

25. 米代川にそう一部水準路線の測量 (第3報)

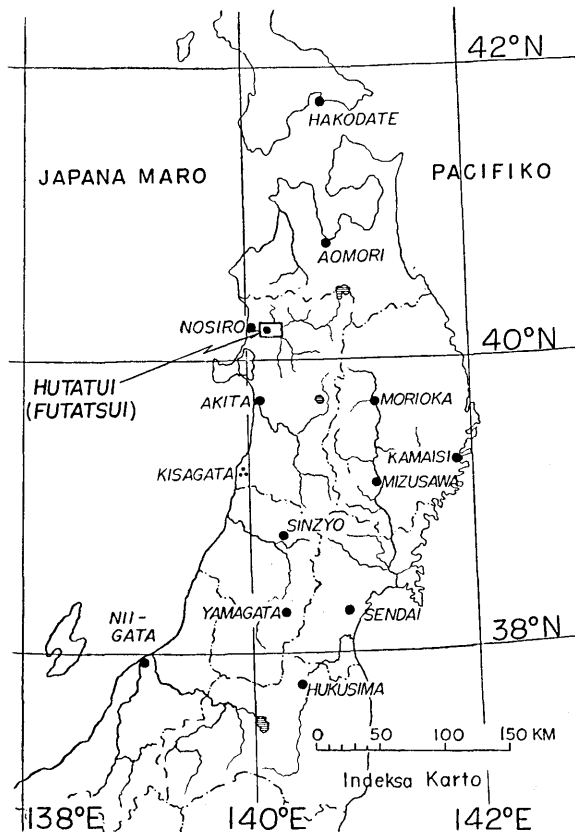
— 1955年10月19日ニツ井地震にともなう水準変動 —

地震研究所 { 宮村 攝三
岡田 惇

(昭和30年11月22日発表—昭和31年9月30日受理)

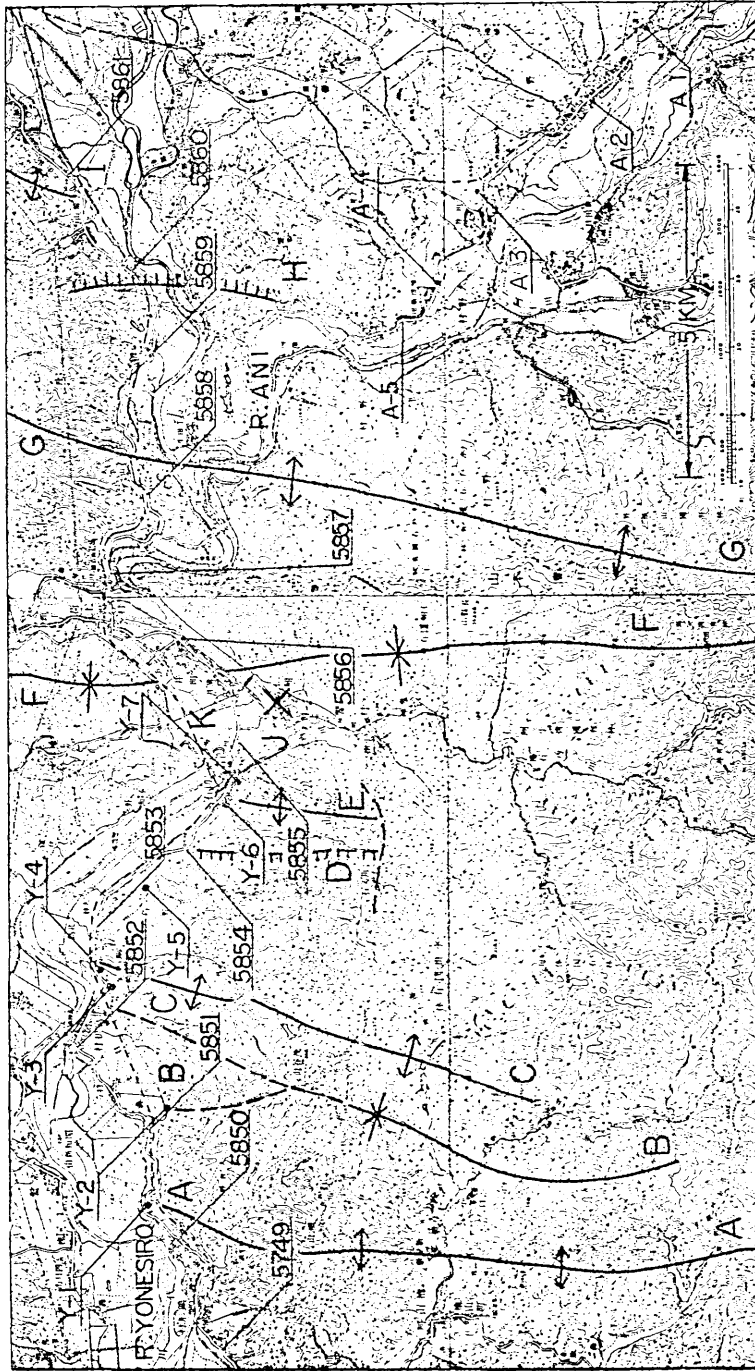
1. 東北日本内帯、羽越地向斜帯には、現在もなお第三紀末以来の造構運動が継続しているとおもわれる褶曲構造を各所に発見できる¹⁾。筆者の1人はその活動の現況をあとづけ、そこに発生する地震と、それにとりあう地殻変動とをしらべるため、これら活動褶曲の顕著な一例とみられた米代川下流ニツ井町富根附近に、ほぼ褶曲軸に直交する水準路線約12kmをえらび、その精密水準測量のくりかえしを計画した²⁾。第1回の測量は1942年³⁾第2回の測量は1949年³⁾におこなつた。(第1, 2図)

2. 今回、第3回測量にさきだち、1942年に埋設した特設水準点が、道路改修、地下ケーブル工事等によりほとんど破壊されたのを補足するため、1954年9月、第2図にしめす位置にY-1~Y-7の7点の水準点を新設した。標石は第3図にしめすごとく、地理調査所1等水準点と同一の規格で製作、埋設した。埋設位置は褶曲活動進行の検出に都合のよいよう、地理調査所水準点を補足する場所をえ



第1図 東北日本全図 (ニツ井町の位置をしめす.)
Fig. 1. Die Karte von Nordostjapan, die die Stellung von Stadt Hutatui zeigt.

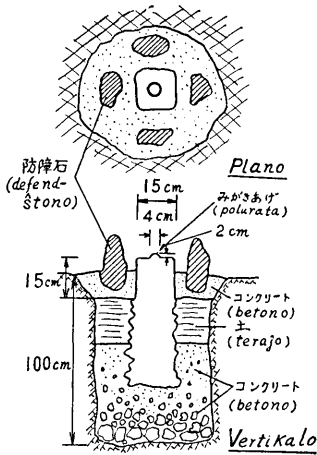
- 1) Y. OTUKA, *Proc. Imp. Acad., Japan*, **17** (1942), 518-522.
Y. OTUKA, *Zisun, Ser. i*, **14** (1942), 46-63.
Y. OTUKA, *Nippon no Tisitu-kōzō*, Tokyo, 1942.
N. IKEBE, *Journ. Jap. Assoc. Petrol. Techn.*, **10** (1942), 184-185.
A. IMAMURA and Y. OTUKA, *Proc. Imp. Acad., Japan*, **18** (1943), 662-665.
A. SUGIMURA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **30** (1952), 163-178.
- 2) S. MIYAMURA, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **21** (1943), 197-205.
- 3) S. MIYAMURA und A. OKADA, *do.*, **27** (1949), 141-145.



第2図 米代川下流ニツ井町附近水準点位置 (G. S. I. 5849-5861, E. R. I. Y-1~Y-7, A-1~A-5)

Fig. 2. Festpunkte in der Umgebung von Stadt Hutatui am Fluss Yonesiro.

A: 鶴形背斜 Turugata Antiklinale, B: 富根向斜 Tomine Synklinale, C: 駒形背斜 Komagata Antiklinale, D: 推定
 断層 (?) Vermutete Verwerfung, E: 切石背斜 Kiri-isi Antiklinale, F: ニツ井向斜 Hutatui Synklinale, G: 七座背
 斜 Nanakura Antiklinale, H: 前山断層 Maeyama Verwerfung, I: 背斜 Antiklinale, J: ニツ井地震央 Epizentrum
 von Hutatui-beben, K: ニツ井町 Stadt Hutatui.



第3図 震研特設水準標石(上)平面図, (下)立面図.
Fig. 3 Festpunktstein gesetzt von dem Institut für Erdbebenforschung. Oben: Grundriss, Unten: Vertikalschnitt.

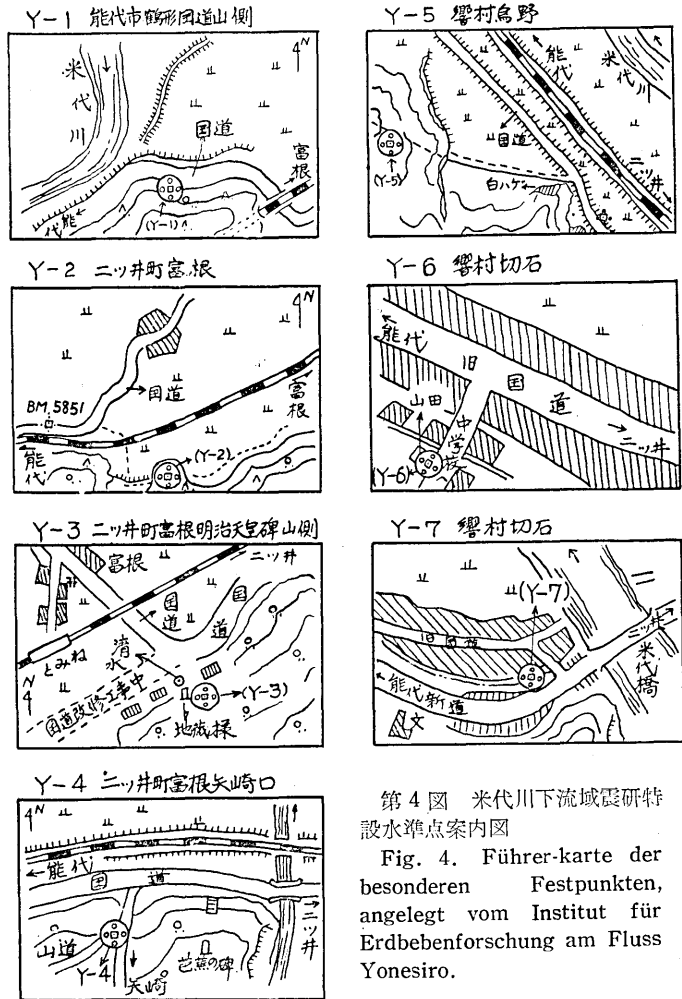
らんだ。また、標石の損傷をふせぐためと、その変動がただしく地盤の運動をしめすことを確実にするために、道路のわきからなるべくはなれ、第3紀層基盤上に設置するようにした。各点の案内図はほぼ第4図にしめすとおりである。

3. 1955年秋, 第3回の測量を計画したが、測量開始直前、1955年10月19日にこの地域をふくむ地方に局地的強震がおこつた。震央は仙台管区気象台によれば $140^{\circ}14'E$, $40^{\circ}12'N$ で、ほぼニツ井町仁鮎附近(第2図J)になり、これはわれわれがとりあげていた水準路線区間の東端にあたる位置になつている。この地震についての詳細は仙台管区気象台渡辺偉夫氏⁴⁾、地震研究所高悦三、柴野睦郎両氏⁵⁾によつて調査された。

この地震に遭遇したので、測量は従来の区間よりさらに東に約12kmのぼし、震央地域をよこぎつて鷹ノ巣町のちかくにまでおよぼした。測量の成果は第I表および第II表

4) 仙台管区気象台, 秋田県米代川下流域地震調査報告 驗震時報 (Quartary Journ. Seism., C.M.O., Tokyo), 21 (1956), 27-41.

5) E. SHIMA and M. SIBANO, Bull. Earthq. Res. Inst., 34 (1956), 113-129.



第4図 米代川下流域震研特設水準点案内図

Fig. 4. Führer-karte der besonderen Festpunkten, angelegt vom Institut für Erdbebenforschung am Fluss Yonesiro.

第 I 表 米代川下流ニツ井町附近水準測量結果
(1902, 1938 年測量は旧陸軍陸地測量部による)

Tabelle I. Nivellmentsergebnisse in der Umgebung von Stadt Hutatui am Fluss Yonesiro.
(Vermessungen im 1902 und 1938 waren von früheren Militärlandesvermessungsamt
geleistet.)

水準点 Festpunkte G.S.I. Nr.	真 高 値 Höhenwerte		変 動 量 Höhenveränderungen			備 考 Bemerkungen
	1938	1955	'55-'38	'55-'49	'38-'02	
5849	9,7773 ^m	9,7730 ^m	- 4,3 ^{mm}	- 7,9 ^{mm}	- 7,8 ^{mm}	不動と仮定 vorausgesetzt als unverän- dert
5850	24,4694	24,4694	± 0,0	± 0,0	± 0,0	
5851	10,7143	10,7113	- 3,0	+14,0	-40,5	
5852	11,8104	11,8198	+ 9,4	+28,7	+ 9,9	
5853	16,0206	16,0432	+22,6	+40,4	+20,5	
5854	16,2803	16,2982	+17,9	+44,7	+ 3,7	
5855	16,1346	16,1678	+33,2	—	-27,1	
5856	17,2002	17,2812	+81,0	—	-13,2	標石損傷 Festpunkt ist beschädigt.
5857	21,5351	21,4798	-55,3	—	+ 2,2	
5858	35,4924	—	—	—	—	
5859	33,1975	33,1792	-18,3	—	+15,0	
5860	19,3985	19,3833	-15,2	—	-13,8	

N.B. G.S.I.: Geographical Survey Institute (Geographische Vermessungsamt, Nachfolger
des früheren Militärlandesvermessungsamts.)

第 II 表 米代川下流特設水準点標高
(地理調査所水準点 5850 号標高 24,4694 m 基準)

Tabelle II. Höhenwerte von besonderen Festpunkten am Fluss Yonesiro.
(Höhenwert des G.S.I. Festpunkts Nr. 5850 sei 24,4694 m.)

水 準 点 Festpunkte E.R.I. Nr.	真 高 値 Höhenwerte 1955
Y-1	15,3256 ^m
Y-2	17,1596
Y-3	14,4885
Y-4	16,6382
Y-5	21,7123
Y-6	16,5225
Y-7	20,3583

にかかっている。今回の結果と、従来の結果とをまとめて図示したものが第 5 図である。

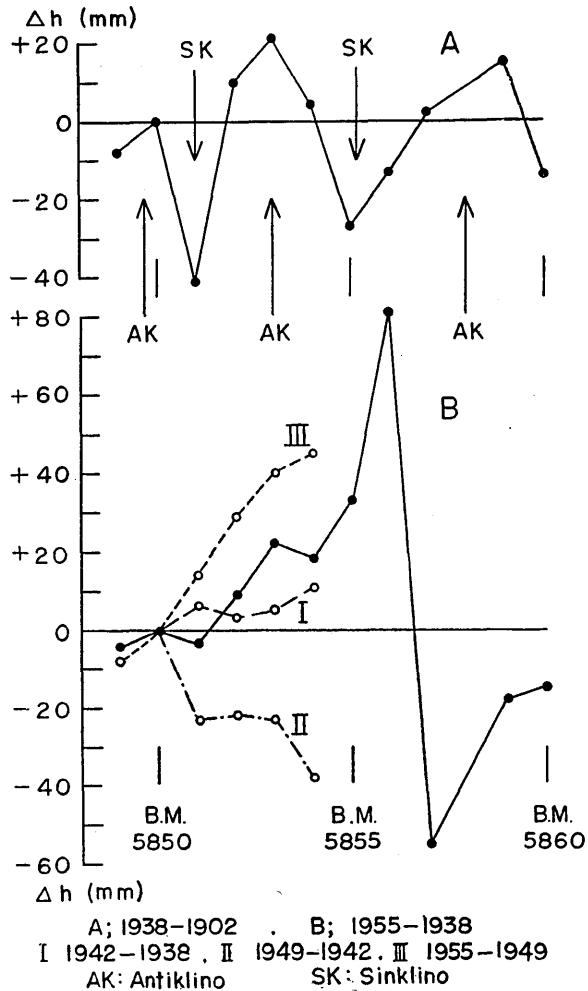
地震後の運動をしらべるため、もつとも変動のおおきかつた地理調査所水準点 5856 号
および 5857 号間の水準差は測量期間中前後 2 回測定した。この結果は、なお 1 年後の
1956 年 9 月およびその後の測量とともにまとめて、つぎの機会に発表する予定である。

本測量にもちいた器械は Zeiss 製 1 等水準儀および Invar 標尺 (841 号および 842 号) である。

4. 測量の結果, もつともいちぢるしくあらわれた変動は地理調査所水準点 5856 号, 5857 号を中心にみられるものである。5855 号 以東は 1942 年, 1949 年には測量していないので, 変動は 1938 年以降 17 年間の变化になるわけであるが, 1902 年より 1938 年までの約 36 年間の変動が, この地方において, 特別おおきいところでも 40 mm であつたことから, 一応この ± 50 mm をこえる変動は, 直接今回の二ツ井地震に関係する変化とかがえてよいようにおもわれる。その位置もまさにこの地震の震央地域にあつており, 変動曲線のかたちは, 従来丹後地震その他の場合に地震断層をよこぎつておこなわれた水準改測の結果からえられた変動曲線とよくにている⁶⁾。

一般に地震にともなう震央附近の垂直変動は, 断層が地表にあらわれた場合には, 大体今回の変動曲線とおなじように, 逆対称のかたちをしめすことがおおい⁶⁾。一方, 断層がはつきりしない場合は対称なかたちをした隆起がみられるようである⁷⁾。そうしてみると, 今回の場合当然 5856 と 5857 の両水準点のあいだに断層の存在が推定されるわけであるが, 筆者らはこれを現地で地表にみいだすことはできなかつた。前掲の調査報告^{3,4)}でも, 七座山方面に若干の地われ, 山くづれの連続は記載されているが, はつきり断層をみとめてはいない。

有名な San Andreas Fault はいうまでもなく, おおくの地震断層は, 大体, 地質学



第5図 米代川流域二ツ井町附近水準変動
Fig. 5. Höhenveränderungen in der Umgebung von Stadt Hutatui am Fluss Yonesiro.

6) C. Tsuboi, *Jap. Journ. Astr. Geophys.*, **10** (1933), 153, 155.

7) *do.*, pp. 108, 110, 164.

8) H. Tsuya, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **22** (1944); 1-32, **24** (1946), 59-75.

的断層のふるぎずにそつておこつてゐることは、津屋弘達²⁾もいっている。しかるに、この場合、該当する位置にある、上部七座炭灰岩層という地層のなかには、いままでの地質調査の結果では、断層はみいだされていない。

約 14 cm の変動が 2 km のあいだにあるのであるから、ひずみは 7×10^{-6} である。一様な傾斜であれば、まだ弾性破壊の極限に達していないかもしれない。しかし、地震がおこつたということは、地下では破壊が生じたものとかがえられる。したがつて、地表には断層が達しなくて、地表の変形はゆるい撓曲であつても、地下にはちいさい断層があるものとかがえられる。このような場合、誤解をさけるために、これを測地的に検出された変動の型式から推定する断層という意味で、測地的地震断層とよぶことにする。

地質断層のふるぎずでなく、あたらしく、断層のめができた場合というものは、従来報告がないようにおもうので注目しておきたい。もちろん、すべての地殻内の地震がそのような断層と関連しているとかんがえる立場からは当然なことであるが、測地的に検出されたことがおもしろいのではなからうか。

5. つぎに、従来から測量の対象としていた鶴形、切石間の変動をしらべてみる。1902-1938 年には鶴形背斜、駒形背斜の隆起がいちじるしく、切石背斜はほとんど活動をみせていない。この期間には東の二ツ井向斜の下降と七座背斜の上昇もまた顕著であつた。1942 年²⁾の測量では、すでに報告したように、この褶曲活動の傾向はまったく不明であつたが、1949 年³⁾の測量では、わづかにこれを見とめることができた。しかし、1949 年の測量であらわれたもつとも顕著なことは、この区間全体として、いちじるしい東さがりの傾斜がはじまつたことであつた。すなわち、1942 年をさかいとして、この全般的傾斜は、従来のわづかに東あがりの傾向から、急速な東さがりの運動に転じた。これについては、特別の他の理由がみいだされなかつたので、地震のおこる危険があるのではないとかんがえ一応注意しておいたが、もちろん、予期するところは漠然とした感じにすぎなかつた。

今回二ツ井地震の発生をみて、これはきわめてもつともらしくみえることになつた。しかし、第 3 回の測量が残念ながら一兩日のちがいで地震後になつたので、これにより判明した変動は、当然地震にともなう変動と、その直前までの変動とをふくんでいることになる。しかしながら、関原地震の数ヶ月間という例をのぞけば、地震をはさんでおこなわれた 2 回の測量の間隔としては、もつとも短時日のもののひとつといえるであろう。

この結果からみると、1949-1955 年には、1942-1949 年に進行した東さがりの傾斜はまったく回復していることがわかる。1942-1949 年の傾斜は平均ほぼ $6.5 \text{ mm}/8 \text{ km} = 0.8 \times 10^{-6}$ 毎年であるから、地震直前まで直線的にこの傾斜がつづいていたとすると、1942-1955 年で約 10^{-4} になる。地震がおこつてもよいわけか。

これらの構造物理学上の考察はなお今後にゆずることにしよう。ただ、今回も二ツ井地震にともなう運動のために、この区間の褶曲軸の活動はほとんどおこわれてしまつて明瞭でない。なお今後も、この地域の活動についてはひきつづき調査をすすめるつもりである。

6. 今回の測量にあたり、御後援をえた秋田県土木部、同山本土木出張所、二ツ井町役場、水準点および測量成果の利用をゆるされた地理調査所の御厚意に感謝する。特設標石の位置撰定には東大地質学教室杉村新氏の御協力をえた。地震研究所津屋前所長および那須所長からは本研究の遂行に特別の御配慮をえた。これらの方々への御厚意に感謝したい。また本研究につきたえず批判と激励をあたえられた今村学郎博士にこころから感謝する。

25. *Vermessung eines Teiles von Nivellierroute am Fluss Yonesiro.*
(Dritte Mitteilung)—*Höhenveränderung begleitet von einem*
starken Lokalbeben bei Hutatui, 19. Oktober, 1955—

Von Setumi MIYAMURA und Atusi OKADA,

Institut für Erdbebenforschung.

Gerade nach einem starken Lokalbeben vom 19. Oktober, 1955, welches in der Umgebung von einer kleinen Stadt Hutatui, Akita Provinz, Nordostjapan, einige Beschädigung gegeben hatte^{4,5)}, wurde unsere dritte Vermessung eines Teiles von Nivellierroute entlang dem Fluss Yonesiro ausgeführt. Dieser Teil der Nivellmentslinie erstreckt sich über 10 km von Turugata bis Kiri-isi quer durch die Faltungsachsen, die dort ungefähr nordsüdlich hinlaufen (s. Fig. 1 u. 2), und wurde in 1942 als Prüfungslokal für die Erforschung der zum ersten Mal von Y. OTUKA¹⁾ hingewiesenen lebenden Tektonik ausgewählt, und seitdem zweimal von uns^{2,3)} vermessen.

Da das Epizentrum des letzten Erdbebens gerade am Ostende der von uns gemessenen Partie der Nivellmentsroute lag, haben wir diesmal die Nivellierung weiter nach Osten über das Epizentrum hin erstreckt.

Die alten besonderen Festpunkte, die wir in 1942 zur Ergänzung zwischen die Nivellmentsfestpunkte des Militärlandesvermessungsamts entlang der Landstrasse eingerichtet haben, um den gegenwärtigen Ablauf der lebendigen Faltung in der Gegend zu verfolgen, waren gänzlich von einer unterirdischen Kabellebung und anderem Strassenbau zerstört oder vernichtet. Infolgedessen legten wir in 1954 sieben neue Festpunkte Y-1~Y-7, zu demselben Ziel und vermessen wir sie auch in 1955. Die Stellung der neuen Festpunkte wurden auch natürlich an bequemsten Stellen zu der Prüfung von vertikaler Hebung und Senkung der Antikline und Synkline der lebenden Faltung gewählt, und zwar unter Umstände weit entfernt von der Landstrasse auf festen Tertiärschichten. (s. Fig. 2, 3, u. 4)

Die Resultate der Vermessung werden in Tabelle I zusammengestellt, und in Fig. 5 veranschaulicht. In Tabelle II stellen wir die gemessenen Höhenwerte der neuen Festpunkte zusammen, die als Grundlage der Wiederholungsnivellments in der Zukunft dienen können.

Das Ergebnis des Nivellments von 1955 ist in mehrfacher Hinsicht bemerkenswert gegen die früheren Resultate. Nämlich, die Höhenveränderung 1902-1938 (Kurve A in Fig. 5) zeigt, wie es von Y. OTUKA hingewiesen wurde, merkwürdige Wellenförmigkeit parallel zum Auf und Ab der Faltungsstruktur. Dementgegen überwiegt die grosse Verschiebung an einem bestimmten Festpunkt-intervall in der Veränderung 1938-1955 (Kurve B in Fig. 5), und die letztgenannte Tendenz der fortlebenden Faltung ist verhältnismässig unklar geworden.

Zwar die vermessene Höhenveränderung sich auf längeren Zeitraum, 1938-1955, bezieht, kann man doch diese Veränderung grösstenteils auf eine plötzliche Bewegung mit der Katastrophe des letzten Jahrs zurückführen, wenn man sie mit früherer Bewegung in Grösse und Form vergleicht. Die grösste Verbiegung zwischen den Festpunkten betrug als Kippung von ca. 7×10^{-5} , die ungefähr die Festigkeit der Erdkruste erreichen kann und unserer Erfahrung nach nie ohne irgendeine Erdbeben-Katastrophe erschienen ist.

Die Höhenveränderungen in der epizentralen Gegend eines Erdbebens werden überhaupt in zwei Typen geteilt. Der erstere begleitet ein Erdbeben, welches keine Erdbeben-

verwerfung zur Erdoberfläche erscheinen lässt, und zeigt die kuppelförmige Aufwölbung in dem epizentralen Gebiet, wie sie bei einer Vulkaneruption um den Krater beobachtet wird⁷⁾. Der andere aber erscheint mit einem Erdbeben, das die oberflächliche Verwerfung hervortreten lässt, und stellt die zum Epizentrum antisymmetrische Veränderungskurve dar⁸⁾.

Die Veränderungskurve, die aus der letzten Vermessung ergeben hat, stellt nicht anders als die Form des letztgeschriebenen Typus der Höhenveränderung dar. Also wird man natürlich die Verwerfung in dem Intervalle der grössten Dislokation suchen. Aber, nach einigen Verfassern^{4,5)}, die die Geländeforschung dieses Erdbebens veröffentlichten, konnte man dort keine Spur der Erdbebenverwerfung bemerken, abgesehen von einer Reihe von Erdrissen und -rutschen auf den Bergrücken, die von ihnen nur als oberflächliche Dinge angesehen wurden. Ausserdem haben die Geologen keine geologische Verwerfung noch im betreffenden Ort berichtet.

Da die meisten bisher entdeckten Erdbebenverwerfungen entlang der alten Wunde der geologischen Verwerfungen erschienen⁶⁾, können wir sagen, dass man hier einen seltsamen, aber um so viel bedeutenden Fall erfahren hat. Obzwar die Veränderung als eine plastische Flexur angesehen werden konnte, sind wir vielmehr in der Meinung, dass hier ein Keim der Verwerfung, die die Erdoberfläche noch nicht erreichen konnte, erst als Herd des Bebens in der Kruste erschienen ist. Dabei begreifen wir die gemessene Veränderung als Erfolg des elastischen Rückstosses, und zwar die Akkumulation solcher Veränderung im längeren Zeitraum natürlich als eine plastische Deformation der Kruste angesehen wird. Also wollen wir sagen, dass wir die hier beobachtete verborgene Verwerfung vielmehr eine geodätische Verwerfung nennen können.

Gegenüber der obendiskutierten Veränderung quer dem ganzen Gebiet, können die Nivellmentsergebnisse der westlichen Hälfte, wo unsere Wiederholungsnivellments geleistet worden sind, etwas näheres über den Werdegang der Krustenbewegung vor dem katastrophischen Beben aufstellen.

Wie wir schon in der zweiten Mitteilung³⁾ hingewiesen haben, gibt es dort eine allgemeine Kippungstendenz, weche in der Periode von 1942-1949 gegen die vorigen Perioden, 1902-1938 und 1938-1942, sowohl in ihrer Richtung als auch in ihrer Geschwindigkeit sehr merkwürdige Abänderung erfahren hat. (vgl. die Kurve II mit der Kurven A u. I in Fig. 5). Folglich haben die Verfasser damals eine Andeutung zu einem kommenden Erdbeben in dem Aufsatz gegeben. Und nun ereignete sich das letzte Beben von Hutatui am Ostende der obengenannten Zone.

Die nach dem Erdbeben gefundene Höhenveränderung (Kurve III in Fig. 5) stellt aber das Gegenteil der Tendenz in der vorigen Periode (Kurve II) auf und zeigt die Rückkehr zur Tendenz der früheren Perioden (Kurve A u. I). Zwar diese Veränderung leider sowohl die von sekulärer Natur vor dem Beben als auch die von plötzlicher Bewegung mit dem Beben enthält, kann man doch sagen, dass sie vielleicht das Ergebnis des ersten Wiederholungsnivellments ist, das die Veränderung in kürzester Friste vor und nach einem Erdbeben klar gemacht hat, abgesehen von glücklichem Zufall des berühmten Sekihara-bebens, 27. Okt. 1927, bei Nagaoka, Niigata Provinz⁹⁾.

Der gegenwärtige Fortgang der lebenden Faltung, der in der früheren, von dem jetzigen Beben entferntesten Friste sehr klar war (Y. OTUKA¹⁾, 1942), ist in dieser Strecke der Route vom Effekt des Bebens, seit mehr als zehn Jahren vor dem Beben etwas unklar geworden.