

41. 昭和14年5月1日男鹿島 地震の地變に就て

地震研究所 { 宮 部 直 巳
武 井 柳 吉

(昭和14年6月15日發表—昭和14年6月20日受理)

(1) 序 説

昭和14年5月1日、秋田縣男鹿島地方に強震があつて、男鹿半島北部では少なからぬ被害があつた。是等の被害並に餘震觀測に關する報告は別に萩原氏¹⁾のものがある。

この地震に伴つて各所に地變のあつたことが報告されてゐる。これらの地變の生じた場所は大體次の様に區分することが出来るやうである。

- (1) 男鹿半島北部、北浦町附近。
- (2) 五里合村中安田、琴川等の部落附近、この附近は地震動による倒潰家屋も亦最も多かつた地域であつた。
- (3) 寒風山の北側のすその山褶に沿ふ地裂系。
- (4) 湯西村地内、八郎潟の西北隅で、八郎潟と日本海とに夾まれた狭長な地帯の一部。

是等の多數の地變の中、安田及び琴川の部落附近に現はれたものは、前記萩原氏の報告²⁾ 或は大塚氏の報告²⁾ によつてみても、山の尾根に沿うて生じたものか、或はさうでなくても、從來屢々指摘されたやうな地震の發生と特別の關係を持つ様な斷層ではなく、單なる崩壊地が地形等の關係で偶々線上に配列されてゐるに過ぎないと考へられる場合が少くないとの事である。

北浦町附近には大きな地辻があつた。日本海々岸に沼うて延長約1 km以上の地域が海の方へたり落ちたものである。この滑落地域内には100戸以上の家屋があつたのであるが、主として、滑落の際の地域内に於ける著しい變動の爲に殆ど全部倒潰した。この地辻に關しては若干の踏査の結果を後に述べるつもりである。

1) 萩原尊禮 震研彙報 17 (1939), 627.

2) 大塚彌之助 震研彙報 17 (1939), 650.

潟西村に於いては、五明光、釜谷地の2部落の中間に於いて多くの割目が認められた。又その一部、玉の池の開懇地部落附近では地震の際、地下から水と土砂とを噴出した。その水は黒く濁つて居り、悪臭を伴つてゐたといふことである。斯様な部分はまた著しく沈下したらしく、この附近に住む人々の言によれば4尺位は下つたといふことである。

斯様な地表面の變動は次に述べる様に、精密水準測量を施行することによつてその一部を測定することが出来た。

(2) 潟西村に於ける變形

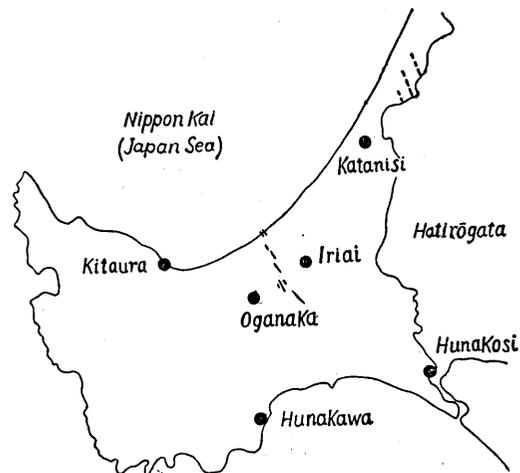
潟西村における地表面の龜裂は、八郎潟の西北隅で、八郎潟と日本海とを分つ狭長な地域の砂地に生じたものである。その場所は、第1圖に示してある。

この潟西村における龜裂分布は更に擴大して第2圖に示した³⁾。

この圖中、龜裂に囲まれた地域で陰影を施した部分は、腐植土を含む地下水や砂を噴出した地域である。

龜裂に沿つて若干の水平方向の喰違を生じたことが看取される。而も第2圖中、A、B、の2個所に於いては之をある程度まで精密に測定することが出来る⁴⁾。即ちA

に於いては、開懇地部落内の直線道路に沿つて建てられた數個の電柱が、地震前に一直線上に並んでゐたものが地震後一直線上にはなくなつたといふことによつて水平移動が認められ、又Bの點に於いて道路の喰違が道路そのものの曲りから見當をつけることが出来る。是等の地點に於いては、變動以前における變動後の地點の位置を大體知ることが出来るので、これに據つて水平移動量を測定することが出来る。測定した相對的水平移動量は、

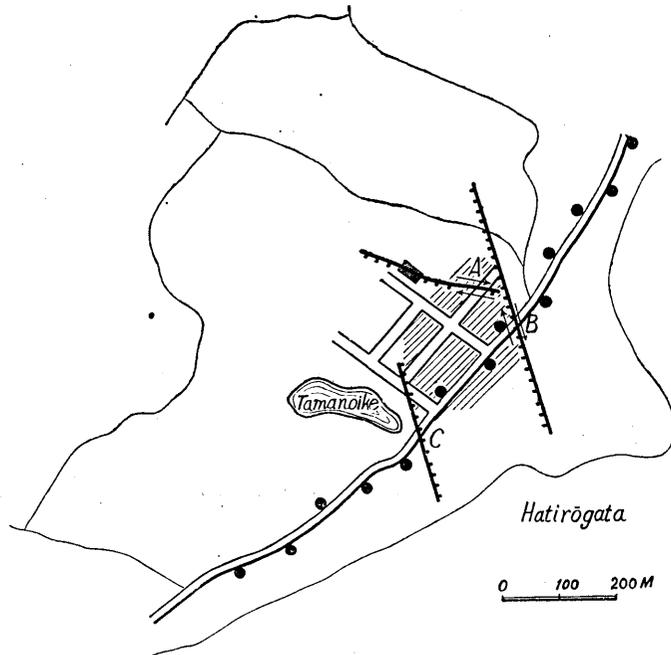


第1圖 昭和13年5月1日男鹿島地震の際の龜裂分布

Fig. 1. Distribution of cracks associated with the Ogasima earthquake of May 1, 1939.

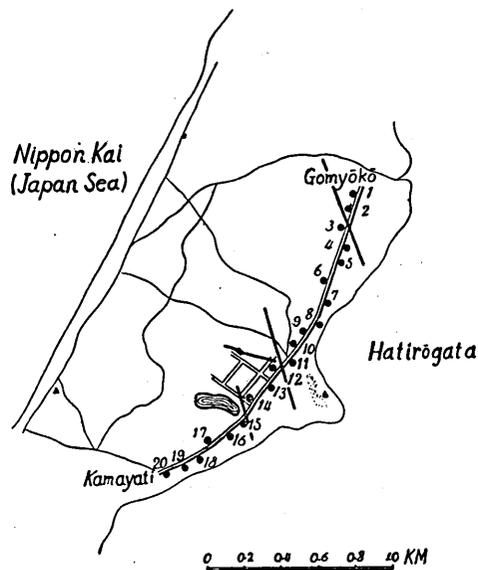
3) 龜裂の分布の詳細は大家氏報文中に示されてゐる。

4) 寫真第3圖及第4圖參照。



第 2 圖 玉の池附近の龜裂と配置

Fig. 2. Distribution of cracks near Tamanoike.



第 5 圖 五明光—釜谷地間水準點の分布 (數字は水準點番號)

Fig. 5. Distribution of bench-marks between Gomyōkō and Kamayati.
(The numerals against the black circles designate the number of bench marks.)

地點 A に於いて	3.9 m
地點 B に於いて	1.3 m

である。

五明光及び釜谷地を結んで南北に延びる縣道に沿うては、秋田縣土木課の手によりこの地震直前（昭和13年4月上旬）水準測量が行はれた。この測量では、所々に於いて、縣道の道路面の高さが測定されてゐる。其故、この縣道に沿うて水準測量を再び行へば、縣道上に於ける高さの變化を知ることが出来るわけである。

そこで、吾々は、五明光、釜谷地間約3kmの間に精密水準測量を施行することにした。先づ、この區間に20個の水準點を埋設した。水準點は、約4寸角、長さ1尺位のコンクリートのブロックで、頂部に鐵リベットを埋めてある。是等の水準點の間隔は100m乃至200mである。その配置は、第5圖に示してある。

水準測量の結果測定された各水準點の、釜谷地に在る20號水準點に對する高さは第1表に示した通りのものである。

第 1 表

水準點 (B. M.)	高 さ (Height)	水準點 (B. M.)	高 さ (Height)
1	^m -1.2211	11	^m 0.0197
2	-0.5825	12	-0.3046
3	1.4364	13	-0.4049
4	2.5176	14	-0.4240
5	1.1027	15	-0.8014
6	-0.0297	16	-1.0437
7	1.3570	17	-1.5621
8	0.9156	18	-1.6636
9	-0.5531	19	-1.4213
10	-0.3060	20	0.0000

この水準測量に於いては、途中所々に於いて、直接、縣道上の地盤高を測定したので、之と、縣土木課當局の測定された地震前の地盤高とを比較すれば、垂直變動量を知り得るわけである。

斯様にして測定された縣道に沿うての變動の有様は第6圖に示されてゐる。但し、この變動量は、釜谷地附近における地盤高は地震前後で變化しないといふ假定の下に算出されたものである。

各地點の垂直變動量は又第2表に掲げてある。この表の中、第1行にある“水平距離”といふのは、縣道に沿うて山本郡と南秋田郡との郡界から測つた距離である。

茲で一應注意しなければならないことは、測定された垂直變動量に含まれる誤差の問題である。秋田縣土木課で施行した測量に於いては、測量機械としては、Y-Level 及び木製標尺が用ひら

第 2 表

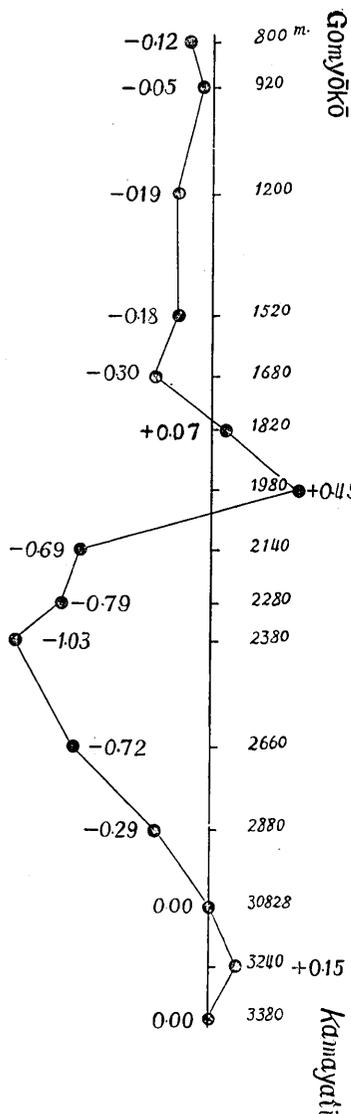
水平距離 (Horizontal dist)	垂直變動 (Vertical displ)
m	m
800	-0.12
920	-0.05
1200	-0.19
1520	-0.18
1680	-0.30
1820	+0.07
1980	+0.45
2140	-0.69
2280	-0.79
2380	-1.03
2660	-0.72
2880	-0.29
3082.8	0.00
3240	+0.15
3380	0.00

れて居る。又その際測定された地盤高は水準標の頂點の高さといふ様な極めて明瞭な標識ではなく、道路面上の高さである。其故、舊測量と新測量との夫々の結果を比較して垂直變動量を算出しやうといふ際には若干の誤差は免かれぬ。即ち、垂直變動量に含まれる誤差としては、

(i) 前測量に使用された機械、特に標尺目盛の不精確による誤差。

(ii) 前後回の測量に於いて同一地點と思はれた場所が實は全然同一地點ではない爲に生ずる高さの差異。

是等の中第 2 項の誤差は高さを測定した場所の傾斜に據るわけである。測定地點の位置の差異は大體 1 m 内外程度のやうであるし、傾斜は 1~2° の程度であるから第 2



第 6 圖 五明光一釜谷地間縣道沿線の垂直變動 (符號の付いた數字は變動量を示す、單位は m) (The numerals with signs denote the amounts of vertical displacements and the numerals without signs denote the horizontal distances.)

項の誤差は數 cm であらう。又第 1 項の誤差も大なりとはいへ、1 cm 内外のものであるから、總計して誤差は 10 cm 内外の程度を越えないものと思はれる。

この程度の誤差を考慮しつゝ再び第 6 圖を見れば、釜谷地附近の變動を 0 とした時玉の池附近で著しく下り、之を越えた處で一度稍々上昇した後、五明光附近では又大略元に戻つてゐる。このことは、變動が、極めて狭い地域に限られてゐることゝ、前後 2 回の高さの測定値が 10 cm 内外の精度で相當信頼し得ることを示すものと思はれる。尙、吾々の測量における往復の差異は 5.0 mm であつて、測量部規定の一等水準測量の精度よりは稍々悪い程度である。

この測量の結果は第 6 圖に示されてゐる通り、玉の池附近の B, C の 2 個の龜裂に圍まれた地域の沈下が著しく、その量は最大約 1 m に及んでゐる。又この場所では、地下から土砂と、黒く濁り且惡臭を持つた水とが噴出したことは前述の通りである。

以上の通り、この地震の際に地下から土砂と水とを噴出した現象は、その地域が周圍に比して著しく沈下したといふ事と關聯してゐるといふ事實が、相當程度の明瞭さを以て言へる。

尙、注意すべきことゝ思はれるのは、龜裂を生じた地域に住つてゐる人々の言によれば、龜裂が“2 度目の地震”と共に生じたといふことである。話の様子によれば、“2 度目の地震”といふのは S-相の動震の如くである。若しさうだとすれば、この龜裂が地震の S-相の震動で生じたといふことは一つの新しい事實であらう。

次に問題となることは如何にして斯様な龜裂が生じたかといふことである。この場所に斷層運動があつたと言つてもよいかもしれないが、併し、この潟西村の龜裂状態や被害状態から推して、從來、丹後、伊豆等の地震の際に認められた斷層運動と同一視することは困難のやうに思はれる。尤も小規模の斷層運動であるとするは必ずしも不可ではないかもしれない。一方から見れば、龜裂にかこまれた——第 2 圖で陰影を施した——部分が幾分か滑落したと考へることも出来る。併し、それも單純な滑落ではないやうである。何故ならば、龜裂を生じた場所は砂地であるが、その表面の傾斜は極めて小さく、些少の震動によつて滑落する様な不安定な状態にあつたとは思はれない。且つ滑落の方向と地表面の傾斜とは必ずしも一致しないやうである。

たゞ茲に次の様な事が注意されるのである。

(i) 玉の池附近の平地において地下水の水位は、地表面下約 50 cm のところにある。

(ii) 地震の時この附近から噴出した水が黒色を呈し惡臭を伴つてゐたことから、その水の中に含まれてゐたものは泥炭化した植物の腐敗したものではなかつたかと思

はれる。

(iii) 八郎潟の水位は現在の縣道々路面より 10 m 以上低くなつてゐる。併し、玉の池の水位は低くとも 1 m 程度である。

是等の事實から見て、第 2 圖上で陰影を施した部分は、以前には玉の池に續く沼地又は少くとも濕地であつたのではないであらうか。而して其處に生ひ茂つてゐた草が砂に埋められて現在の平地が出来てゐるとすれば、砂層の下部に炭化した植物のあること、地下水位の高いこと等容易に諒解し得る。又若しさうだとすれば、震動によつて表面砂層の下部が流動性を帯びることが豫想され、従つて下部の流動性物質の移動に伴つて地表面に不規則的な變形を生ずる可能性も考へられる。さうでなければ、單一な滑落現象としては、第一に水平方向の相對的移動の向きが説明し得ない。

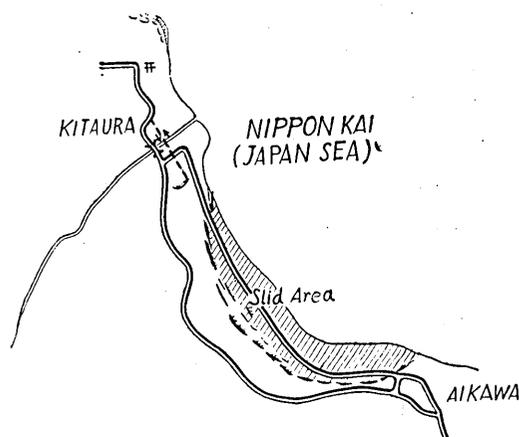
又變動地域が極めて小さい事から考へて往時の小沼の埋まつた場所の變動とした方が、八郎潟の延長の地域であつたとするよりはもつともらしいやうである。

以前の地震の際にも、平地から土砂を噴出した例は少ないが、今回の如く、それが明かに著しい沈下地域に起つたものと認め得るやうな結果を得た例は少ないやうである。

(3) 北浦町の地氾に就て

北浦町に於いては、既述の如き地氾があつた。この地氾地域の邊縁は延長 1 km に及んでゐる。地氾地域の有様の一部は第 7 圖の寫眞に示してある。

この地氾を生じた地域の、全體として滑り面に沿うて移動した量は比較的小さい様である。地氾地域の邊縁部で、その移動量と思はれる、氾つた土地と氾らない土地との間に生じてゐる喰違ひは數十種乃至 1 m 程度に過ぎない。但し、氾つた地域内では、多數の裂隙を生じて無數のブロックに分裂し、その各々のブロックが勝手な運動をして居る。又ある場所では更に微少な岩屑となつて海上に流出したものもある。又ある場合では隣接してゐるブロックが



第 8 圖 北浦町附近地氾地域略圖

Fig. 8. Map showing slid are at Kitaura-mati.

水平に移動若しくは著しく傾斜し、空隙を生じて、その空隙に陥没したブロックもある。それ故、一見した所では、甚しく滑落したかに見える箇所もあるけれども、上述の様に、實際、全體として移動した量は比較的小さいのではないかと思はれる。北浦町における倒潰家屋は全部が、この地辻を生じた地域にあるので、地震動のみによつて破壊されたと明かに認められる家屋は全く無い様である。即ちその全潰家屋のすべてが地震に伴つた地辻によつて生じたものであると認められる。

地辻地域の大略の圖は第8圖に示してあるが、茲に一寸注意されるのは、同圖に點線で示した線である。この線上にある家屋は何れも多少損害を被つてゐる。そして尙この線が北浦町を略東西に流れる小川を過るところでは、川の兩岸に明瞭な龜裂があり、且つこの龜裂に沿うて水平の相對的移動がある。その移動量は約30 cmである。而して東側が北へ移動してゐる。垂直方向の變動は認められない。併し、この裂線は地辻地域の北端から3~400 mの間追跡されるに過ぎない。第9圖の寫眞は、第8圖に點線で示した裂線が小川を過る處で、その兩岸に現はれた龜裂を示したものである。

以上に述べた様に、筆者等の調べた所では、湯西村に現はれた龜裂にしても、北浦町の龜裂でも、從來、丹後地震や伊豆地震等の際に認められた斷層と、多少の類似點はあるけれども、それらと同様な意味を持つものであるか否かは、尙疑はねばならない。若じさういふ種類の斷層であるとしても極めて規模の小さいものである。或は主要部分は吾々の眼に見えない所にあつて、僅かにその邊緣が地上吾々の眼に觸れる所に現れたものであるかもしれない。

終りに、この調査を行ふに際して、多大の便宜、殊に重要な資料を提供して下さつた秋田縣土木課、八木技師、榎技手各氏に深謝の意を表す。又測量に助力された稻葉佳君に深く謝意を表す次第である。

41. *The Deformation of the Earth's Surface that accompanied
the Ogasima Earthquake of May 1, 1939.*

By Naomi MIYABE and Ryukiti TAKEI,

Earthquake Research Institute,

(1) *Introduction.*

A severe earthquake occurred on May 1, 1939, in Ogasima, near Akita. Hundreds of houses in the villages in the northern part of the Oga peninsula were destroyed. The damage caused by this earthquake and the distribution of the epicentres of the aftershocks were studied by Hagiwara and his collaborators, the results of which are reported in this volume¹⁾.

Associated with this earthquake were found dislocations, i. e. series of cracks in various places. The localities of these series of cracks are grouped briefly as follows:

(1) In the neighbourhood of Kitaura-mati²⁾, located on the northern seashore of the peninsula,

(2) In the neighbourhood of the villages of Anden³⁾, Kotogawa⁴⁾, etc., the region where the damage caused by the earthquake was severest,

(3) On the northern slope of Kanpūzan⁵⁾ volcano.

(4) In Katanisi-mura, in the narrow isthmus dividing lake Haitirōgata⁶⁾ from the Japan Sea.

Of these dislocations, the series of cracks that appeared in the neighbourhood of Kotogawa and Anden are, according to the reports by Hagiwara and also by Y. Otuka⁷⁾, distributed along mountain ridges. The series of cracks that appeared on the northern slope of Kanpūzan volcano are also reported as being located along the ridges. These series of cracks are therefore believed to have been formed by the slipping of a part of the earth mass forming the slope, activated by the earthquake shocks.

In the neighbourhood of Kitaura-mati, a conspicuous landslide occurred. A cliff extending about one km along the Japan Sea slid down to the sea, and more than hundred houses in the slid area were destroyed by differential movements of numerous blocks which were broken into many pieces of soil mass as they slid down. This landslide will be described in section (3) of this paper.

In Katanisi-mura, a series of cracks appeared, and in several places water gushed out from underground together with sand and black mud of offensive odour. In some places, the ground surface seems to have sunk conspicuously. According to the inhabitants of this locality, the depression amounted to more than 4 feet. The deformation of the earth's surface in this region was measured by means of precise levels, the results of which follow.

(2) *Deformation in Katanisi-mura.*

The series of cracks that appeared in Katanisi-mura originated in the narrow isthmus separating lake Haitirōgata from the Japan Sea in the northwest corner of the lake, the locality being shown in Fig. 1.

The distribution of these series of cracks is shown in detail Fig. 2. In the area bounded by the series of cracks as shown by the shaded area in Fig. 2, underground water gushed out

1) T. HAGIWARA, This volume of the Bulletin.

2) 北浦町. 3) 安田. 4) 琴川. 5) 寒風山. 6) 八郎潟.

7) Y. OTUKA, This volume of the Bulletin.

from various places together with sands and black muds, which may have contained decomposed vegetation.

Along the cracks, horizontal dislocations were noticed. At a point denoted by A in Fig. 2, the horizontal displacement was indicated by the displacement of a pole. At another point B in Fig. 2, the horizontal displacement was indicated by a new curve in a previously straight prefectural road.

The amount of horizontal displacements at A and at B, as measured are

1.3 m	at B
3.9 m	at A

The directions of the displacements are shown by arrows in Fig. 2.

Along the prefectural road traversing the area mentioned above, the heights of the surface of the road had been measured by the prefectural authorities just before the earthquake. For this purpose, the authors levelled along the prefectural road from Gomyōkō to Kamayati over a distance of about 3 km.

They first constructed 20 bench-marks along the prefectural road for the measurement of post-seismic movements, if any. The distribution of these bench-marks is shown in Fig. 3. The heights of these bench-marks referred to bench-mark No. 20 at Kamayati are given in Table I.

The result of the precise levels along the line from Gomyōkō to Kamayati was compared with the result of the former levels executed by the prefectural authorities. The vertical movements of the earth's surface that might have been associated with the earthquake were thus obtained.

The vertical earth movements measured are shown in Fig. 6, in which the displacements are referred to the height of the surface of the road at Kamayati, where the surface of the earth does not seem to have been disturbed by the earthquake.

The amounts of the vertical displacements measured at various points as referred to Kamayati are also given in Table II. The "Horizontal distance" in the first column of Table II denotes the horizontal distances of points where the vertical displacements were measured from the northern boundary of Minami-Akita County⁸⁾.

Since, however, the instruments employed in levelling by the prefectural authorities were an ordinary Y-Level and a wooden stadia, the heights measured were not those of bench-marks, but those of the surface of the road, the vertical displacements obtained by comparing them with the recent result may contain errors of considerable magnitude, which errors may in the main be due to

(i) Inaccuracy of the instruments used in the former survey.

(ii) Differences in the positions that were selected for measuring the heights of the surface of the road in the former and later surveys.

The error due to this latter cause depends on the slope of the surface of the road at that point. Since the difference in the positions of the points selected for the former and later surveys may fall within a few metres, horizontally, and since the slope may be 1° or so, the error in the vertical displacement may not exceed 10 cm.

Allowing for errors in the vertical displacements just mentioned, which may amount to about 10 cm at the most, the vertical displacements measured shows that a part of the region subsided to a marked extent.

It is noticed from the result obtained above that the region bounded by cracks B and C sank conspicuously. The depression amounted to about 1 m at the most.

It is interesting to see that this region of remarkable subsidence coincides approximately with the region where the emission of the underground water with sands was most frequent.

It may also be worthy of note that, according to the inhabitants, the cracks were developed at the time of the second shock of the earthquake. The "second shock" may be the S-phase seismic oscillations of the main shock. The remarkable dislocations mentioned above may the-

8) 南秋田郡.

refore have been caused, in this region by seismic oscillations.

The emission of underground water with sands is thus believed to be associated with the subsidence of the earth's surface.

The next question is, how was the subsidence of the earth's surface caused there. The slope of the surface is not steep enough to cause slipping of that part of the sandy mass that composes the surface layer in this region. On the other hand, the following points may be related to the phenomenon under consideration,

(a) The level of the under-ground water is about 50 cm below the surface in this region.

(b) The turbid water emitted at the time of the earthquake with offensive odour contains half-carbonized organic substances, namely, peat.

(c) The level of the water of lake Hatirōgata is about 10 m lower than the level of the surface of this region. There is however a small lake named Tamanoike⁹⁾ contiguous to the region, the level of the water of which is about 1 m lower.

These facts may help to explain the phenomenon of local subsidence as given below.

The wet sand with half-carbonized organic substances, situated a few metres below the surface, might have become fluidal as it suffered oscillations due to the earthquake¹⁰⁾. The fluidal mixture of sand and water perhaps flowed to a certain extent, which might have caused the dislocations observed at the surface of the earth.

The surface layer of the sandy earth, which was then somewhat brittle, was broken in the manner shown by the distribution of cracks.

If oscillation of the fluidal mixture of sand and water was excited by trains of seismic shocks, the surface layer of the sand that remained solid may be exposed to systematic stress, as the result of which the series of cracks may have developed as observed.

(3) *Landslide at Kitaura-mati,*

By the landslide that occurred at Kitaura-mati, more than one hundred houses were destroyed. The boundary line of the slipped area extends about one km or more. A part of the disturbed area is shown in the reproduced of photograph, Fig. 5. The displacement of the slipped mass along the slip plane was observed to be several tens of centimetres or 1 meter at most on the boundary line.

On slipping, many cracks were developed within the slip mass, and, in a number of places the slip mass was broken into small pieces of rocks, i. e. debris. Large quantities of these small rock blocks were projected into the sea. In some places, however, large blocks were pushed down into openings widened by the horizontal movements of adjacent blocks. The amount of slip of the earth mass is therefore seen, at a glance, to be very large. The true amount of the slip however may be smaller. The fall of debris and the damage to houses might rather have been a secondary effect of the main slip, i. e. they might have been caused by a number of cracks developed within the slipped area.

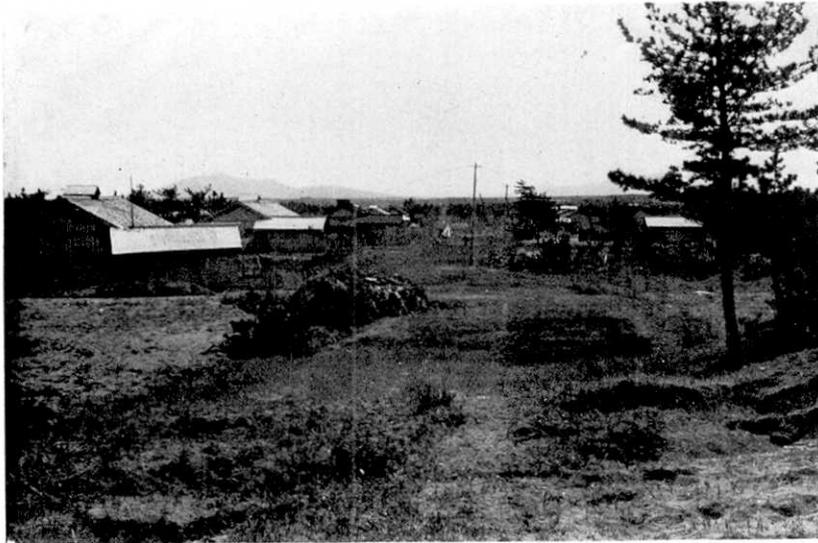
The effect of the seismic shocks might be less than that which can be estimated from the reported number of destroyed houses at Kitaura-mati,

In connection with the dislocation at Kitaura-mati, a line that may be regarded as an extension of the boundary line of the slipped area was noticed. Along this line, relative horizontal displacement was noticed at A in Fig. 6, a photographic view of the horizontal dislocation at this point being shown in Fig. 7.

The relative horizontal displacement at this point amounted to about 30 cm, the eastern part having moved north relative to the western part. It is also noticeable that several houses situated on this line were more or less damaged, whereas the houses adjacent to the former were not damaged at all.

9) 玉の池.

10) Such as may be observed with quicksands.



第 3 圖 潟西村に於ける地變 (地震前眞直であつた道路の曲り)

Fig. 3. Deformation in Katanisi-mura,
(The road was strait before the earthquake.)

(萩原氏撮影)



第 4 圖 潟西村に於ける地變 (地震前眞直であつた道路の曲り)

Fig. 4. Deformation in Katanisi-mura,
(The road was strait before the earthquake.)

(萩原氏撮影)



第 7 圖 北浦町の地這 (南側より)
Fig. 7. Landslide at Kitaura-mati. (Photo from S.)



第 9 圖 北浦町における亀裂の一部
Fig. 9. Crack in Kitaura-mati.

The extension of this line however could not be traced for more than a few hundred metres.

It may be deduced from what has been said above, that, so far as our observations on the deformations of the earth's surface are concerned, these dislocations associated with this earthquake cannot be regarded as a principal feature of the crustal deformations connected with the occurrence of the Ogasima earthquake of 1939.

In conclusion, the authors wish to express their best thanks to the Prefectural authorities of Akita for their kindness in placing valuable data at our disposal. Our best thanks are also due to Mr. Y. Inaba for his kind assistances in executing the precise levels.
