

丹後大地震調査報告

所員 今 村 明 恒

On the Destructive Tango Earthquake of March 7, 1927.⁽¹⁾

By

Akitune IMAMURA.

Seismological Institute, Tokyo Imperial University.

The destructive Tazima earthquake, which took place on May 23, 1925, at 11 h 10 m and originated at $134^{\circ} 50'.5$ E, $35^{\circ} 38'.7$ N, was followed by another shock, which had quite similar character but caused far greater destruction of lives and property, on March 7, 1927, at 18 h 27.6 m at $135^{\circ} 1'E$, $35^{\circ} 39'N$, about 18 km. to the east of the epicentre of the former shock. Fig. 1 and 2, which give the comparative view of these earthquakes, indicate the E.-W. motion at Tokyo reduced into natural size. These seismograms were obtained with the horizontal pendulum seismograph, whose free vibration period is 30 sec., damping ratio 1.6 and pointer magnification 1.5. Fig. 5 shows the most disturbed area in Tango Province, Kyoto Prefecture, the parts enclosed by two dotted lines covering the area where collapsed houses numbered more than 1 and 10% of the total. The actual casualties are shown in Tables I and II.

In the recent Tango earthquake, two independent faults were produced along the old tectonic lines. One in the north (the Gô-mura fault) has a track 18 km. long, trending NNW-SSE, with an upthrow (max. 0.6 m.) and southward shift (max. 2.7 m.) of the west side, while the other in the south (the Yamada fault) has one 7 km. long, trending at right angle to the former, with upthrow (max. 0.4 m.) and eastward shift (max. 0.8 m.) of the north side. The area within a km. or two from each fault showed the seismic intensity as high as one-half or two-fifth of gravity and experienced the destruction of houses as many as 90%.

Permanent upheaval about 80 cm. as high at a maximum occurred along the coast of the Sea of Japan in the west of the Gô-mura fault as far westward as Tuiyama Cove. Temporary elevation seems also to have taken place during 2.5

(1) A revised note of one written by Mr. N. Nasu and the present author under the same title, Proc. Imp. Aca., vol. 3, no. 4.

hours just before the great shock. This was observed by fishermen at Mitu and Sunakata, where the sea-water made, during that time, an unduly ebb as much as 60-100 cm.

Tunami was also observed soon after the earthquake at Sioe, Taiza, Tuiyama, Ui and other places, but it was quite harmless (see Fig. 7). At Taiza, it ebbed at first as low as 1.3 m., and then flowed as much as it had ebbed, the subsequent ebb and flow having been smaller.

As soon as the catastrophe was reported, my colleague Mr. N. Nasu, assisted by three observers, started for the place carrying with them three portable tromometers, of which two were "the 25th year type"⁽¹⁾ and the third "the improved Omori type," in order to make there a seismic triangulation. These instruments had the following constants:

| Instrument | Free vibration period | pointer magnification | Registrable amplitude | Time scale |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------|
| 25th year type | 7 s | 50 | 0.001-1.0 mm. | 90 mm./min. |
| Impr. Omori type | 4 s | 50 | 0.001-1.0 mm. | 50 ,, |

The first two seismographs were installed at Maiduru and Kinosaki on March 11, and the third at Ine a day later. The result of observation is shown in Table III. (See also Fig. 5.)

Soon it became clear that seismograms from the different stations could, with only a few exceptions, be divided in two categories—types A and B (Fig. 8 and 9). The type A has the following characters:

The initial phase is comparatively large, the ratio of amplitude of \bar{S} to that of \bar{P} ranging from 1.5 to 4.0. The principal portion consists of an isolated wave of a period of about 0.5 sec., a series of waves of quick period (about 0.12 sec.) being superposed on it and occupying the subsequent few seconds. Two or three long waves (probably surface waves), each of a period of 2.5-3.0 sec., occupy the initial half of the whole course of earthquake motion. The shocks, to which this type is due, are distributed on or near the Yamada fault; their origins seem to be very shallow, even the deepest being only 8 km. deep.

The type B has the following characters:

The initial phase is comparatively small, the ratio of amplitude of \bar{S} to that of \bar{P} being 10-30. The principal portion consists of the waves of quick periods as in the type A, but those slow waves which give that special aspect to the other type are lacking in the present case. Shocks of this type belong to the Gô-mura fault and are, as a rule, distributed in the west of that fault; their origins are not so shallow, being sometimes 20 km. deep.

The after-shocks of both types change their stage of activity from time to time and

(1) Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo Imp. Univ., I, pp. 8-21.

from place to place, though they do not part so far from their respective mother fault. Some of them are assumable to have been originated on the surface of the new faults and some other at the bottom of the tilted block. If this be admitted, the boundary of the seismic origin would be worked out. The surface of the Gô-mura fault may possibly incline toward WSW with a dip 70° and an average depth of 6 km., and that of the Yamada fault toward NNW with a dip of 75° and an average depth of 4 km. It must also be remarked that there were a few other shocks which originated on other tectonic lines.

On the other hand, the Department of Military Land Survey started, at the request of the Earthquake Research Institute, field works soon after the catastrophe; the geodetic triangulations of the primary and secondary trigonometrical points and the precise levellings along the old and new bench-mark lines have already been executed once or twice and are to be repeated as far as the work is considered to be complete enough. No accurate result is yet obtained, but the data which came out directly from the observations seem to suggest something. In Fig. 10 and 11, the difference of the re-observed and observed angles is given at each trigonometrical point. Admitted that a pair of the southern-most stations did undergo the least change, then it will be noticed that the horizontal dislocation along the Gomura fault is almost equally distributed in both sides of the fault. A slight counter-clockwise twist is also to be recognised in the whole seismic area.

Turning now to the result of the precise levellings made in April (see Fig. 10), the bench-mark at Kutiono, which has conveniently been taken as a standard station, seems to have been elevated as much as 12-15 cm., so that each datum in this respect is required to be corrected by this amount. The result may be that the western block of the Gomura fault and the northern side of the Yamada fault were upheaved and each opposite side subsided, the nearer the bench-mark is to one fault the more conspicuous being the change. Here we must not overlook the effect of the Tazima earthquake of 1925 upon the topographical changes in the western part of the seismic area which we are now considering.

The new bench-mark lines extending over the northern part of the seismic area were laid in April, and the whole lines were re-observed in June, that is to say, after about 40 days. The result is given in Fig. 11, which shows that the contrast of the topographical changes as revealed at the first observation became increased in the direct vicinity of the Gomura fault, but lessened in the distances.

From the above-stated facts and other considerations, for instance, the direction of the initial earth's movement at the different meteorological stations (Fig. 6), we idealize the mechanism, which caused the present earthquake as follows. In virtue of the stress, which has long been applied from NW toward SE upon the block adjacent to the Gô-mura fault, this block was at last forced to upheave itself very slowly. This strained condition lasted for a few hours, but the balance

was finally broken at the Gô-mura fault, and then the western side was elevated and displaced toward SSE, while the other side made a rebound in the opposite sense, an earthquake of the severest category and possibly of the type B being consequently generated. As soon as this primary motion approached in its way of propagation to Yamada, another commotion was created there and the earthquake motion of the type A was added.

The Tazima and the Tango earthquakes have furnished us with new examples of the eastward or northeastward translocation of activity which has been prevailing in the seismic zone along the coast of the Sea of Japan. As regards the problem whether this tendency should continue further, we hesitate to think it so simply, as the region which has recently been active is the tract of elevation and hitherto experienced no destructive shock during the historical epoch, while the next area in the east is that of depression and was once visited by a destructive earthquake in A. D. 701.

Among various studies which may probably lead to the prediction of earthquake, that which appears to us to be rather hopeful is the observation of the strained condition of the earth's crust which is likely to take place before earthquake occurs. In the recent destructive Tango earthquake the phenomenon was indicated by an upheaval as high as one meter or more at Mitu and Sunakata, i. e., along the coast in the east of the Gomura fault, attaining this state two and half hours before the great shock took place, though the change was less pronounced in both sides of the above-mentioned places. Mareogram obtained at Tuiyama Cove does not show such a change, but, on the other hand, it shows that the sea was very calm on that day (with NE breeze), the range of high and low water marks was only 20 cm., the land was suddenly raised as much as 15 cm. at the moment of the great shock, and subsequently a small *tunami* came in (see Fig. 7).

Similar phenomena were observed in the cases of the past destructive earthquakes originated in the coast of the Sea of Japan. In fact, this coast was during the past 140 years visited by five destructive earthquakes which accompanied characteristic upheaval or subsidence as shown in Table IV.

Why the observations of the phenomena in question are limited to coast of the Sea of Japan is simply due to the fact that that sea has its level almost unaltered by any oceanic tide, thus becoming a fair standard for the estimation of the topographical change of the coast. According to the result of the precise levellings, executed in Japan during the recent 40 years whenever a remarkable earthquake took place, even not so big a one, wherever it originated, accompanied more or less upheaval or depression, so that the assumption that *topographical change precedes earthquake* may not be so absurd.

Ishimoto's clinograph, which can register a tilting as small as a decimal of a second, registered at Tokyo a characteristic tilting which appeared from a few

weeks before, to the day of, the great Tango earthquake. Similar phenomenon was observed with his instrument in the case of the Tokyo earthquake of Aug. 3, 1926, and with one installed at Miyadu, in the case of the shock on April 1, the biggest of the after-shocks of the Tango earthquake.

The Earthquake Research Institute is now attempting to have, among others, a network of stations, each equipped with a pair of clinographs and other auxiliary instruments necessary for carrying on the study concerning the earthquake prediction.

July 1927.

緒説 去る大正十四年五月二十三日午前十一時十分頃但馬國北部に起つた大地震は、震原を城崎郡津居山港の邊、東經一三四度五〇・五分、北緯三五度三八・七分の位置に有し、港の東岸丘陵上に所謂田結斷層を現出したものであつたが、此後一年十月未滿を経て、當昭和二年三月七日午後六時二十七・六分には、前回の震原から東へ凡そ十八軒、東經一三五度一分、北緯三五度三九分の邊を中心とし、丹後北西部に大地震を起し、人命財産の損失について、前者に十倍する程の災害を被らしめた。此二地震は相互關係につき重大な學術的意義を有するものであらうが、次に東京に於ける觀測の結果を掲げて、兩者の比較上の概念を畫て見たい。

第一、二圖は東京帝國大學地震學教室内に於て、同一の器械を以て記録した結果であつて、各地震の東西動を示すものである。器械の常數は自己振動の週期三〇秒、倍率一・五倍、振幅減衰率一・六であるが、本圖は原圖を三分の二大に縮寫し、大體に於て土地の實動を示す様にしたものである。兩圖の比較に於て第一に氣附かれる事は記象の相似なる點にある。特に S 位相以降に於ては、兩者の對應位相が同一文字を以て示された通り、極めて明瞭であり、同時に兩者の大きさの比較觀念が得られる。其中に於て S から F までの間は、今回の地震の振幅が前回の場合の凡そ三倍に當るが L 以降 Q までの間に於ては凡そ五倍に當る。此倍數の相違することは理由の存することであらうが、震原の深さの相違に關係するのかも知れない。即ち今回の地震は前回のに比較して震原が更に地表に近く、隨つて L 以降地表を傳はる波動が比較的に大きく現出したものと解釋するのである。P P̄ につゞく緩漫な波動についても特別な意味がある様に思はれる。(表面波動の大きさ、震原の深さとの關係は餘震の觀測結果を論ずるとき、再說することにする)。

此等の二つの記象を、震原位置の比較研究に資することも興味ある問題である。兩者の相似性から、震原の相近きことが第一に想像せられるのであるが、之を更に確實にするには、南北動並に上下動をも比較に取る必要がある。即ち初動方向によりて推定せられる震原の方位の略ぼ相一致することが確められるのであるが、唯初期微動繼續時間に於て、前回の地震が六十一秒なりしに比較し、今回は五十九秒で丁度二秒の短縮である。即ち震原が前回よりも十五軒程東方に偏したことを示すものであつて、震度分布其他の關係から推定した結果に概ね一致するのである。

第三、四圖は東京及び鎌倉に於て、今村式二倍強震計を以て得た記象である、各器械の自己振動週期が十秒であるから、最初から F と名づけた位相に至る間の觀測は實際の地動を示すものと見做し見られるが、L 以降の位相は其振動週期凡そ六秒であつて、振子の自己振動週期十秒に近いから、觀測の結果に一々修正を加へなければならぬ。但し第一圖を與へた一倍半器械は其自己振動が地動週期の五倍に達して居るから、これには斯様な修正を加へる必要がない。

以上觀測の結果によりて、東京に於て人身に感じた地動は大體次の様なものであつたらう。

| 位 相 Phase | 全 振 幅 2a (釐) | 週 期 T (秒) | 加 速 度 α (秒、釐) | 位 相 Phase | 全 振 幅 2a (釐) | 週 期 T (秒) | 加 速 度 α (秒、釐) |
|--------------|-------------------|------------------|---------------------------------|--------------|-------------------|------------------|---------------------------------|
| A | 0.9 ^{cm} | 2.7 ^s | 2.5 ^{cm/s²} | E | 1.4 ^{cm} | 1.9 ^s | 7.8 ^{cm/s²} |
| B | 1.3 | 2.7 | 3.6 | I | 7.8 | 6.7 | 3.5 |
| C | 1.5 | 2.6 | 4.5 | J | 8.6 | 6.0 | 4.8 |
| D | 1.6 | 2.5 | 4.0 | M | 8.9 | 6.3 | 4.5 |

即ち東京に於て、S 乃至 F は容易に感じ得る程度であつて、I J M の邊は緩漫な波動としてこれも同様の強さに感ずる程度である。但し此様な距離の地震、緩漫な地動は、地盤の硬軟に影響しないことが東京鎌倉の比較觀測によりて氣附かれる。

斯様な強震計が震原近くに据附けてあつたならば或は有益な結果を與へたであらう。近時中央氣象臺では同種類の地震計を製作し、要處に配置しつつあるから、完備の曉には今回經驗した様な遺憾の點が消滅するであらう。

被害統計と等震線 第一表は地震の中心たる丹後國中、與謝、竹野、熊野四郡に於ける被害を郡別にて示し、之に隣接府縣の被害數を加へたもの、第二表は丹後四郡の被害を町村別にて示すものである。震度分布の觀念を得る爲め、潰家百分率を町村別に求め、之によりて百分の一潰家區域と十分の一潰家區域とを震域圖（第五圖）に表はして見た。此様な方法によつて得られる震度分布の觀念は、潰家百分率を町村別にする代りに字別にすることによりて、一層明確になるべき筈であるが、此件は谷口囑託員も研究して居られたことであるから、重複煩雜を避ける爲めに、本報告には之を記載しないことにする。

震度分布を意味する斯様な圖は、震災直後兩日の間に於て、自分が内務省警保局から供給して貰つた被害公報によつて作つたものと甚だしき相違はない。三月九日將に出發せんとしつゝある先發所員諸氏に調査の目標を提供したことも無益

第一表 府縣別震災調査表

TABLE I. Casualties in the different prefectures or counties.

| 府 Prefecture or county | 縣 | 死者 Killed | 傷者 Wounded | 行方不明 Missed | 全潰家屋 Collapsed houses | | 半潰家屋 Half-collapsed houses | 全燒家屋 Burnt houses | | 半燒家屋 Half-burnt houses |
|---------------------------|---------------|--------------|---------------|----------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|
| | | | | | 住宅 Resided | 非住宅 Not resided | | 住宅 Resided | 非住宅 Not resided | |
| 京都 Kyoto | 與謝郡 Yosa | 551 | 637 | | 1,692 | 2,071 | 3,380 | 439 | 371 | 25 |
| | 中郡 Naka | 1,635 | 1,338 | 5 | 1,667 | 1,413 | 2,811 | 1,456 | 1,315 | 36 |
| | 竹野郡 Takano | 799 | 1,100 | | 1,721 | 1,412 | 2,077 | 755 | 623 | 54 |
| | 熊野郡 Kumano | 6 | 61 | | 174 | 302 | 1,271 | 1 | 1 | |
| | 計 Total | 2,991 | 3,136 | 5 | 5,254 | 5,198 | 9,539 | 2,651 | 2,310 | 115 |
| | | | | | 10,452 | | 9,539 | 4,961 | | 115 |
| 大 | 阪 | 21 | 127 | | | 131 | 113 | | | |
| 兵 | 庫 | 4 | 17 | | | 53 | 169 | | | |
| 奈 | 良 | 1 | 3 | | | | | | | |
| 鳥 | 取 | | | | | 3 | | | | |
| 滋 | 賀 | | 2 | | | 1 | | | | |
| 合 | 計 | 3,017 | 3,285 | 5 | 10,633 | | 9,821 | 4,961 | | 115 |

備考 全潰の後全燒したものは全燒の中に計上してある

第二表 町村別震災調査表
TABLE II. Casualties in the different towns and villages.

| 郡 町 村 Town or village | 世 帯 Fami- lies | 人 口 Popula- tion | 死 Killed | 傷 Wound- ed | 行方不明 Missed | 全 潰 Collaps- ed | 半 潰 Half- collaps- ed | 全 燒 Burnt | 半 燒 Half- burnt | 全潰全燒 百分率) collapsed burnt |
|-----------------------------|----------------------|------------------------|-------------|-------------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|
| 與 謝 郡 Yosa county | 12,349 | 53,085 | 551 | 637 | | 3,763 | 3,382 | 810 | 25 | 30 6.6 |
| 宮 津 町 | 2,726 | 12,401 | | 1 | | 7 | 12 | | | 0.3 0.0 |
| 與 謝 村 | 472 | 2,215 | | 2 | | 41 | 51 | | | 8.7 0.0 |
| 加 悅 町 | 835 | 4,130 | 25 | 57 | | 487 | 551 | 31 | | 58 3.7 |
| 三 河 内 村 | 368 | 1,909 | 52 | 60 | | 272 | 147 | 149 | 11 | 74 41 |
| 市 場 村 | 363 | 1,601 | 191 | 141 | | 300 | 26 | 379 | 2 | 83 104 |
| 岩 屋 村 | 307 | 1,683 | 16 | 30 | | 208 | 346 | 5 | 1 | 68 1.6 |
| 山 田 村 | 436 | 2,005 | 127 | 80 | | 609 | 104 | 165 | 1 | 140 38 |
| 桑 飼 村 | 435 | 1,910 | 16 | 79 | | 241 | 294 | 3 | | 56 0.7 |
| 石 川 村 | 496 | 2,364 | 28 | 39 | | 369 | 406 | 5 | | 74 1.0 |
| 岩 瀧 村 | 865 | 4,111 | 93 | 144 | | 979 | 939 | 73 | 1 | 113 8.4 |
| 府 中 村 | 546 | 2,443 | 2 | | | 170 | 201 | | 3 | 31 0.0 |
| 日 置 村 | 244 | 1,047 | | 3 | | 13 | 132 | | 4 | 5.3 0.0 |
| 伊 根 村 | 384 | 2,096 | 1 | 1 | | 10 | 10 | | | 2.6 0.0 |
| 吉 津 村 | 331 | 1,450 | | | | 34 | 87 | | 1 | 10 0.0 |
| 上 宮 津 村 | 312 | 1,395 | | | | 1 | 2 | | | 0.3 0.0 |
| 栗 田 村 | 586 | 3,051 | | | | 2 | 2 | | | 0.3 0.0 |
| 養 老 村 | 618 | 2,897 | | | | 6 | 18 | | | 1.0 0.0 |
| 世 屋 村 | 335 | 1,394 | | | | | 11 | | | 0.0 0.0 |
| 日 々 谷 村 | 298 | 1,267 | | | | | 6 | | | 0.0 0.0 |
| 筒 川 村 | 411 | 1,974 | | | | 8 | 28 | | | 1.9 0.0 |
| 本 庄 村 | 402 | 1,899 | | | | 3 | 9 | | | 0.7 0.0 |
| 野 間 村 | 289 | 1,350 | | | | | | | | 0.0 0.0 |
| 朝 妻 村 | 290 | 1,488 | | | | | | | | 0.0 0.0 |
| 中 郡 Naka county | 4,779 | 22,914 | 1,635 | 1,338 | 5 | 3,080 | 2,811 | 2,771 | 36 | 64 58 |
| 峰 山 町 | 988 | 4,585 | 1,123 | 404 | 4 | 287 | 99 | 2,459 | 9 | 29 249 |
| 丹 波 村 | 347 | 1,712 | 68 | 153 | 1 | 484 | 368 | 26 | 3 | 139 7.5 |
| 五 箇 村 | 442 | 2,118 | 11 | 26 | | 96 | 104 | 1 | 1 | 22 0.2 |

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|--------|-----|-------|--|-------|-------|-------|----|--------------|
| 周枳村 | 253 | 1.263 | 7 | 8 | | 50 | 296 | 3 | | { 20 1.2 |
| 河邊村 | 308 | 1.239 | 9 | 13 | | 54 | 394 | 5 | 2 | { 18 1.6 |
| 奥大野村 | 169 | 1.116 | 42 | 91 | | 189 | 161 | 29 | 2 | { 112 17 |
| 口大野村 | 349 | 1.775 | 50 | 100 | | 247 | 223 | 47 | 11 | { 71 13 |
| 三重村 | 353 | 1.527 | 1 | 3 | | 168 | 168 | 3 | 2 | { 48 0.8 |
| 長善村 | 325 | 1.647 | 87 | 135 | | 429 | 244 | 68 | 3 | { 132 21 |
| 新山村 | 351 | 1.677 | 15 | 77 | | 271 | 399 | 1 | | { 77 0.3 |
| 常吉村 | 182 | 826 | 6 | 33 | | 130 | 210 | 6 | | { 71 3.3 |
| 吉原村 | 401 | 2.001 | 216 | 295 | | 671 | 102 | 123 | 3 | { 167 31 |
| 五十河村 | 311 | 1.428 | | | | 4 | 43 | | | { 1.3 0.0 |
| 竹野郡 Takano county | 6.561 | 30.853 | 799 | 1.100 | | 3.133 | 2.077 | 1.378 | 54 | { 48 21 |
| 網野町 | 1.088 | 5.836 | 296 | 453 | | 856 | 600 | 663 | 13 | { 79 51 |
| 間人町 | 807 | 3.153 | 2 | 18 | | 60 | 118 | | | { 7.4 0.0 |
| 吉野村 | 270 | 1.221 | | | | 46 | 61 | | | { 17 0.0 |
| 溝谷村 | 411 | 1.708 | 2 | 1 | | 25 | 51 | | | { 6.1 0.0 |
| 鳥取村 | 365 | 1.954 | 62 | 67 | | 429 | 379 | 9 | 8 | { 118 2.5 |
| 深田村 | 329 | 1.433 | 6 | 17 | | 116 | 157 | | 4 | { 35 0.0 |
| 豊榮村 | 556 | 2.354 | 8 | 3 | | 50 | 90 | 1 | | { 9.0 0.2 |
| 上宇川村 | 332 | 1.480 | | | | | 2 | | | { 0.0 0.0 |
| 下宇川村 | 566 | 2.369 | | | | 3 | 2 | | | { 0.5 0.0 |
| 竹野村 | 284 | 1.309 | | | | 3 | 12 | | | { 1.1 0.0 |
| 島津村 | 545 | 2.818 | 229 | 204 | | 512 | 69 | 387 | 15 | { 94 71 |
| 郷村 | 398 | 2.051 | 131 | 175 | | 597 | 258 | 149 | 5 | { 150 38 |
| 木津村 | 320 | 1.502 | 8 | 28 | | 198 | 177 | 3 | | { 62 0.9 |
| 濱詰村 | 290 | 1.665 | 55 | 134 | | 238 | 101 | 166 | 9 | { 82 57 |
| 熊野郡 Kumano county | 3.480 | 16.546 | 6 | 61 | | 476 | 1.271 | 1 | | { 14 0.0 |
| 久美濱町 | 461 | 2.096 | 3 | 17 | | 136 | 730 | | 1 | { 30 0.0 |
| 上佐濃村 | 386 | 1.817 | | | | 13 | 24 | | | { 3.4 0.0 |
| 下佐濃村 | 335 | 1.545 | | | | 13 | 39 | | | { 3.9 0.0 |
| 田村 | 351 | 1.767 | | 2 | | 49 | 30 | | | { 14 0.0 |
| 神野村 | 320 | 1.561 | 3 | 12 | | 147 | 167 | | | { 46 0.0 |
| 湊村 | 386 | 1.793 | | 23 | | 51 | 157 | | | { 13 0.3 |

| | | | | | | | | | | |
|------|-----|-------|--|---|--|----|----|--|--|-------|
| 海部村 | 411 | 1.990 | | 2 | | 40 | 78 | | | { 9.7 |
| 川上村 | 494 | 2.344 | | | | 16 | 19 | | | { 0.0 |
| 久美谷村 | 336 | 1.633 | | 5 | | 11 | 27 | | | { 3.2 |
| | | | | | | | | | | { 0.0 |
| | | | | | | | | | | { 0.0 |
| | | | | | | | | | | { 3.3 |
| | | | | | | | | | | { 0.0 |

ではなかつた様である。自分にとつては、之によりて地震観測の三角網を的確に張ることが出来たのであつた。茲に此機會を利用して警保局に對して感謝の意を表して置く。

震域圖を見て第一に氣附かれることは、激震區域が南北の二個に區分せられることであつて、其處に震原推定上何物かを暗示するものゝ様である。此事項と郷村斷層と山田斷層との出現、A 式餘震と B 式餘震との兩様記象とが密接な關係にあることは後に述べる通りである。猶ほ最激震區域が郷村斷層及び山田斷層の中央部近くに接して現はれたことも注意すべきである。

第六圖は各測候所に於て観測せられた地震初動の分布と、震度の分布によりて畫かれた等震線とを示すものである。震原附近に於ける初動分布は起震力の性質を推究するに必要であるが、此は後文に於て述べることにする。又等震線圖は之を一昨年のもつた但馬地震の場合（震災豫防調査會報告第百一號拙文參照）に比較して頗る興味あるものである。有感の各測候所は次の通りであつて、有感區域、前回は西方にあつては九州に達しなかつたが、今回は其れを被ふて居る。然るに東方にあつては、強震區域こそ今回の方遙に廣いけれども、微震區域については餘り大きな相違がない。

各測候所に於ける震度

烈震——宮津、豊岡

強震——京都、和歌山、多度津、高知、徳島、八木、福井、神戸

強震（弱き方）——大阪、洲本、彦根、岐阜、岡山、伏木、多度津、飯田、松山、甲府、境、名古屋

弱震——金澤、高山、津、新居濱、四阪島、廣島、沼津、吳、濱松、大分、潮岬

弱震（弱き方）——松本、横濱、佐賀、皆月、濱田、長野

微震——新潟、東平、熊谷、福岡、東京、宮崎、鹿兒島、横須賀、下關、敷香(?)

人為的物件に對する地震現象 被害の統計だけでは地震の真相は捉へられない。家屋の被害についても、其耐震的價値に關する地方的特徴を參酌すべき必要

があり、火災についても、地震の大小緩急或は被害民の災害防止に關する努力の程度を考慮すべき必要がある。

震原地方特に郷村山田の二斷層に接し、最大の被害を出した場處に於ては、地震が激烈であつたことは言ふまでもなく、我々が普通に内地の大地震に於て經驗する最大の震度に達したであらうが、特に注意すべきは初期微動繼續時間が短かつたことである。大體但馬地震に於ける田結の程度と比較すべきであらう。即ち地震を感じ始めてから、最大震度に達して家屋倒潰を始めるまでには三秒程度の餘裕しかなかつたと見るべきである。此最初の三秒間も器物顛倒土壁崩壞を惹起す程度であつたらうから、地震に出會つた者の多數は精神の沉着を失つたであらうし、機敏な處置を取つて屋内から逃出たものは、丁度崩壞家屋の軒下に壓伏される程度であつたらしい。地震力は通常の大地震の如く、凡そ重力の五割程度に達したらしく思はれる。峯山町南方小丘を占めて居る墓地に於て、丘陵の低部にある墓石中には些少の變位だもして居ないものが、いくらか並列して居るのを見たが（某家の石碑同型にて臺石抔少しも傾斜なし、其中高さ七四糎底邊三四糎不倒、高さ七二糎底邊三〇及三一糎不倒、高さ七四糎底邊三〇糎倒、高さ七二糎底邊三〇・五糎倒、高さ七一糎底邊二九及三〇・五糎のもの一は倒れ他は不倒）、丘陵の高處にあつたもの、中には寫眞版九丁に示した通り、水平の位置を保つて居る墓の臺石が他の臺石上に滑動變位したものもある。（其ずれ方には北六〇度西へ一四糎、北四〇度西へ四七糎、北七八度西へ三一糎などがあつた）。大地震に潰れた木造家屋は軸部と小屋組との接續部に於て挫折し、小屋組だけは其儘地上に立つことが通常であるのに、今回の地震に於ては小屋組まで潰れたものが多いため、地震力を特別に大きく見積つた觀察者もあつたが、此現象は震災地方に於ける家屋構造上の弱點に基づくものである、即ち棟木を支ふる柱、或は極木を梁に結束する母屋は其繼手が不十分な爲めに右様の結果になつたのである。又普通木造住宅の構造は寫眞版十甲に示された通り、二階の部は四壁を堅固に廻らす代り、階下は壁體少く、特に階上は雪國の習慣として重みある物品の冬季貯藏場とする爲め、耐震價値が著しく低いものになつて居る。其外丹後縮緬機業の大小工場、何れも耐震的考慮が加へられてないので、火災に由らない人命財産の損害も相當に多かつた筈である。然しながら火災が損失の大部分を成したことは今回の場合に於ても明かな事實である。峯山町は特に其最も甚しかつたものであつて、人命

損失率の大なることに於て、震災史上の新記録を出して居る。即ち全戸數九八八或は潰れ若しくは焼失し戸數九七六に對する死人一一二二を出し、實に一對一以上である。これは地震動が激しく、一舉にして凡そ八九割の潰家を生じたことが一原因には相違なく、之に加ふるに初期微動繼續時間短く、多數が下敷になつたことも見逃してはならぬが、然しながら災害防止上に於て根本の缺陷があつたことが、此新記録の主原因と見做すべきである。生存者の語る所によれば、地震突發後十分時間を経過した頃には町の彼方此方から燃上がつた火元は十六を數へ得たといふ。正に一町四方毎に一個の火元に當る。是れ即ち被難者努力の不足を意味するものであつて、若し此處に先年の田結村民程の努力があつたならば、災害の大部分を免れ得たであらう。斯ういふ種類の覺悟が缺けて居たと思はれる村落中に濱詰村の礫區を擧げることが出来る。恐らくは平日の火災に對しても用意が缺けて居たであらう。同村濱詰區に於ては地震火災に對して警鐘を亂打しても、消防夫の之に應じたるは凡そ三十名中の四五名しかなかつたといふ。斯ういふ状態では自分が平日主張して居る非常時の覺悟杯は迎も望まれ難いことであらう。「大地震に遭遇して最初の一分間を凌ぎ得たらば最早危険を脱し得たと見做してよい。餘震恐れるに足らず、地割れに吸込まれることは我邦にては絶對になし。老幼男女力のあらん限り災害防止に力むべきである。火災の防止を眞先にし人命救助を其次にすること、これが即ち人命財産の損失を最小にする手段である」。以上の如き理解が若し我地震國に普及したならば、我邦震災の九割は輕減せられるであらうと自分は思つて居る。それにつけても第一に欲くなるのは耐震構造の普及である。今回の地震に於て最激震區域に於ても、耐震構造とは言へなくとも、稍々注意して建てられたものは倒潰を免れて居る。網野、口大野、山田各停車場並に其官舎杯（寫眞版十丙丁）が其好例である。これから新築するものは勿論、在來の家屋に對しては些少の補強工事を施すだけにては倒潰を免れる程度には達し得られるであらう。斯くすることは、大地震後の數分間に於て、災害防止に努力する人を多くする所以である。

前に災害防止につき努力の足りなかつた數例を掲げたが、反對に、被害者の努力によりて災害を減少し得た例にも乏しくはないのである。其一例としては岩瀧町の如きがそれであつて、町内の大火災を凡そ全町の半數に喰止め得たのであつた。

地變と海水異狀 今回の地震に於て地變の最も著しきは第一に郷村斷層、山田斷層と名づけられた獨立したる二個の斷層の出現である。次に記載すべきは地盤の永久的或は一時的隆起、沙丘の沈下或は地滑り、津浪、温泉湧出等であらう。

郷村斷層は震域圖（第五圖）に示した通り、北は濱詰村磯區の東端に於ける三條の線を陸上に於ける終點とし、大體に於て北々西から南々東の方向を取り、南するに従ひ雁行的並列が次第に著明となり、三重村附近に出現したものを最南端とし、延長十八軒に及んで居る。斷層の最も著しきは郷村高橋區の邊であつて、横ずれ二百五十糎、段違ひ五十七糎に及んで居る（寫真版一甲乃至丁）。此變動は關係的であるから、斷層の西部が南にずれたとも言へるし、或は東部が北へずれたとも言へるが、三角測量によりて表はれた角度の變化から想像すると、東部北方への移動と、西部南方への移動とが、餘り違はぬ分量に於て起つたらしい。但し上下の移動を水準測量の結果其他によりて見ると、大部分は斷層西部の隆起に由るものらしい。此斷層の他の方面に於ては高橋の北方なる下岡に於て、斷層が水田の傾斜沈下を以て示され（寫真版二甲乙）、或は北端に於ける第三紀層盤の貫通（寫真版二丁）、南方峯山町安區に於ける花崗岩の滑面（寫真版三甲）等があり、最南端の雁行片が三重附近に於て鐵道線路を斜に横切つて居る（寫真版三）。山田斷層は峯山街道に於て著しく現はれ、横ずれ八十糎、段違ひ四十糎に及んで居るが、これは主として斷層の北部が隆起した上、東方に移動したと解釋して然るべきか。此斷層は西方四辻附近にも著しく現はれ、又峯山街道の東、城山の鐵道隧道の南口に於て花崗岩を貫通し、東方男山渡場邊に於て土地の著しき沈下として現はれて居る（寫真版四）。概して西微南から東微北の方向を取り、延長十四軒に及んで居るから、其規模に於ては郷村斷層に亞ぐべきものである。

此等の斷層は地震の原因と直接關係を有すべきものであらうが、猶ほ考慮すべきは土地の一時的或は永久的隆起である。此種の變化は水準測量、或は海深測量の結果によりて明白になつた事實であるが、右の測量に先だち、即ち震災直後に於て、注意せる觀察者によりて氣附かれた所であつて、濱詰村夕日港に於ては八十糎の隆起なることが氣附かれた。（寫真版五）。猶ほ瀬戸港にある檢潮儀記象（第七圖）に據れば、大地震に伴ひ突然五糎程の隆起があつた様に見える。併し我々が最も興味深く感ずるは、斯様な永久的隆起でなくして、大地震前に於ける一時的隆起である。即ち三津に於ては地震の二時間半程前に（午後四時頃といふ）

平潮よりも四尺程（或は二尺程といふものもあつた）潮が引いて居たことを漁業者仲間で氣附いた。砂方に於ては同じく三尺程引いたといふ。此事實を氣附いたものは大抵午後四時頃に沖から歸り合せたものであつて其平常に比較して著しき相違なるに驚いたといふ。此現象は前記二所に最も著しく、遊にては氣附かれず、濱詰では潮の引き方が五寸程度、淺茂川では五寸乃至一尺、湊村蒲井では五寸乃至一尺程の潮の干満が當日朝から幾回ともなく起つた、抔と言つて居る。又濱詰の中、鹽江や磯に於ては地震前の隆起一尺程度、間人から經ヶ岬の間に於ても一尺乃至五寸の程度で、北するに従ひ、それが次第に不鮮明になり、經ヶ岬を越えて彼方には全く此現象が認められなかつたらしい。

今回の震災區域に於ては、淺茂川以西濱詰の本村までを除き、他の沿岸地方は大抵沙丘を以て被はれて居るので、之に特有な地變が起つた。土地の沈下地滑り（寫眞版六、七）著しく、或は底部に當る地盤の一部を押し上げ、甚しきは小規模の山津浪を起した。此中、島津村遊の西南から起つたものは最も著しく、長さ四百米幅百米の面積を被ふて仕舞つた。

温泉冷泉の異常も亦特筆すべきものであらうが、木津村に於ける温泉は平常に比して幾分の増温、増量をなして四二度乃至四四度を示し、新たに噴出した數個のものは初め三三度程度であつたが、一月の後には二三度に下つた。又岩瀧町弓木に噴出した三個の温泉は震後數週間を經過して始めて發見せられたものであるが、四月十七日の驗温によれば一七・六度、一八・〇度、一九・〇度等であつて最後のものが最多量であつた。

地震前に於ける温泉冷泉或は井水の異常については餘り注意せられなかつたが、蒲井東町に於いて押上ぼんぶで汲む井水は前日來濁つて飲めなかつたと言ひ、當日鯖漁に行つたものは魚が全部水面に浮んで、餌につかなかつたことを經驗したさうであるが、前に記した様な種類の異状が海底に起つたのであるかも知れない。

震原地方若しくは其近海に游弋して居た船舶は、海震を感じたこと勿論である。鹽江の海岸に近く居た小舟は突然五尺程も持上げられた様な感じがしたといふ。

津浪は其被害こそなけれ、震原並に其近くの沿岸に於ては多少の潮の干満を認めた、中にも間人が最も著しく干満の差七八尺にも及んだらしい。併し津浪について最も正確な觀念を與へるものは瀬戸に於ける内務省土木局出張所に於て得ら

れた驗潮儀記象であらう(第七圖)。之によれば當日に於ける潮の干満の差は七寸程で地震は丁度満潮時に起つた。此日北東微風の影響によるか、平均水位は平常よりも二三寸程低かつた。大地震と共に陸地は急に五糎程隆起し、十分時間の後、高さ二七糎なる津浪第一波が到着した。つゞいて五回程の浪が來たが、高さは次第に小さくなり、凡そ三時間の後には平潮に復した。浪の週期は凡そ十二分であつたが、此は津居山港に於ける定常波の週期を示したものである。

餘震の三角測量 震災の報傳はるや否や、豫ねて準備してあつて三臺の携帯用微動計を震災地に運搬し、餘震の三角測量を試みることにした。器械の二個は十四年式であつて一個は大森式の改良型であつた(本彙報第一號參照)、其中前の二個は舞鶴と城の崎とに据附け、三月十一日に觀測を開始し、後の一個は伊根に据附け、翌十二日に觀測を開始した。相互間の距離伊根舞鶴間二五・五杆、舞鶴城崎間五〇・四杆、城崎伊根間四三・五杆は震原の深さまで求めたい爲めに選んだが、寧ろ今少しく相接近せしめた方が好都合であり、且つ三個の代りに四個とする方、種々の意味に於て良好の結果が擧げられるであらうと感じた。

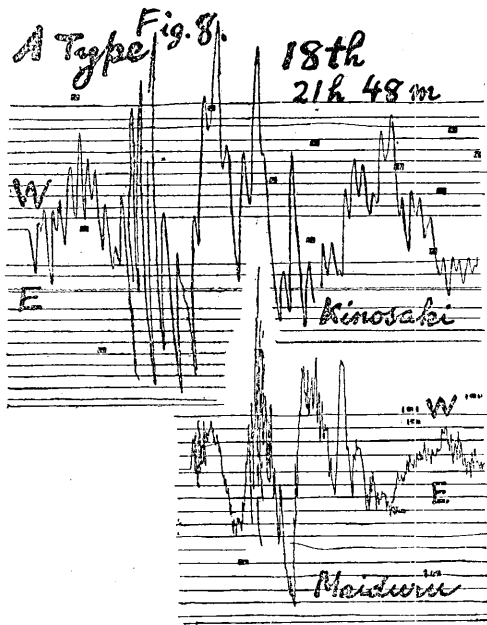
第三表は三所の觀測が揃ひ始めてから、三月二十日に至るまでの概要を示したものである。實際此三角測量は今日(昭和二年十月)猶ほ續行しつゝあり、餘震の分布特に活動の中心の移動についても、興味ある成績を出しつゝあるが、これは那須理學士の擔任とし別に纏めて報告することにする。

第 三 表 TABLE III.

餘 震 觀 測 表 Observation of after-shocks.

| 時 Time | 震 央 Epi- centre | 深 サ Depth | 形式 Type | 時 Time | 震 央 Epi- centre | 深 サ Depth | 形式 Type | 時 Time | 震 央 Epi- centre | 深 サ Depth | 形式 Type |
|----------------|-----------------------|--------------|------------|----------------|-----------------------|--------------|------------|----------------|-----------------------|--------------|------------|
| 三月十二日 March 12 | | | | 三月十四日 March 14 | | | | 三月十五日 March 15 | | | |
| | | | | h m | | km | | | | | |
| | | | | 7 43 | Jh 2 | 15.8 | B | | | | |
| | | | | 10 20 | Hl | 17.6 | B | h m | | km | |
| | | | | 15 42 | Ke | 3.0 | A | 6 45 | Hj | 7.0 | B |
| | | | | 17 15 | Ig 1 | 7.8 | B | 10 44 | Fj | 13.8 | B |
| | | | | 20 35 | Jd | 7.0 | B | 12 49 | Hi | 7.8 | A |
| 三月十三日 March 13 | | | | 12 52 | Og | 5.7 | A | 13 22 | Ik | 15.9 | B |
| | | | | 13 37 | Ji | 4.4 | A | 14 02 | Gg | 9.4 | B |
| | | | | 20 25 | Bf | 23.7 | — | | | | |
| | | | | 20 36 | Dt | 3.0 | — | | | | |

| 三月十六日 March 16 | | | | 三月十八日 March 18 | | | | 三月十九日 March 19 | | | | 三月二十日 March 20 | | | |
|----------------|----|----|-----|----------------|----|----|------|----------------|---|----|----|----------------|------|----|--|
| h | m | km | | h | m | km | | h | m | km | | h | m | km | |
| 13 | 41 | If | 4.7 | A | 4 | 53 | Jh 3 | 3.5 | A | 5 | 17 | Ig 3 | 2.7 | A | |
| 13 | 47 | Hg | 5.9 | B | 6 | 52 | Hk | 8.8 | B | 6 | 22 | Mf | 10.4 | — | |
| 14 | 24 | Ii | 3.9 | — | 7 | 40 | De | 9.6 | — | 12 | 52 | If | 6.0 | A | |
| 16 | 21 | Hd | 5.4 | B | 22 | 39 | Ie | 2.7 | A | 15 | 50 | Bq | 24.0 | — | |
| | | | | | 23 | 40 | Gk | 7.3 | B | 19 | 29 | Ie | 5.8 | B | |
| 10 | 57 | Md | 4.6 | A | 2 | 41 | Gj | 6.3 | A | 20 | 04 | Hm | 5.0 | A | |
| 11 | 11 | Ne | 4.8 | A | 3 | 04 | Jg | 3.0 | B | 20 | 05 | Fp | 15.0 | — | |
| 16 | 04 | Fr | 5.6 | — | 3 | 50 | Jh 4 | 7.0 | A | | | | | | |
| 17 | 12 | Ih | 5.0 | A | 6 | 16 | Kf | 9.0 | — | | | | | | |
| 17 | 54 | Gq | 2.0 | — | 9 | 29 | Je | 3.0 | A | 9 | 51 | Hd | 8.2 | — | |
| | | | | | 13 | 35 | Kd | 14.4 | — | 10 | 53 | Jl | 6.0 | B | |
| | | | | | 14 | 55 | Ig 2 | 10.0 | A | 11 | 26 | Hk | 14.9 | B | |
| 2 | 05 | Gi | 6.9 | B | 21 | 48 | La | 4.9 | A | 13 | 46 | Dt | 10.3 | — | |
| 3 | 27 | Hg | 3.2 | B | | | | | | | | | | | |



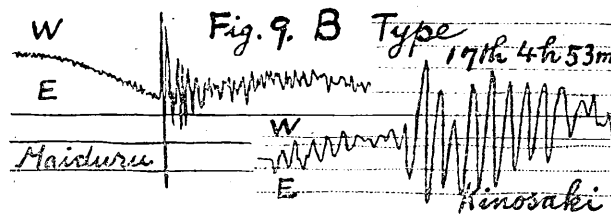
第八圖 A式 記象

観測開始以來日ならずして明かになつたことは、餘震記象に二種の形式の存在することであつた、假りに之を A 式 B 式と名づけるならば A 式は次の様な特徴を備へて居る (第八圖)。

初動比較的に大きく、振幅 \bar{S} の \bar{P} に對する比が一・五乃至四・〇位である。主要動は週期凡そ〇・五秒の孤立した波動から成立ち、之れに〇・一二秒位の週期の急な而も連続した小波動が重なり、引續いて次の數秒間を占領して居る。此等の外に、二・五秒乃至三・〇秒なる週期の波動、即ち稍々緩漫で而も可なり大きな數個の波動が全地震動の前半を占めて居ることが、最も著

しき特徴である、此波動は後に引用することがあるから、之を假りに R 波と名

づけて置く。此式の餘震の地理的分布を見るに、多くは山田斷層に接近して表はれるので、此斷層と最も密接な關係を有するものらしく、震原の深さ比較的に淺くして、最深のものも八軒を越えない程度である。



第九圖 B式記象

B式は次の特徴を有つて居る(第九圖)即ち初動比較的の小さく、振幅 \bar{S} の \bar{P} に對する比が一〇乃至三〇に達する。主要動はA式と同様に稍急なる、而

も著しく大なる波動から成立つて居るが、然しながらA式と異なる點は、前にR波と名付けた種類の波動が全然存在しないことである。此種の餘震は多く鄉村斷層に接近して起り、特に其西方に數多く現はれた。さうして震原の深さはA式の様淺くなく、時としては二十軒にも達する。

A B 兩式の最も著しき相違はR波の存否であるが、之れと全く類似の關係を示すものは火山性地震である、即ち火山性地震の噴火爆發に伴ふものはA式と同様であるが、爆發を伴はない火山性地震はB式と同様である。此相似は震原の深淺に起因する様考へられるが(A式は震原淺く、B式は稍深し)、果して然りとすれば、R波は恐らくは表面波であらう。同僚妹澤博士の説が斯くの通りであつた様に思ふ。

A B 式の相違は注意深い地方人士にも體驗せられた。即ち前者は地鳴の豫告を與へない餘震、後者は此豫告を與へる地震といふのであるが、これは記象の特徴にも一致する。

餘震の分布を詳細に觀察することは次の機會に譲ることとし、單に三月二十日に至るまでの觀測に徴するに、B式地震は主として鄉村斷層の西方に分布せられ、且つ其震央と該斷層との距離は震原の深さに略ぼ比例する様に見える。恐らくは此等の餘震は斷層面上に存在する不安定の調節によりて起されたものであらう。斷層の最も著しく現はれた高橋附近に餘震の少きは震災直後から三月十一日までの間に或は多く起つて仕舞つたことを意味するかも知れない。以上の如く假定するときには斷層面が地下に潜入して居る大體の傾斜が推定せられることになる。これに依りて鄉村斷層は伏角七十度を以て西南西に傾き、此處に發生した餘

震の深さは平均六料となる。又山田斷層に於ては餘震の平均深さ四料となり、斷層面は七十五度の伏角を以て北々西に傾いて居ることになる。但し餘震は單に此等の二斷層に直接の關係を有するもの許りではなく、他の古い斷層に沿ふて起つたものゝあることを忘れてはならぬ。

餘震中に於て震原の深さの最大なるものも二十料の程度に過ぎない。これは今回の地塊運動に加はつた地塊の底部の深さを示すものかも知れない。然し震原推定に用ひた公式が通常のものであるので、自分の考は今回の地震の如く、花崗岩の能く發達した場處に起つた場合は、あの公式にて大抵差支なき見込なるも、正確を要する爲めに、今一所の觀測點を加へることが、今後の調査に於ては望ましいことである。

地塊運動と地震の豫知問題 地震研究所の委託によりて成されたる陸地測量部の震災地域に於ける一二等三角測量並に水準測量は未だ完了に遠いけれども、既に實測せられた直接の値だけでも、或る有益な結果を暗示するものゝ様である。

第十圖及び第十一圖に於て示されたるは、第一に一二等三角測點の相互の角距につき、震災後のものと震災前のものとの差である。即ち此差の正值は角距の増大したることを示し、負値は其減小したることを示す。假りに最南の二測點の位置が今回の地震によりて最小の變動を受けたものとするときは、震災地域は鄉村邊を中心とした鉛直軸の周りに、反時計針の方向を有する小廻轉運動をなした様に見える。

次に同圖は水準測量の結果をも示して居るが、第十圖に於ては昭和二年九月舊水準線に沿ふて測りたる値と前測値との差を示し、更に點線を以て新設水準線の位置を示して居る。但し實測に際し、便宜上、口大野に於ける水準點を不動と假定して、前後二回實測の差違が計算されたから、若し口大野が多少の變動をなしたならば、此變動の値を以て各測點の値を修正すべき必要がある。實際宮津以東に於て今回又は一昨年震災區域から遠ざかつた位置に於ては當該差違十二糎乃至十五糎の負値を示して居るから、口大野は今回の地震によりて十二糎乃至十五糎の程度に隆起したものと解釋すべきである。斯く假定するとき、鄉村斷層峯山附近に於ては東部が凡そ三十糎沈下し、西部が凡そ四十五糎隆起したと見ることが出来る。即ち鄉村斷層に沿ふて出現した上下の段違は東西兩部に大差なく分配

されたものと見るべきである。舊水準線を更に西方に追跡するときは、緩漫な勾配を有せる隆起が久美濱邊まで擴がる様觀察されるが、更に南西豊岡の方へ追跡するとき、再び著しき沈下が現はれて來るのは、大正十四年但馬地震の結果と見るべきである。

次に山田斷層の附近を見るに、南方に於て十裡乃至二十裡の沈下が見えないではないが、重な地變は斷層北部に於て九十裡に達する隆起である。これは地震力が此斷層以北の地塊に働いた結果と見るべきであらう。

水準測量は更に六月に於て、即ち四月の實測後凡そ四十日を経て、再び行はれたが其結果は第十一圖に示してある。それによると郷村斷層の兩側に生じた地形變動が、微小ながら更に幾分の増進をなしたといふことになる。此點は關東大地震の場合と異なるので、注目に値する事項と言はなくてはならぬ。

地震發生の機構を推究するには第六圖に示された地震初動の分布をも參考すべきである。今一つ郷村斷層の雁行的状態をも考慮に加へる、即ち該斷層の北部は雁行的状態が著明でないけれども、南するに従ひ各片次第に相遠ざかつて居る。此等の事實を參考に取り、地震力は主として郷村斷層以西の地塊に働いたものと考へられる。さうして其以東の地域並に山田斷層以南の地域は受身に働いたものと見る。更に郷村斷層以西の地塊に働いた地震力の方向に就いては大體に於て北西から南東の方向が認められるけれども、稍々詳細に述べるならば該地塊の北部に於ては地震力は斷層線に直角の方向に偏し、南部に於ては平行の方向に偏したと考へる方が便利である。即ち斷層片の雁行的特徴と地震前後に於ける地形變動特徴が説明され易くなるのである。

今斯様な力が地震前長い時期に互つて働きつゝあつたとして、郷村斷層以東の地域は西或は西北西からの壓迫に耐へる爲め、次第に土地の隆起を惹起し、遂に前に述べた通り、三津砂方等に於ける地震前の隆起ともなつたのであらう。然るに平均は遂に舊斷層線たる地弱線に於て破綻を引起して今回の郷村斷層を作り、此線の西部地塊は東方からの支持を失つた爲め著しき水平垂直移動となり、又東部地域は西方からの壓迫を離れて反撥をなし、幾分の水平垂直移動をなしても、大體に於て再び元の位置に近づいたのであらう。此地震力は南方に於て山田斷層以南の地域によりて抵抗せられつゝあつたものが、山田斷層に於て平均が破れた爲め斷層以北の地塊の隆起並に東方への移動となつたものであらう。

郷村並に山田の二斷層の發生順序に就いては、郷村斷層の方を第一とし、之に基づける波動が山田に到着した後、直ちに此處に第二の斷層を起したと考へる方が適當な様である。其證據としては、各測候所に於ける地震波初動の方向分布(第六圖)が之に調和することである。即ち圖上點線によりて示された線の東側は初動の方向震原に向ひ、西側は之に反對する方向を取つて居ることが著明であつて、概して郷村斷層に屬せる運動状態を示して居る。又激震區域の北部に於て屋外に居たものは、最初の大地震を経験して四五秒の後、稍々劣勢なる第二の大地震を感じたともいふ。若し此體驗が正確であるならば、これ亦前記の考へ方に調和するものである。

右は今回の地震發生の機構に關する一説に過ぎないものであつて、此外更に巧妙な説明の仕方もあるであらう。併し何れにしても、今回の地震が著しき前徴を伴つた事實は動かないものと見做して然るべきである。此種の前徴を備へた大地震を試みに調査して見ると、次表に示す様な場合を擧げることが出来る。

第四表 地形變動の前徴を有したる大地震

TABLE IV. Large earthquakes preceded by topographical changes.

| 年 月 日 Date | 日 本 曆 Date in Jap. Calendar | 場 處 Place | 永 久 變 化 Permanent change | | | 一 時 變 化 Temporary change | |
|---------------|-----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|---|-----------------------------|
| | | | 最 大 max. | | 延 長 length | 地 震 前 時 間 time before earthquake | 最 大 隆 起 max. upheaval |
| | | | 隆 起 upheaval | 沈 下 subsidence | | | |
| 1793, II, 28 | 寛 政 4.12.28 | 陸 奥 鱒ヶ澤 Adigasawa | m 3 | m — | km 20 | h 4 | m 1-2 |
| 1802, XII, 9 | 享 和 2.11.15 | 佐渡小木 Sado, Ogi | 1.3 | — | 4 | 5 | 1.3 |
| 1804, VII, 10 | 文 化 1.06.04 | 羽後象潟 Ugo, Kisakata | 2 | — | 10 | ? | ? |
| 1872, III, 14 | 明 治 5.02.06 | 石見濱田 Iwami, Hamada | 2 | 1 | 20 | 0.5 | 2 |
| 1927, III, 7 | 昭 和 2.03.07 | 丹 後 Tango | 0.8 | — | 6 | 2.5 | 1 |

右の中、問題の地震前徴に關する事實が、日本地震史料に明記せられたは、小木地震だけであつて、鱒ヶ澤地震と濱田地震とは自分が郷土誌を實地に漁つて得た材料である、又象潟地震に就いては餘程注意して調べて見たが、遂に著しき前徴のあつたといふ記録を見附得なかつたものである。然しながら著しい永久地變

の起つた地震であるから、前徴が寧ろ存在し得べき程度のものであつて、唯之れが氣附かれなかつたか、或は記録に残らなかつたに過ぎないものと解釋したいのである。

以上の地震が最近百四十年以内のものたることは、舊記を涉獵し或は記憶を喚起することが比較的容易なりしが爲めである。又記録が日本海沿岸の地震に限れるは、上下の地形變動を認めるに此沿岸が最も好都合であるからである。即ち日本海の海水は潮汐の影響を受けることが極めて微小であつて、新月満月の際の干満の差が一尺五寸程度以下であるからである。我邦に於て最近四十年間に起つた地震の稍々著明なものにつき、精密水準測量を行つた結果、多少の水準變更が認められないものは皆無と言つても宜しい。即ち地形變動は地震の發生前にも起るものであるといふことは大抵の場合に於て成立するものと見做し得られる。果して然らば地震豫知といふ難問題に對して我々は一の解法を見出したと言つても過言ではあるまい。石本助教授の傾斜計を主要觀測器械とする觀測所の凡そ十個を以て作つた觀測網は之に應ずる一の答解であらう。

今回の地震は去る大正十四年の但馬地震と密接な關係を有すべきことは、誰しも想像し得る所であらうが、これも曾て自分が物した山陰地震活動東漸（震災豫防調査會報告第七十七號濱田地震）の一例と見るべきである。此趨勢は大體に於て山陰沿岸の隆起地帯に認められた事項であるが、今回の震災地方の東側は陥没地帯たる若狭灣に當るので、別に考慮を要する問題である。丹後新舞鶴町山本文顯氏は該地方に於ける關係文献を屢々寄贈せられ、有益な參考史料を得たこと尠くないか、特に大寶の丹後大地震の如きは、此際特に參考すべき資料である。

大寶元年三月己亥（二十六日）地震三月不已、此郷（凡海士郷）一夜爲蒼海、總郷中之高山二峯、與立神岩出海上（丹後風土記）大寶元年三月二十一日紀年此月大地震三日不歇、加佐郡大半滄海と變ず（緣城寺年代記）

丹波四郡を分割して丹後國が置かれたは和銅年間の事に屬するから、右の丹波大地震は現在の丹後國の事に屬し、而も一時村落を有したる現在の冠島が覆没して無人島となりしは規模の頗る大なる地震なりしなるべく、覆没の原因は津浪なりしかとも思はれるけれども、自分は寧ろ土地沈下に因りしものと考へる。加佐郡の本土に於て餘震三日間絶えなかつたことも注目し得る。兎に角、以上の様な大地震が曾て東方の陥没地域に於ても經驗せられたことであるから、今後の地震

活動の順序は是迄とは違つた立脚點から推究すべきものであらう。

郷土誌に表はれた丹後地震 本記録は山本文顯氏の寄贈に係るものであるが、此中には震災豫防調査會の地震史料に含まれたものもあり、又全く掲げられてないものもある。ざつと調べて見ると其中には他の地方の地震であつて、丹後國に關係のないものもあり、又同様に他の地方の地震であつて、丹後は其餘波を感じたに過ぎないと思はれるものもある。又中には丹後だけの地震であつて、是迄地震史料等に載せてないものもある。かういふ區別のつくものは各地震記録の末尾に註釋として私見を加へて置いた。これにつけても從來の地震史料に幾多の缺陷のあることが氣附かれるから、出来るだけ速に此缺陷の補充せられんことを希望し、併せて此機會を利用して山本氏に謝意を表する。

- 一 白鳳四年乙亥十一月丹波國大地震（丹波丹後分國前）
- 一 白鳳十二年癸未十月十四日大地震（土佐の大地震）
- 一 大寶元年三月己亥地震三日不已此郷一夜爲蒼海總郷中之高山二峯與立神岩出海上（丹後風土記）
- 一 慶雲四年丁未六月二十三日大地震
- 一 天平六年甲戌四月大地震人死多し（四月七日、太平洋底の地震ならん）
- 一 天平十四年壬午四月大地震三日不已七月又地震あり月を踰へて不熄（天平十七年四月二十七日美濃大地震、同年七月十七日以降攝津震る地震）
- 一 齊衡三年丙子三月大地震あり（京都地震）
- 一 貞觀六年甲申七月十七日富士山噴火す
- 一 仁和三年丁未七月晦日大地震あり（震原太平洋底ならん）
- 一 承平四年甲午五月二十五日大地震あり（五月二十七日京都大地震）
- 一 承平七年丁酉四月十五日丹後大地震十一月富士山噴火
- 一 天祿三年壬申十月大地震
- 一 天延四年丙子六月十八日大地震七月十三日改元貞元元年（山城近江大地震）
- 一 治安二年壬戌三月大地震
- 一 長元二年辛巳正月大地震
- 一 建曆三年癸酉正月大地震
- 一 康元二年丁巳二月二十三日大地震三月十四日改元正嘉元年
- 一 正應五年壬辰十一月大地震

- 一 正應六年癸巳四月大地震あり八月五日改元永仁元年 (四月十三日) (關東大地震)
- 一 元享四年甲子六月大洪水十一月二十一日大地震十二月九日改元正中元年
(正中二年十月二十一日或は十一月二十一日近江山城大地震)
- 一 元徳三年辛未七月二日大地震數日不止七日富士山崩壊數十丈八月十日改元元弘元年 (紀伊大地震)
- 一 延文五年庚子五月大地震
- 一 應永九年壬午十二月大地震
- 一 應永十四年丁亥正月五日大地震 (會津地震)
- 一 永享四年壬子九月二十四日大地震
- 一 文安五年戊辰十月大地震 (震原太平洋) (底ならん)
- 一 康正元年乙亥十二月晦日大地震
- 一 文正元年丙戌十一月二十九日大地震
- 一 文明七年乙未六月十一日丹後大地震
- 一 明應五年丙辰五月十一日丹後大地震八月二十五日大地震 (七年八月二十五日) (東海道沖大地震)
- 一 永正七年庚午八月七日大地震四天王寺石鳥居崩裂 (八月八日曉) (攝津地震)
- 一 天正十二年甲申十一月九日大地震
- 一 天正十三年乙酉十月二十九日大地震 (十一月二十九日) (太平洋底大地震)
- 一 慶長元年丙申閏七月十二日京都伏見大地震
- 一 寛永四年丁卯正月二十一日大地震 (江戸大) (地震)
- 一 慶安四年六月二十日大地震 (二年六月二十日) (江戸大地震)
- 一 萬治三年庚子正月四日丹後但馬大地震
- 一 寛文二年壬寅五月朔日丹後大地震天下人死多し洛中二條城破損 (西近江東山) (城大地震)
- 一 元祿七年甲戌十月二十六日晝八時より七時頃迄大地震ゆり通し丹後損害多し
(宮津事蹟記曰宮津町家々間隔一尺以上道路龜裂泥土噴出家屋倒潰あり)
- 一 寶永四年丁亥十月四日大地震遠江國荒井關海に没す (太平洋底大地震)
- 一 寛延四年辛未七月大地震十月二十八日改元寶曆元年
- 一 安永三年甲午十二月十一日夜大地震あり
- 一 天明六年丙午七月大地震八月二十九日宮津如願寺谷大崩洪水
- 一 文政二年己卯五月大地震あり (二年六月十二日伊) (勢美濃山城大地震)

- 一 文政十三年庚寅四月地震縁城寺古塔倒潰 (七月二日京都大地震)
- 一 弘化四年丁未正月十三日木津村中館上野和田二丈餘地落地昇
- 一 安政元年甲寅六月十三日朝六時晝八半時四時大地震 (伊賀伊勢大和大地震)
- 一 安政五年戊午二月二十六日八時古今稀なる大地震 (飛騨越前大地震)

(昭和二年七月認)

第一圖 丹後地震東京記象 (東西實動)

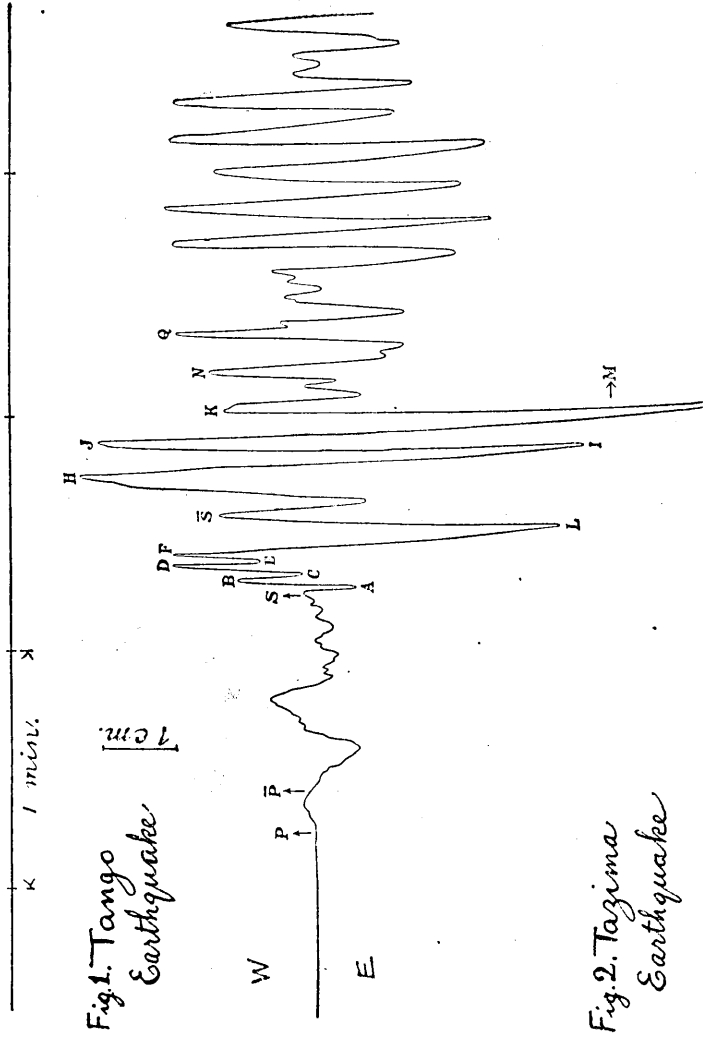
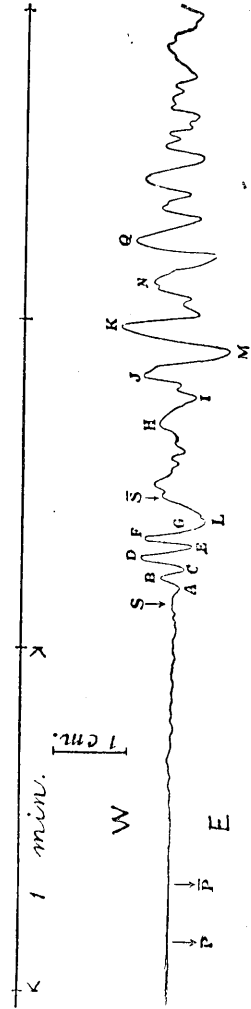


Fig. 1. Tango Earthquake

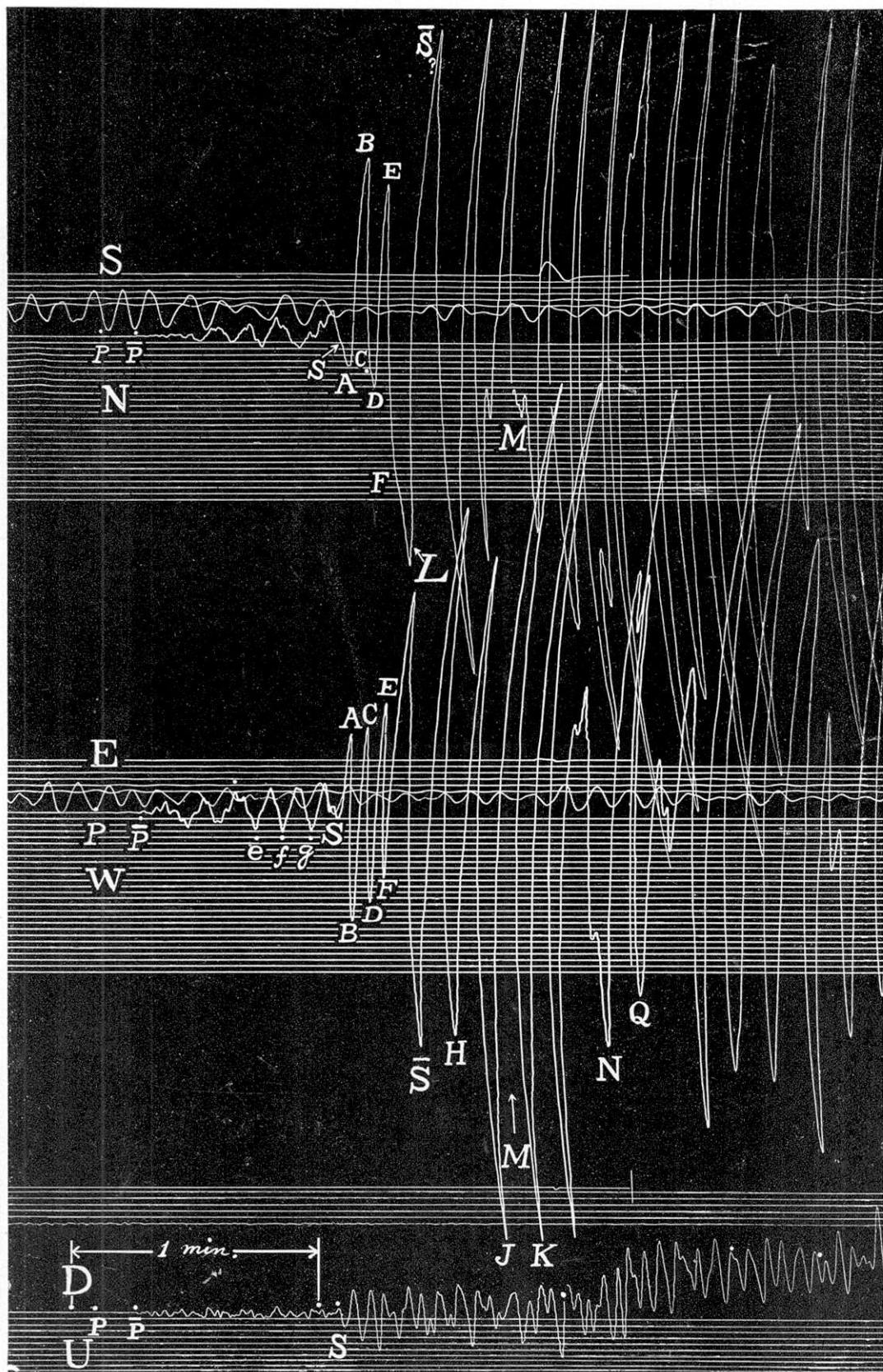
Fig. 2. Tajima Earthquake



第二圖 但馬地震東京記象 (東西實動)

第三圖 丹後大地震東京地象 (實動の二倍)

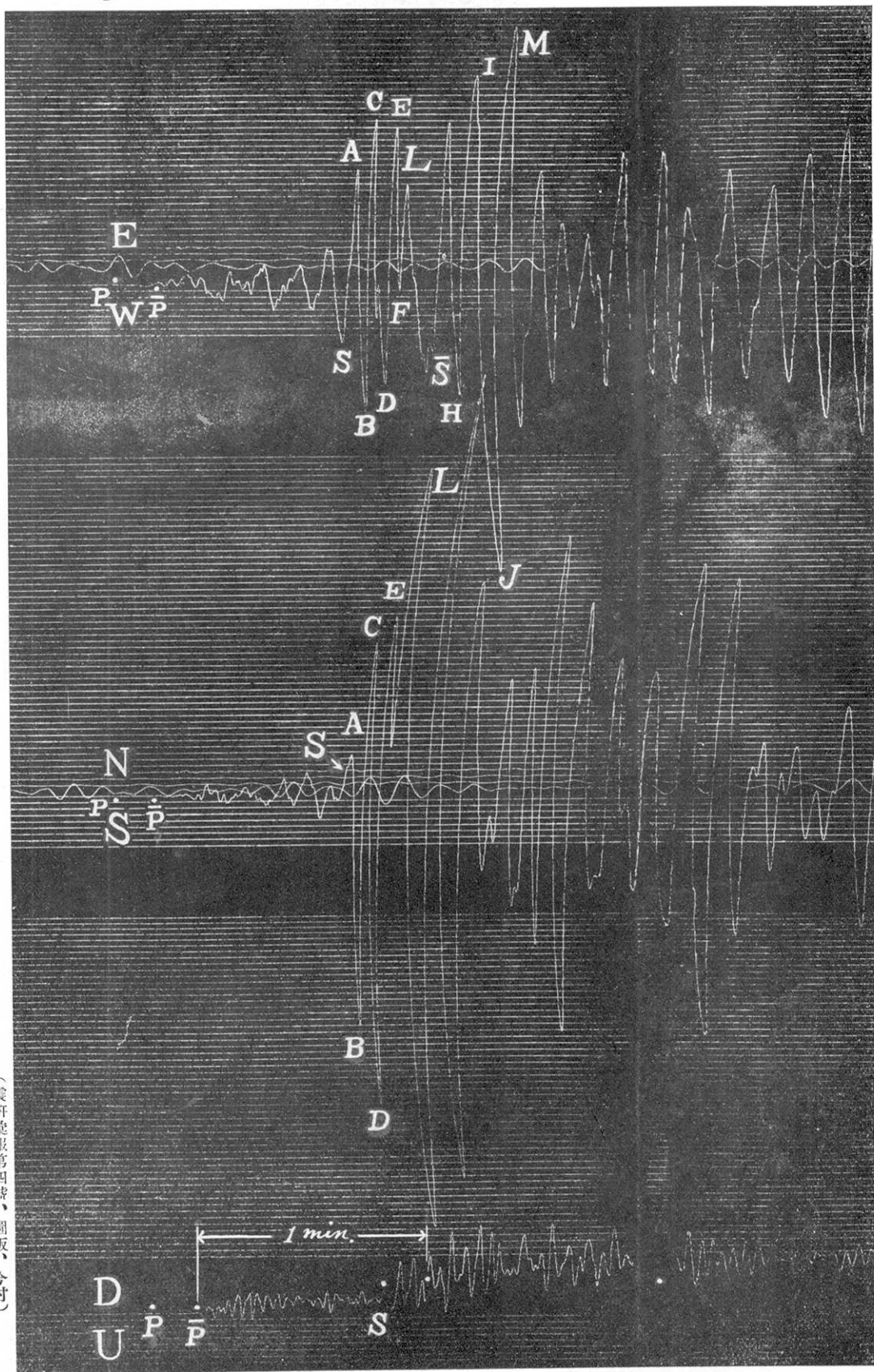
Fig. 3. Tokyo observation of the great Tango Earthquake (mag.=2).



(震研彙報第四號、圖版、今村)

第四圖 丹後大地震鎌倉記象 (實動の二倍)

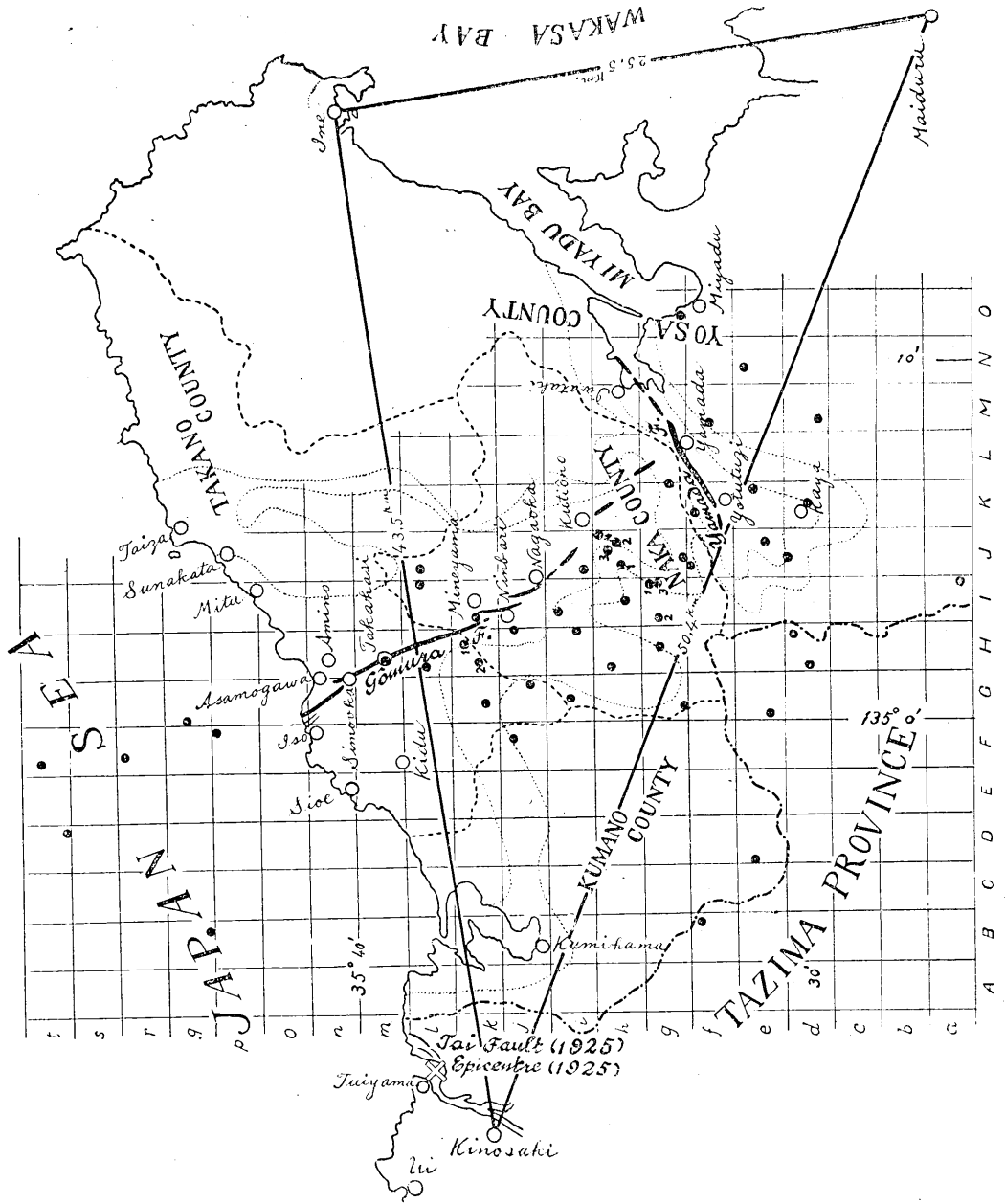
Fig. 4. Kamakura observation of the great Tango Earthquake (mag.=2).



(震研彙報第四號、圖版、今村)

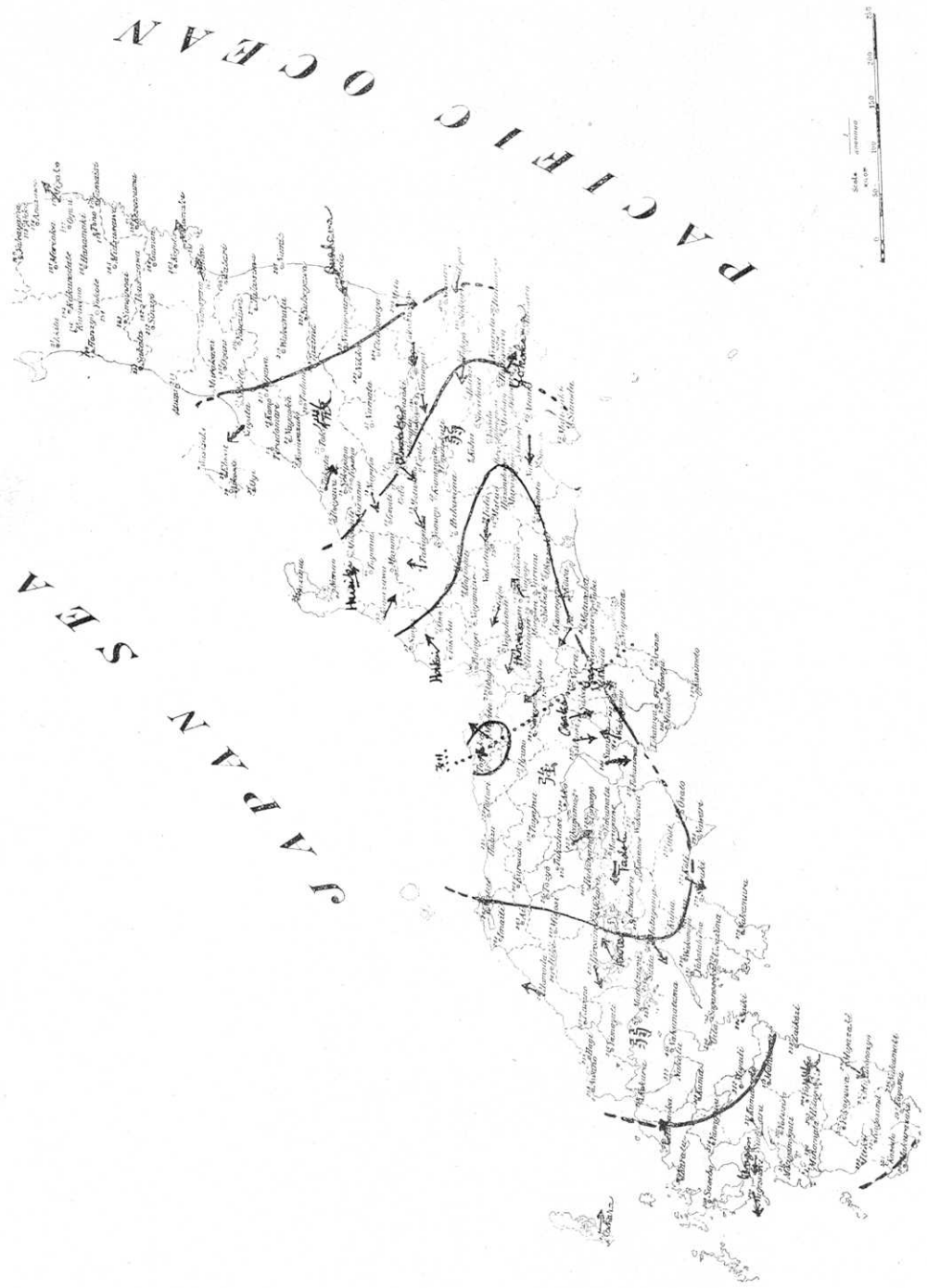
第五圖 震域圖 等震線，新斷層線，餘震の三角觀測結果を示す

Fig. 5. Map showing the seismic area with the isoseismals, the new fault lines and the epicentres of the after-shocks.



第六圖 等震線及び初動分布

Fig. 6. Isoseismals and directions of the initial earth's movement.



(震研彙報第四號、圖版、今村)

第七圖 津居山檢潮儀記象

Fig. 6. Mareogram obtained at Tuiyama.

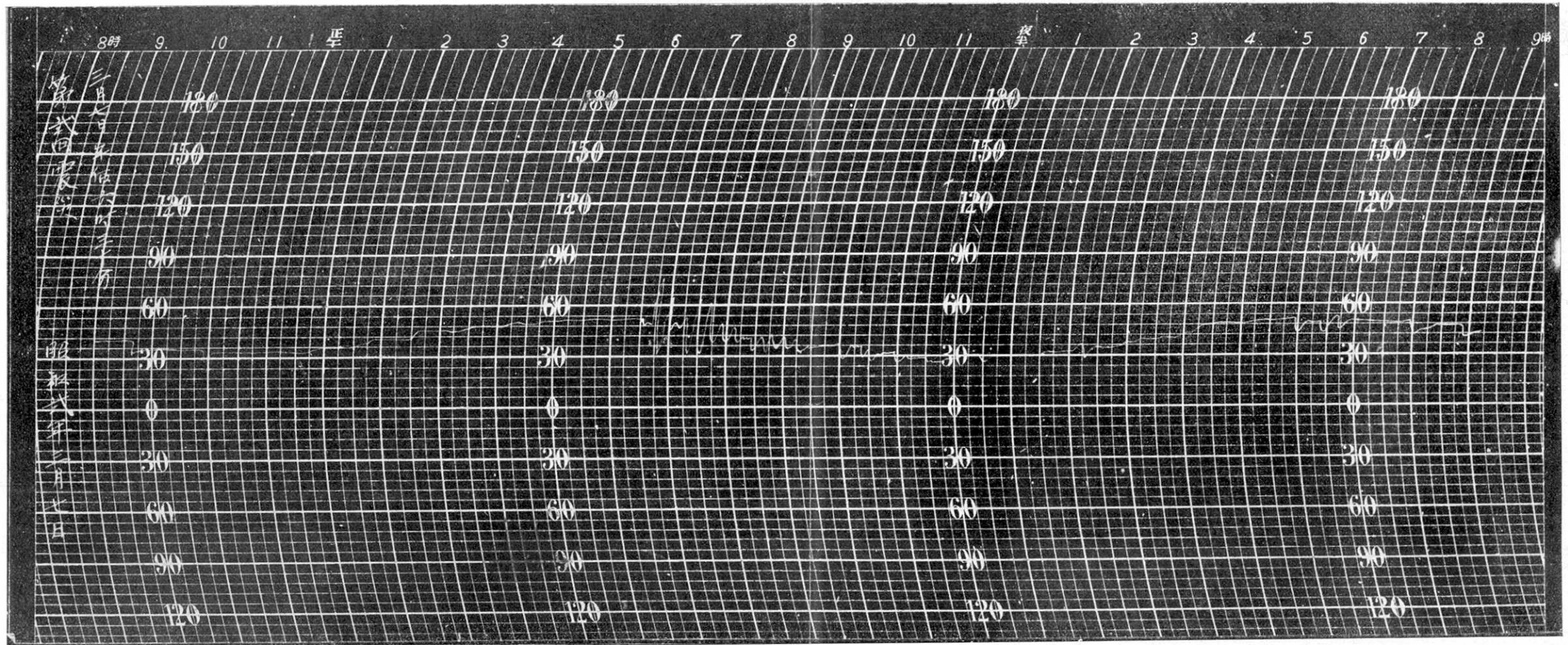
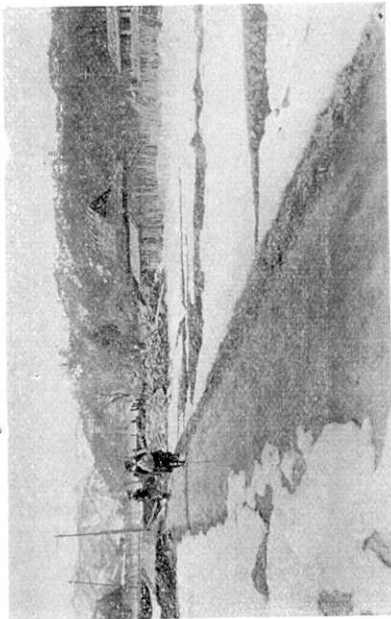


Photo. I.

[A. Imamura.]

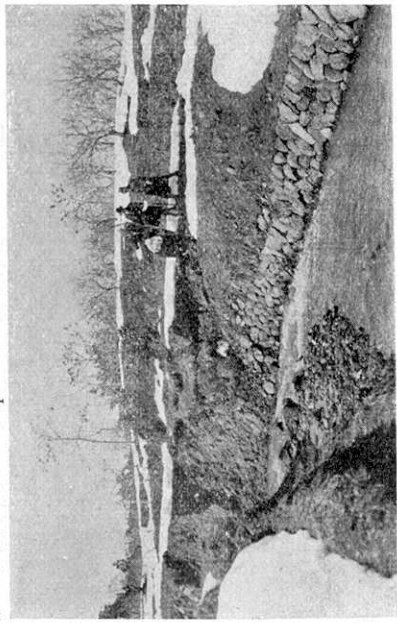
[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4, Pl. XL.]

a. The Gómura fault across a road running from Takahasi toward the east. Dislocated 250 cm. horizontally and 57 cm. vertically.



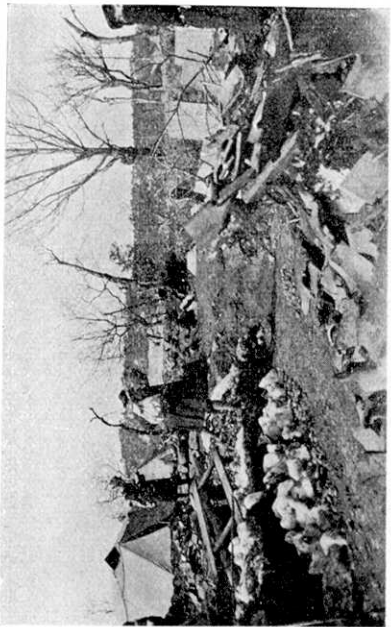
甲、郷村斷層にて横切られたる高橋、公庄間の道路段違ひ水平に 250 釐、上下に 57 釐

c. A brook in the south of Takahasi cut by the Gómura fault. The course was changed and a small fall was produced.



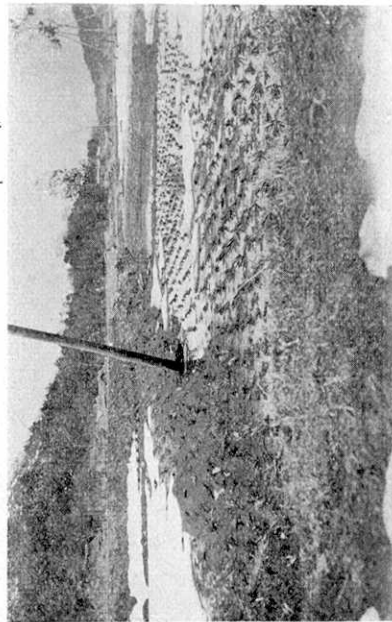
丙、高橋南方の小川を横切つた郷村斷層 流れの向きが變り急流となる

b. Ditto across another road in Takahasi. Dislocated 250 cm. horizontally and 52 cm. vertically.



乙、郷村斷層にて横切られたる高橋の道路 段違ひ水平に 250 釐、上下に 52 釐

d. The Gómura fault across a paddy field.

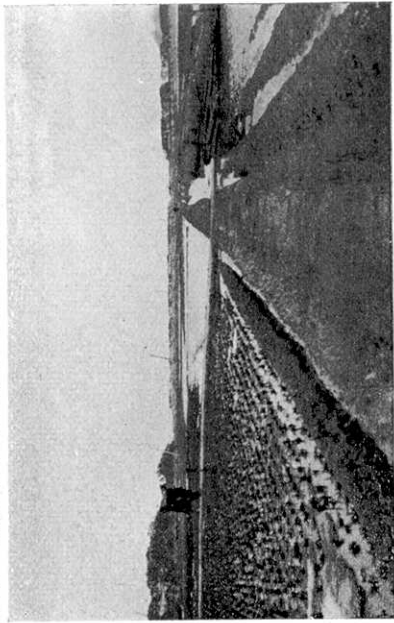


丁、高橋水田に現はれたる郷村斷層

[A. Imamura.]

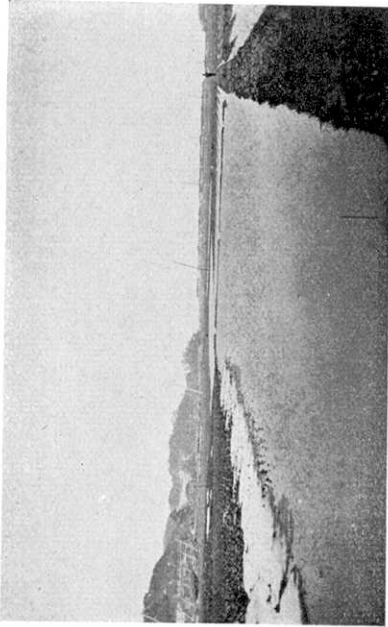
[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLI.]

a. The Gómura fault in the east of Simooka indicated by a zone of depression and tilting. The depressed area is filled with water.



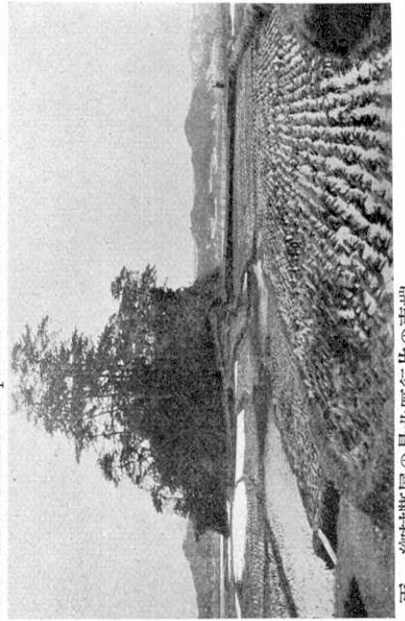
甲. 下岡東方に現はれたる郷村斷層 土地或は傾斜し或は沈下し水溜る

b. Ditto



乙. 同上

c. The Gómura fault. The southern end of the northernmost piece of the echélon.



丙. 郷村斷層の最北雁行片の南端

d. The Gómura fault. Tertiary stratum. The northern end of the fault in land.



丁. 郷村斷層の陸上北端 第三紀層岩盤を貫く

寫真版三

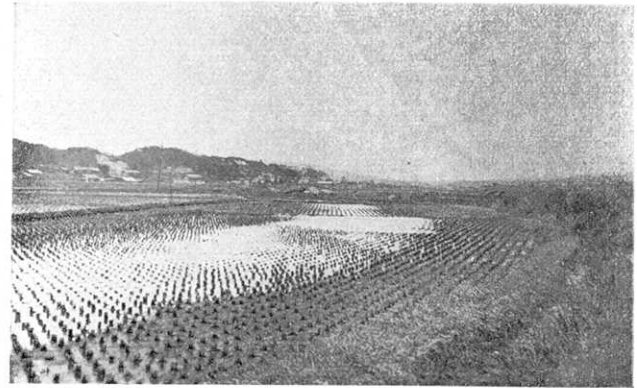
Photo. III.

[A. Imamura.]

[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLII.]

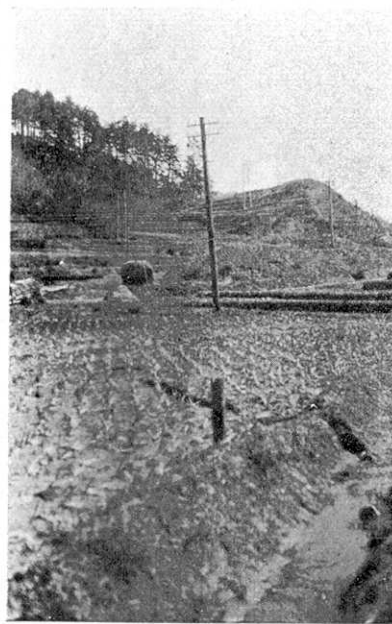
a. Slicken face of granite in the Gômura fault at Yasu, Mineyama.

b. Zonal depression of paddy field in the south of Kutiôno.



乙. 口大野南方に於ける水田面之沈下

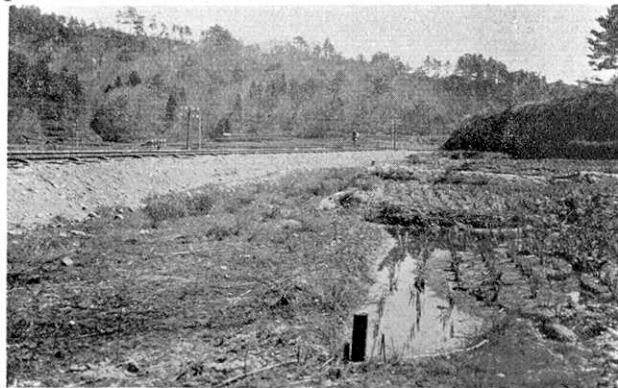
d. Ditto.



丁. 同上 (山下氏撮影)

甲. 郷村断層によりて生じたる花崗岩の滑面 峯山町字安(山下氏撮影)

c. The Gômura fault. The southernmost piece of the échelon.



丙. 郷村断層之取用之雁行片

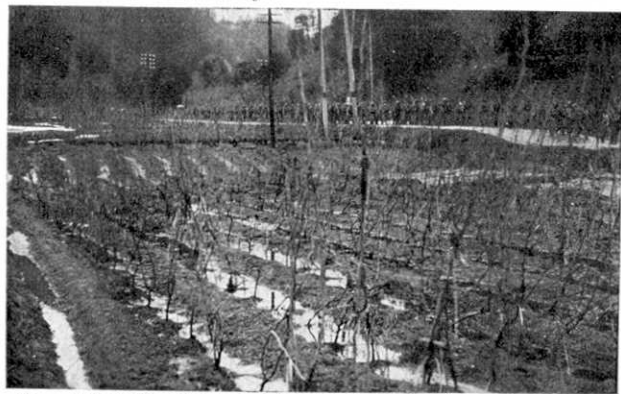
(震研彙報第四號、圖版、今村)

寫真版四

Photo. IV.

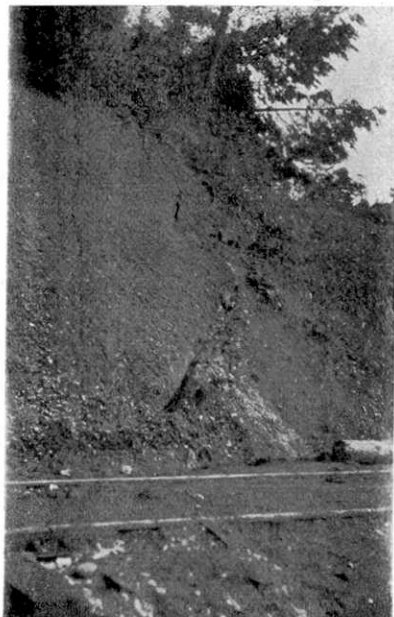
[A. Imamura.]

a. The Yamada fault across the Mineyama highway and mulberry field in the north of the village of Yamada. Dislocated 80 cm. horizontally and 40 cm. vertically.



甲. 峯山街道に現はれたる山田断層 段違ひ水平に 80 厘米上下に 40 厘米

c. The Yamada fault across the stratum of granite near the Siroyama railway-tunnel.



丙. 城山隧道の入口に於て花崗岩を貫ける山田断層

[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4, Pl. XLIII.]

b. The Yamada fault near its western end in the village of Yotutuzi.



乙. 四辻に現はれたる山田断層の西部

d. The Yamada fault at its eastern end as revealed by the tilting and sinking down of land.



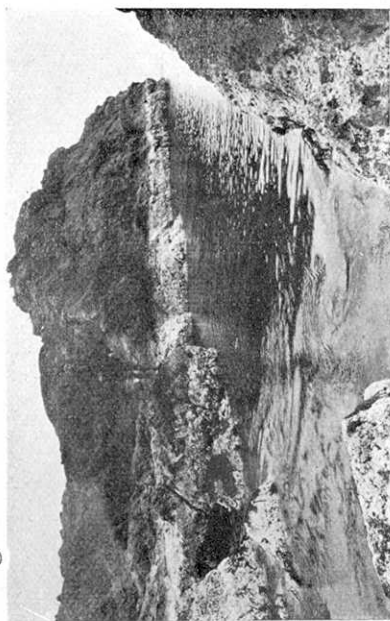
丁. 山田断層の東端土地傾斜し或は沈下して海底に没す

寫真版五

Photo. V.

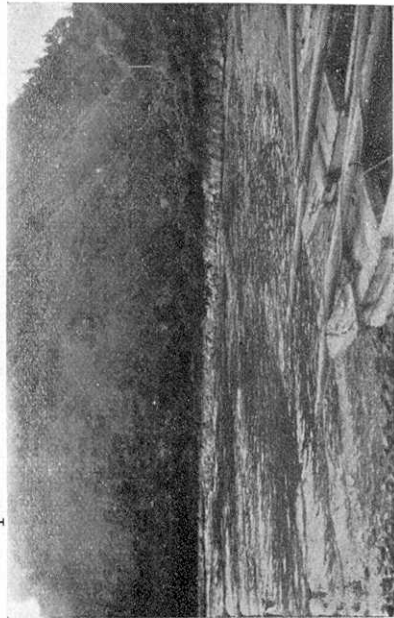
[A. Imamura.] [Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4, Pl. XLIV.]

a. Upheaval at Yūhiminato. The land raised as high as 80 cm.



甲. 夕日港に於ける土地の隆起 (岩本氏撮影)

c. Upheaval at Sioe.



丙. 鹽江に於ける土地の隆起

b. Ditto.



乙. 同上 (岩本氏撮影)

d. Upheaval at Iso.



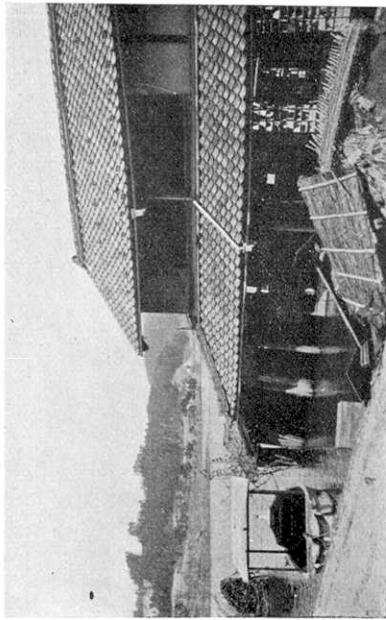
丁. 磯に於ける土地の隆起

(震研集報第四號、圖版、今村)

[A. Imamura.]

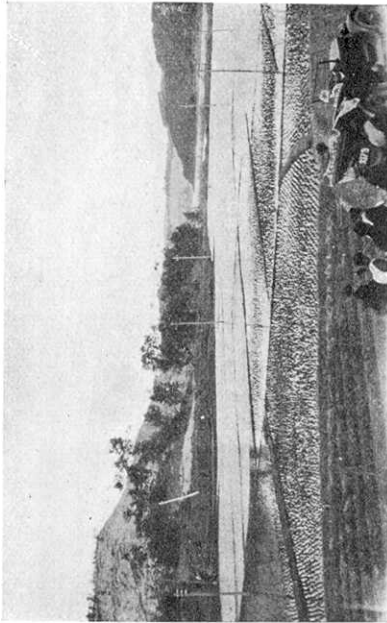
[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLV.]

a. Depression of land at the N. margin of the Lake Ri-ko.



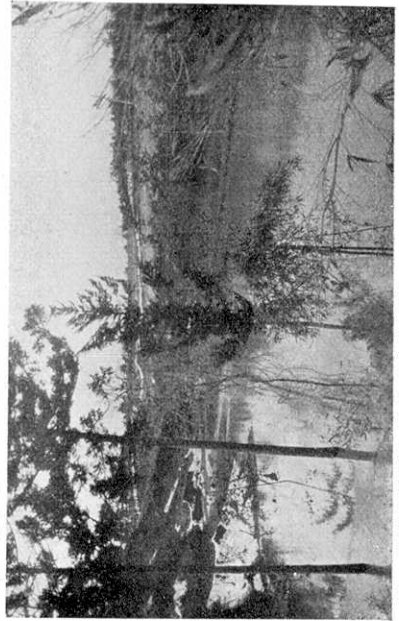
甲. 離湖北岸の沈下

b. Ditto with land slide of a sand dune.



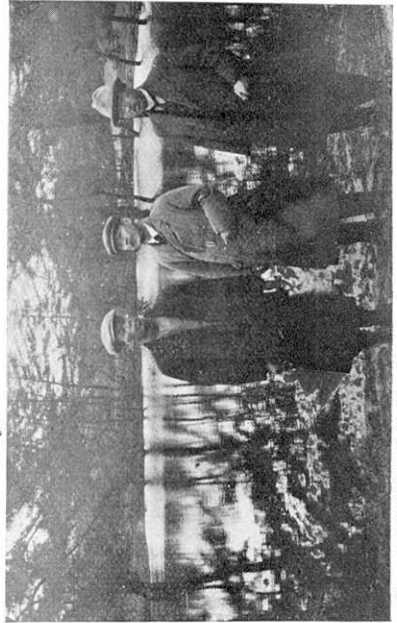
乙. 同上 並に砂丘の地滑り

c. Depression of land in the south of the Lake Ri-ko.



丙. 離湖の南方に於ける土地沈下

d. Depression of land of the N. coast of the Kumihama Bay.



丁. 久美濱灣北方沙丘に於ける土地沈下

寫真版七

Photo. VII.

[A. Imamura.]

[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLVI.]

a. A sand-flow in the village of Simadu, east of Amino.



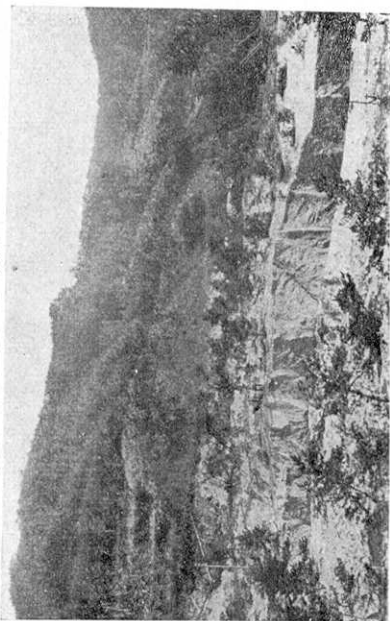
甲. 島津村に於ける沙流

b. Another sand-flow in Simadu, 400 meters long and 100 meters wide.



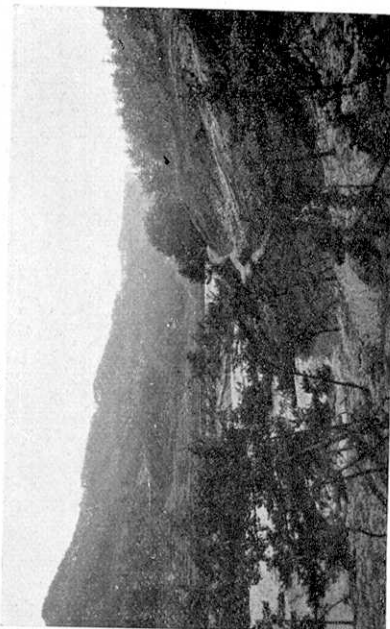
乙. 島津村に於ける大沙流

c. The lower course of (b).



丙. 乙に於ける沙流の續き

d. The end of (b).



丁. 乙に於ける沙流の末端

寫真版八

Photo VIII.

[A. Imamura.]

a. Siroyama railway-tunnel. The northern entrance.



甲. 城山隧道 北口 (關氏撮影)

c. Railway in the south of Siroyama.

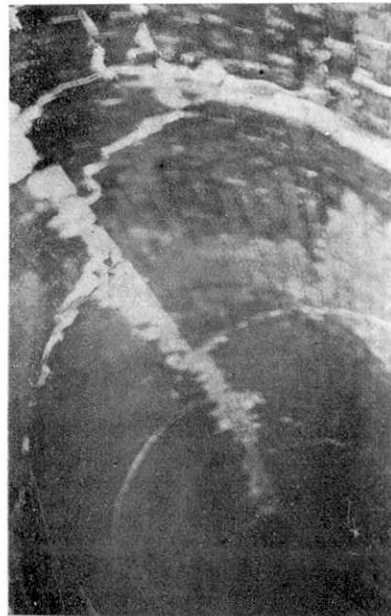


丙. 城山隧道 南方線路の崩壊 (宮津保線課撮影)

(震研彙報第四號、圖版、今村)

[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLVII.]

b. Ditto. Damage in the interior.



乙. 城山隧道内部の歪み (宮津保線課撮影)

d. A concrete bridge in Takahasi.



丁. 橋梁破損 高橋 (斷層に近し) (關氏撮影)

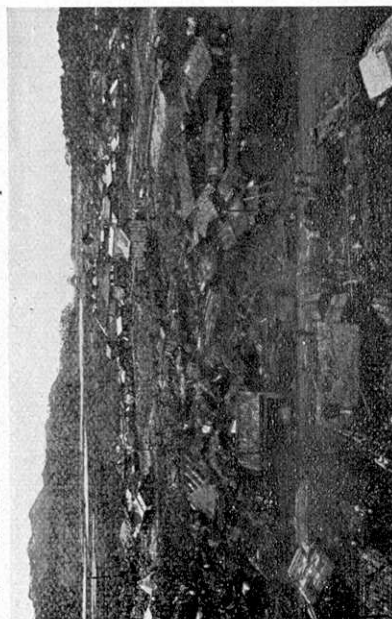
寫真版九

Photo. IX.

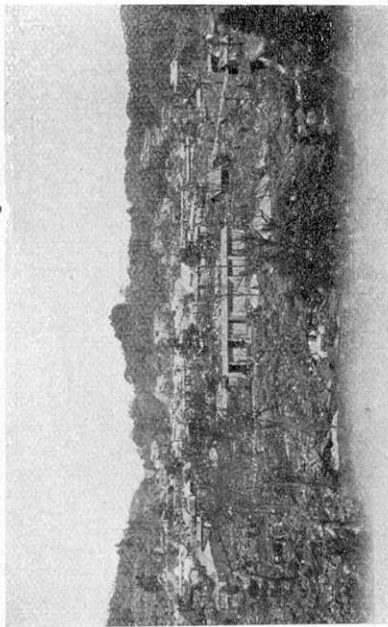
[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4. Pl. XLVIII.]

[A. Imamura.]

a. Amino soon after the earthquake.



b. Mineyama after the earthquake.



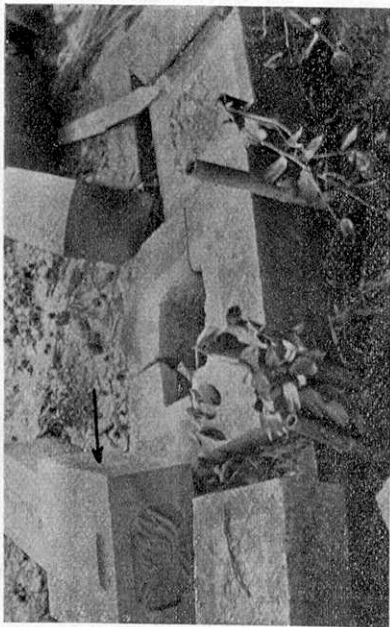
甲. 震災直後の鞠野町 遙に浅茂川を望む (岩本氏撮影)

乙. 震災後の峯山町

c. A dam in Mineyama.



d. Sliding of grave-stones in Mineyama.



丙. 峯山町第二水源地ダムの破壊 (關氏撮影)

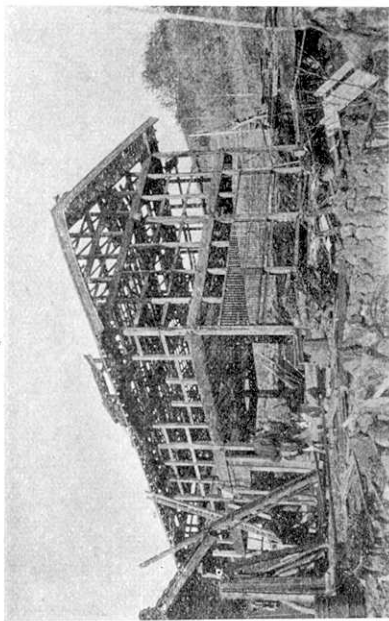
丁. 峯山町墓石の移動 (那須氏撮影)

(震研彙報第四號、圖版、今村)

[A. Imamura.]

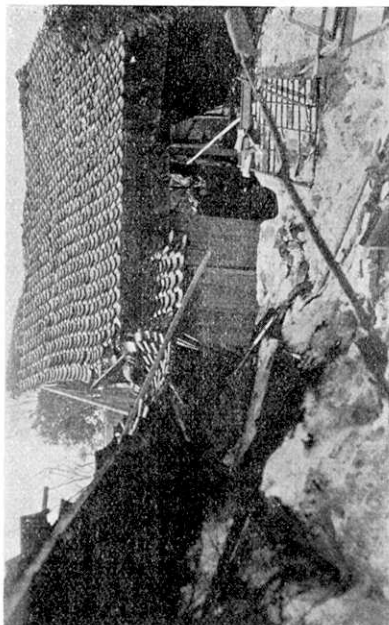
[Bull. Eqk. Res. Inst., Vol. 4, Pl. XLIX.]

a. Construction of two-storied wooden house common in the locality.



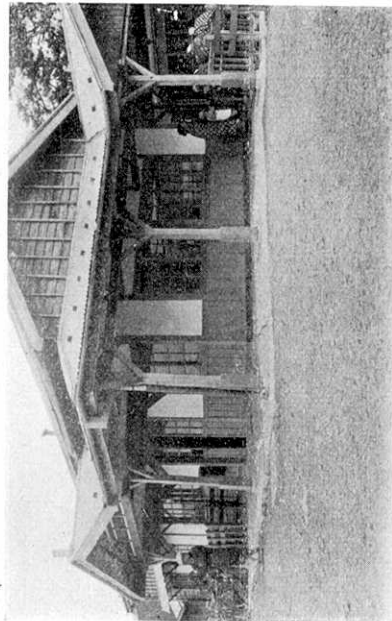
甲. 震災地方に於ける二階建の普通構造

b. Wooden house on the Gómura fault.



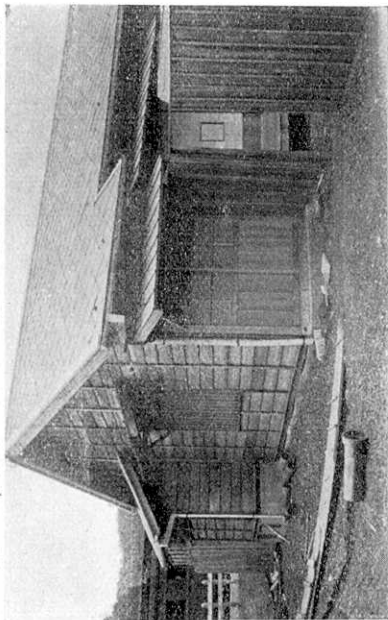
乙. 郷野斷層上の木造家屋

c. Amino railway station. The house was displaced as much as 10 cm.



丙. 郷野駅 斷層上に於て十厘米程の移動をなす

d. Another house at Amino railway station. It was displaced southwards as much as 15 cm.



丁. 斷層上の郷野駅官舎南方へ十五厘米移動す

(震研集報第四號、圖版、今村)