

30. 昭和36年8月19日白山国定公園附近に 発生した地震の調査概報

地震研究所 吉 山 良 一

(昭和36年9月26日発表—昭和36年9月30日受理)

緒 言

走時曲線と発震機巧に関する調査は気象庁から当研究所へ非公式に知らされた資料に基づくものである。其等の資料は気象庁において速報と名付け、精度には自ら疑問ありとされている様で、一つにはその故に非公式となつていゝものと思われる。目下同庁地震課において地震記象を再調査中とのことであるから、ここに述べる事柄も将来幾分かは修正を免れない。然し乍らまた考ふるに、周知の如く地震記象は極めて複雑で、余りに微細な点に惹かれては却つてその基調ともいふべきものを見失うことも起り得る様に思はれる。速報の精度に疑問ありとする因子は多々あるが、もし幸いにしてその主たるものが、限られた時間内に報告を迫られ、微細な初動の検出に拘つて居られないことだけにあつて、それから後の器械的な計算手続きに誤りがないならば、速報資料に基づく調査の結果もまたこの地震の一面を伝えることになる筈である。本調査において、福井、金沢、富山、岐阜、名古屋、松本、飯田等の発震時は震央、震源の決定に重要な影響を与えるので、少くとも上述の計算手続きには誤りがないことをたしかめておく必要があつた。そのため、折角全般的な再調査を進めて居られる気象庁地震課にお願いして特に引き出して検討して頂いた。高山測候所の資料は現地調査に立寄つた際頂いたもので気象庁と測候所の好意により本調査のためには最も重要な資料となつた。また名古屋、金沢両気象台においては初動の判定から、発震時、初期微動継続時間の算出に至る経過に就いて説明して頂いたのでその観測精度に関し正しく評価することが出来た、このことは走時曲線の解析に大きな便宜を与えた。銘記して何れ方にも謝意を表する次第である。

次に現地調査のためとつた道順は金沢市から白峰—市ノ瀬（三ッ谷）—白山—別山往復であつた。その被害の外観的報告は他の方々によるものと重複することが多いと思われるので大部分を省略し写真の説明に止めることにしたが、調査に当つて資料の提供、案内等に援助をして下さつた、金沢県庁、白峰村役場、北国新聞社、白山頂上室堂等現地の方々に深甚の謝意を表する。

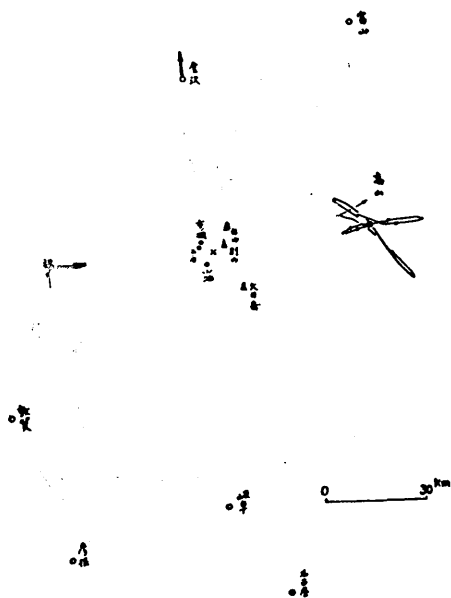
震央ならびに震源の深さに就いて

第1図は震央の決定に重要な気象台、測候所及び目標となる村落、山岳の位置を示すものである。また高山測候所に関しては後に述べる様に強震計の記象に基づき地震動の水平成分合成の結果を、福井、金沢に就いてはP波初動の方向を記入してある。P波初動の方向によれば、震央は福井からは東微北(引き)、金沢からは南微東(押し)、名古屋からは北微

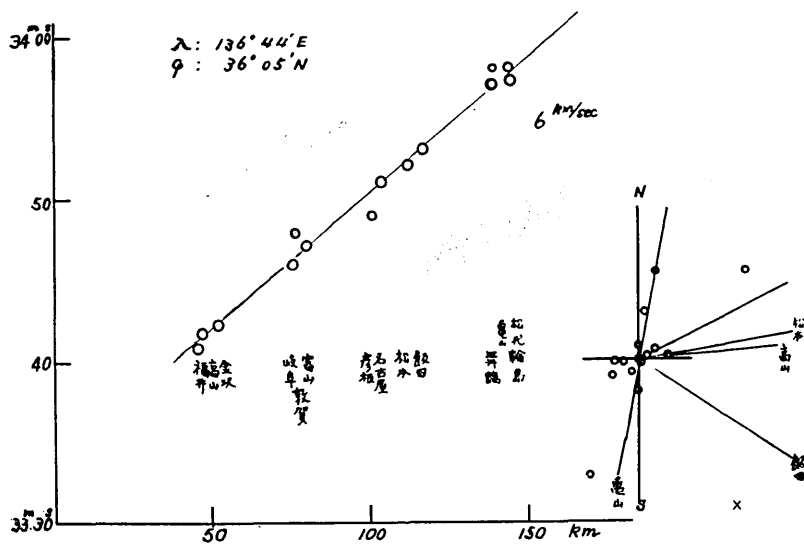
西(引き)にあると見られ、これに高山における初動方向を併せ考えると、第 1 図でいえば別山、市ノ瀬、三ッ谷、小池でこまれる範囲、すなわち $36^{\circ}06' \sim 03'N$, $136^{\circ}46' \sim 42'E$ の範囲に限定される。福井、高山、金沢における初期微動継続時間が 6~7 秒、名古屋におけるものが約 14 秒であることもこの推定を支持する。そこで $36^{\circ}05'N$, $136^{\circ}44'E$ を震央とした時の P 波走時曲線を第 2 図に示す。見掛けの速度は明らかに約 6.~6.5 km/sec となる。すなわち震央距離が 150 km の舞鶴、松代の辺り迄を考えると 6 km/sec となり震央距離 100 km の名古屋、松本、飯田辺りまでをとれば約 6.3 km/sec、それでも 6.5 km/sec 以上とは考えられない。震央は同図右下の附図からも推定される様に最悪 2 km 動くとは思われない。敦賀、彦根の発震時が著しく前者は遅く、後者は早すぎることに疑問が残るだけである。

さて本研究特別事業の一つとして爆破地震動による地殻構造の解明が進められつつあるが、幸いにしてここに仮定した震央の東北東約 15 km にある御母衣(福島谷)を起点とする調査が繰返し行われ、その結果は爆破グループの方々によつて詳細に本誌あるいは地震学会誌「地震」に発表されている。それに依ればこの辺りでいわゆる Moho- 不連続面の深さは約 30 km にあり、その上には P 波の速度 6 km/sec の層が厚く、地域的には 5.5 km/sec 層が数キロの厚さで存在し、Moho- 不連続面直下の速度は 7.5~7.7 km/sec となつている。また御母衣を起点として東方測線と西方測線とを比べた場合、ここに取扱つている震央距離の範囲内で且つ自然地震の観測精度で検出される程の違いは認められないこと等が明らかにされている。第 2 図で震央距離 150 km に近い舞鶴、亀山、輪島の発震時までが 6 km/sec の延長上にあることは後に述べる様にむしろ解釈に苦しむのであるが、少なくとも震央距離、50 km~100 km の間に約 6 km/sec~6.5 km/sec の線を仮定することは上記爆破グループの調査結果とも非常によく合致する。従つて震央もここに仮定した点でよいと思はれるのである。

震源の深さは先づ走時曲線の見掛けの速度から推定されるが、Moho- 不連続面より深くないことだけは直ちに想像される。不連続面の深さ約 30 km という前記爆破グループの調査結果に従えば 30 km より深くないことになるが、たとえそれにとらわれないとしても、また震央距離 50 km~100 km の間で見掛けの速度が 6.5 km/sec に近いとしても、6 km/sec 層が主なものである限り、40 km よりも深くはならない。震源が Moho- 不連続面から上方にどれほど離れているかは、7.5~7.7 km/sec の速度をもつと思はれる Pn 波の線が第 2 図でどこから始つているかによつて定まる。若しこの線が舞鶴、松代等に至つて漸く始まるとすればその隔りは、震源の深さを 40 km, 30 km, 20 km, 0 km と仮定するに従つてそれぞれ約 9 km, 12 km, 17 km, 25 km となる。すなわちそれぞれの仮定に対して Moho- 不連続面の深さは 49 km, 42 km, 37 km, 25 km と計算される。若し Pn の線が震央距離 100 km で始まるとすればこれ等の数字はそれぞれ約 3 km, 5 km, 8 km, 17 km と約 43 km, 35 km, 28 km, 17 km, となる。これ等の数字から考えると推定される震源の深さとしては、20 km、あるいは表面層の影響を考慮に入れると多分 25 km 位いが浅い方の限界とも、またもつともらしい値とも考えられる。



第 1 図 震央附近を囲む観測所

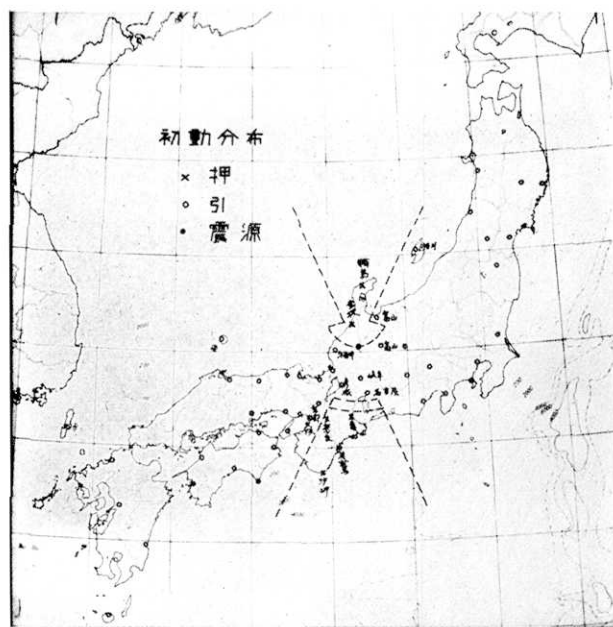


第2図 P波走時曲線. 右下の図は各観測点の平均値からのずれを吟味して震央の位置を検討するためのもので, 走時曲線での距離標尺を5倍して現わしてある.

Pn 波の線が富山の震央距離 80 km の辺りから始まっているとしてもそれは名古屋の震央距離約 100 km のところで 6 km/sec の線から僅かに 0.7 秒外れるに過ぎない。この時間差を現在の観測精度で検出することは困難であろう。しかし後に P 波初動の“押し引き”分布から推定される様に Pn 波の線が震央距離 100 km 前後から始まっているならば震央距離 150 km のところではその差は 1.5 秒には達するから当然検出し得る筈である。すなわち舞鶴、松代、亀山等における発震時の確認が望ましいと思うのである。上に出したいろいろの数字、爆破グループの調査結果、また高山における初期微動継続時間や初動の入射角を考え併せると、走時曲線からきめられる震源の深さとしては 5 km 刻みに考えるだけの精度はないし $30 \text{ km} \pm 10 \text{ km}$ が考えられる。深い方の限界は上に記した震源の深さと Moho- 不連続面の深さとの関係を示す数字と爆破グループの方々による調査結果とを併せ考えると多分もう少し縮まるものと思われる。

所謂発震機巧について

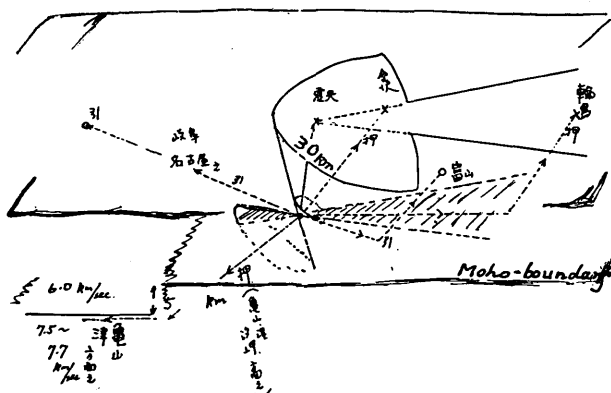
第 3 図は P 波初動の“押し引き”分布であるがほとんどすべての観測所が引きで、ただ震央の南側では亀山、津、汐岬、その北側では金沢、輪島が P 波の nodal line に近い記象型ではあるが明瞭な押しとなつていて、岐阜は引きと見られる。この様な初動分布を象限型の機巧で説明することは困難で、石本博士によつて提唱された円錐型のものであればならない。S 波を精査するまで確認することは出来ないが、この判定が正しいならば昭和 23 年



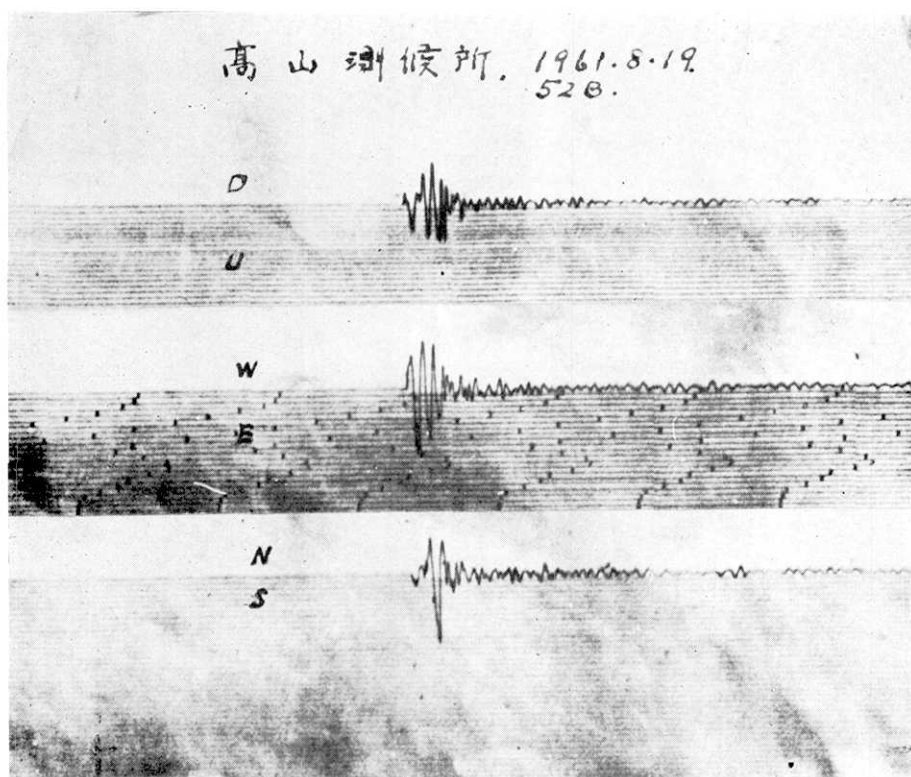
第 3 図

6月の福井地震が象限型であつたのと異り、この地震の発震機巧がどちらかといえば非常に類例の少ない円錐型の機巧に属することは注意すべきことと思われる。なお P_n 波による“押し”の部分が巾のせまい部分だけに現はれたことから考えると多分了解されていると思うがここにいう震源は Moho-不連続面内にあつてP波の Node を与える円錐面が不連続面にほとんどすれすれに切り込んでいることを示す。定量的計算を行つて未知の量を一つ一つ押えて行くほど観測精度はよくないが、雑多な計算の結果沢山出て来た数字をいろいろ按配して考えた結果不連続面と震源の位置、円錐の向きを想像して見たものを第4図に示す。現在与えられた資料でこの想定図にもつとも都合の悪いことは、既に走時曲線のところで述べた様に震央距離 150 km に近い舞鶴、松代等の諸点までが 6 km/sec の延長上にあることであつてこの疑点はそれ等の発震時を再検討して見るまでは解決されない。また金沢が“押し”であるのに富山が“引き”であることに合せるには富山が転向円外にあるとせねば説明されない。富山の震央距離は 78 km である。ところが震央の南側において若し岐阜、彦根、名古屋までが速報に従つて“引き”、奈良、亀山が“押し”であるとするれば名古屋あるいは彦根に当る震央距離 100 km の辺りに転向円の境があることになる。従つて Moho-不連続面は南の方で深い様に思はれる。若し“押し引き”の分布から、更に、走時曲線のところでふれた様に亀山、舞鶴等の発震時からこの方面で転向円の半径が 100 km を越すことにでもなるならば、それをもつとも簡単に説明するには単なる南下りの傾斜よりもはなはだ不自然とは思ふが断層的喰違いを併せ想像する方が容易らしく見える。略 5 km の落差で説明がつく筈である。今後の検討を必要とし、その際は輪島、富山、岐阜、名古屋、奈良、彦根、亀山、尾鷲、津、汐岬等の一層詳しい観測資料が特に決定的な役目をすることになるであらう。第4図に断層の如く書いてあるのはこれ等の問題点を現わしたに過ぎないので、このような地殻構造を考えるよりも、むしろ現在は初動の検出精度に疑問をおく方が自然であらう。

第5図は高山測候所強震計の記象複写、第6図はこれを読み取つて拡大し、東西、上下



第4図 震源における発震機巧の想定図



第 5 図 高山測候所における 1 倍強震計の記象。
地震計常数 (気象庁提供)

	U-D	E-W	N-S
T	6.8	6.0	5.1
v	8	8	9

(此の写真の縮率: 約 0.73)

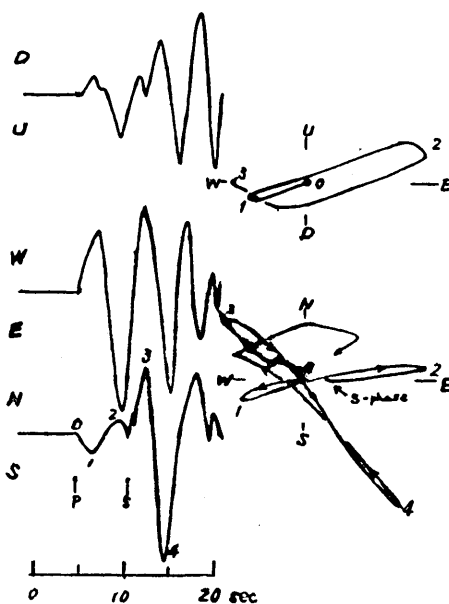
両成分を合成したものと水平両成分を合成したもので、後者は既に第 1 図に記入してある。地震計の特性による補正を行っていないから、変位とも速度ともあるいは加速度ともいえないものではあるが、三成分の地震計の特性が略々同じであるからその運動方向に著しい歪みは起らない筈である、とすれば特に水平成分の図に S 波の到来が非常に明瞭に現われ、その震動方向も上記発震機巧に著しく矛盾するものでないことだけはいえる。すなわち第 4 図の推定に従えば震源で略々北、上方に向う“押し”の円錐内で P 波最大の点、すなわち S 波の節点が震央のほぼ北 20~30 km ところに現はれ、S 波はそこに集る様に向

く筈である。

地震の発震機巧すなわち“押し引き”分布がその地震の原因として本質的なものとどれほどの関連をもつか、まだ不明確な点が多いが、原因らしいものを想像して地震を分類するとすれば今のところこの“押し引き”分布によるよりほかはない。従つて既に述べた通り今回の地震が断層を伴つた福井地震、あるいはその他の多くの所謂破壊的地震に現われた象限型と異つた発震機巧に属することは注目すべきことと思われる。現地調査では著しい断層が見られなかつたが測地学的に検出されるかどうか、興味あることである。震源の深さに就いては走時曲線からきめられるものは前節に述べた通りであるが震度分布の面から深いところでは 100 km までまだ数々の異論がある。とはいつても震度分布からの異論に対しては、この辺りの特殊な地殻構造すなわち単一に 6 km/sec 層が非常に厚いことや、震源が丁度 Moho- 不連続面にあつて伝播に都合のよい境界波が発生したのではないかと云

うことも考えねばならぬ。また高山の周期の長い地震記象から判断すると震源域も可なり大きかつたのではないかと考えられる。最後の点に就いては筆者が前に験震学的に下した定義によるものについても気象庁から再調査の資料が発表されるのを待つて追究して見度いと思う。

以上走時曲線からと“押し引き”分布からと、もちろん互いに全く独立では有り得ないが、二方面から震源の深さに就いて考えた。走時曲線からはどちらかといえば Moho- 不連続面から少し上となるし、発震機巧からはどうしても不連続面内という方が適当に思はれる。この二つを併せ考えると震源は深さ 20 km~25 km の辺りから、地表下約 30 km と推定される Moho- 不連続面の少し下までのひろがりを持ち、しかも点源に還元される単なる球波面よりも、複雑さを一つ増したという意味で、prolate spheroid、あるいは oblate spheroid の波面で始つたと考えて見るのも興味あることに思はれる。斯うすれば同時に第 4 図に示した断層の如きものを小さくすることも出来る。もちろん現在は斯うした思考を可能とする様な精度の観測が一日も早く得られることを渴望するに止まるべき段階であろうが、今後の研究目標として敢えて言及した次第である。



第 6 図

現地調査

第 7 図は三ツ谷で土蔵の白壁に亀裂が入り前室がこわれたもの。右の家の廂の支柱はすべて外れたが修理されていた。第 8 図は同じく三ツ谷で屋内にあつた石造水槽が屋外にすべり出し、家の腰廻りの石積みをこわしたもの。又三ツ谷で本震の直前白山の方で大きな音がしたといつていたのはもちろん前震があつたものと解釈される。第 9 図は市ノ瀬の記念碑でほぼ東へずれている。第 10 図は市ノ瀬から白山への途中にある、通称高飯場の県営ヒュッテ。石壁とその上の屋根をのせるためのコンクリートの枠台に亀裂が入っていた。第 11 図は白山室堂で崩れた石垣、ここでは主な震動は $N50^{\circ}W$ の方を指し器物のこりやわづか乍ら物置小屋のこりが見られ、食堂の食卓が向きによつて倒れたというので震動の加速度は $0.15 \sim 0.20 g$ 位と考えられた。第 12 図は白山から別山への途中尾根を斜に切つて N 、あるいは $N10^{\circ}W$ の方向に出来た地割れ、第 13 図はその地形を遠望したもので、矢印の下のところは第 12 図と同様な砕岩が写真でも他のところと区別して見られる。この亀裂は北国新聞社の踏査隊が最初に発見し、尾根を切つて、しかも破碎された岩石が“湧き出した”様に見えるので普通の地こりとは違い断層ではないかと考えられた様であるが、通称大屏風といはれるこの辺りの特殊地形のところに、多分 shear wave であろうかはげしい震動が来て発生したものと思はれた。第 12 図は第 13 図の左端の矢印のところをほぼ北に向つて写したものである。その辺りはこの様に急峻な地形にも拘らず差程の地崩れも起らなかったらしく、一、二年前の登山案内書に見られる写真とこまかい点までよく合致する。

30. *Earthquake near the National Park Hakusan on August 19th, 1961.*

By Ryoichi YOSHIYAMA,
Earthquake Research Institute.

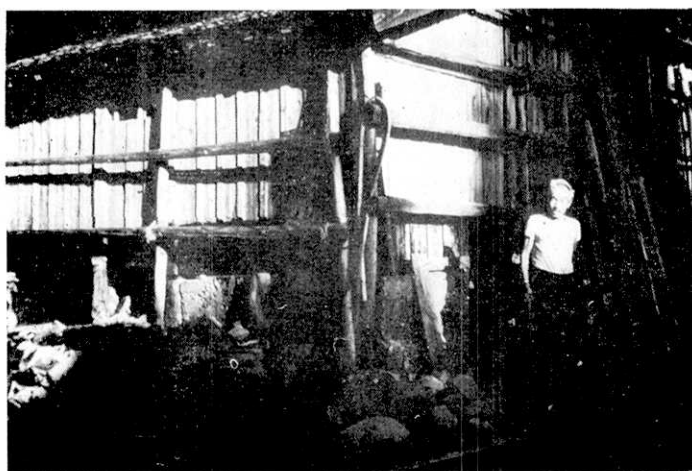
Epicentre of the earthquake is determined,
 $\lambda = 136^{\circ}44'E$, $\phi = 36^{\circ}05'N$,
and the depth of the hypocentre,
 $h = 30 \text{ km} \pm 10 \text{ km}$,
probably in the Mohorovicic boundary.

The mechanism of the earthquake will be explained by the "Cone type", and probably will never be explained by the "Quadrant type", although the "Quadrant type" is used with success in the case of the Fukui earthquake and many other destructive earthquakes accompanying fault.

Discussing the hypocentral depth in two ways, one from the time-distance curve, and the other from the "push and pull" distribution, the magnitude of the hypocentral region is roughly estimated.



第 7 図 三ツ谷における土蔵の被害、白壁の亀裂と前廂の破損、



第 8 図 三ツ谷、屋内にあつた石の水槽が迂り出して家の下半部をこわしたところ、



第 9 図 市ノ瀬の永井旅館裏手にある記念碑で東へ這つて転倒したもの。



第 10 図 市ノ瀬から白山への登山道の途中，県営高飯場ヒュッテの石壁の亀裂。



第11図 白山室堂小屋をかこむ石垣のくずれたもの、ここでは多くの石垣がくずれた。



第12図 白山から別山への途中、所謂天池の近くに発生した地割れ、第13図の左端矢印の辺りから北(白山)の方を向いて写したもの。



第13図 第12図の場所を別山の方から遠望したもので後は白山御前峰、矢印の下に第12図に示す砕岩の地割れが尾根道を横切つて雁行的に見られる。(北国新聞社提供)