

# 福井地震断層周辺における $\gamma$ 線測定

貞広 太郎・見野 和夫

## $\gamma$ -RAY SURVEYS AT THE FUKUI SEISMIC FAULT ZONE

By *Taroh* SADAHIRO and *Kazuo* MINO

### Synopsis

We made an attempt to search the fault concealed by sedimentary of the Fukui Plain by  $\gamma$ -ray surveys. The fault was formed in basement rocks (2-3 km in depth) associated with the Fukui Earthquake occurred on 1948.

We set up 76 points of observed sites at the Maruoka and the Harue districts in the northwestern part of the Fukui City. The peaks of  $\gamma$ -ray intensity are gathering at the boundary of the fault area in B-zone. Nevertheless, at A-zone, they are not found clearly.

Results of surveys suggested, at least, that the fault subsided exists in the western part near the eastern side of the fault at B-zone. And contours of  $\gamma$ -ray intensity may suggest existence of the center of destruction of basement rocks by the Fukui Earthquake.

### 1. はじめに

筆者らはこれまで、活断層のトレンチ調査に同行して、試掘によって確認された活断層と交わる測線上で $\gamma$ 線強度の変化を測定し、それと活断層の存在とがよく相関することを確認してきた<sup>1)</sup>。

今回は、それらの成果をもとに、竹内文朗らによる福井地震断層<sup>2)</sup>(1948年 M=7.3 の地震にともなってあらわれた断層)の調査に参加した。福井地震断層のあらわれた福井平野は基盤岩の上に厚い堆積層(2~3 km)をもち、地震時には帯状に多くの地割れをとめない、垂直方向に70 cm もの変位をもつ fault zone を生じたが、基盤における断層の位置、構造は確認されていない。この調査は、いろいろな地球物理学的な方法を使って、それを確認しようとするものである。

このように厚い堆積層の下にあるこの断層の調査は、 $\gamma$ 線測定では、これまでのような調査方法では適当ではないと予想されたので、今回は広範囲の面的測定をおこなうことによって、断層の位置を推定することとした。

### 2. 測 定

測定は、1982年8月12日・13・14日、9月8・9日におこない、その結果、なお測定の不足していると思われるところをさらに1983年1月12日に補充測定した。

福井地震以後、復旧時、復興期、さらに近年の農地整理、都市整備のためにこの地域の全面にわたって人手が加わり、また道路網の整備や農業生産活動などによっても、自然が擾乱されている恐れがあるので、測定の選定は当初の計画通りにはいかなかった。

地震後、早い時期に復旧され、そのご、あまり手が加えられていないと思われる集落の氏神的神社の境内で、年数の経った樹木のある場所を探して、努めてその近辺に測点を設定することとした。

測定には三台の $\gamma$ 線シンチレーション・カウンターを使っておこない<sup>3)</sup>、測定の日数も延びてきたので測定器の感度調整のため、同一地点での同時測定、測定前後のテスト・ピースによる補正、第57測点を key station とする全体の測定値の補正をおこなった。

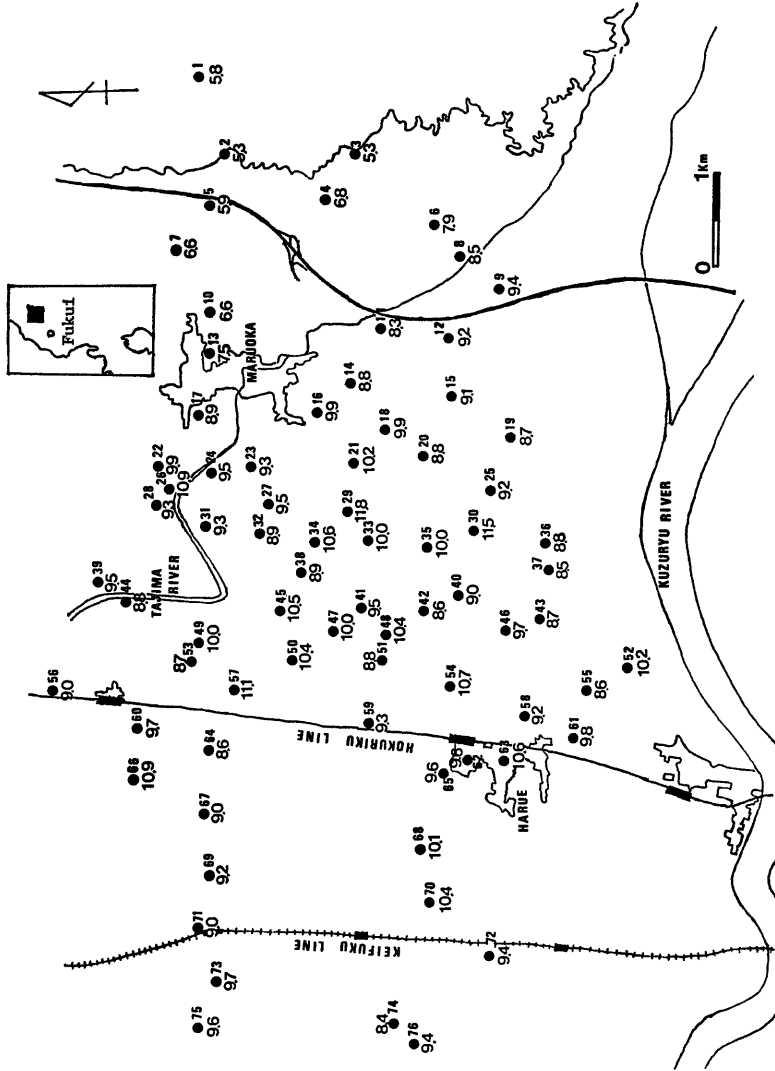


Fig. 1 Points and results of the Surveys around the seismic fault zone associated with the Fukui Earthquake occurred on 1948, M 7.3. The  $\gamma$ -ray intensity unit:  $\mu R/h$

### 3. 測定結果

(1) 測点と測定結果は Fig. 1 の如くである。

(2) 全体として密な測点をうることができないため、一本の測線上で断層の位置を推定することはいっそう困難である。さらに、地表面にあらわれた fault zone が第34測点 (舟寄地区) 付近で、やや方向を変えている。

そのため、測定結果の処理方法をつぎのように考えた。Fig. 2 の如く、第34測点をで北側に A-A'、南側に B-B' の fault zone に直交する二本の線を設定し、その線上およびその近傍 (100m以内) の測点の  $\gamma$  線強度の分布を実線でグラフ化した。それだけでは測点の数が少くないので、明瞭な結果を期待できないため、

i. A-A' 線については、A-zone を設定し、その北側に測点が疎らなので、1 km 毎に補助の測線を平行にとり、その線上およびその近傍 (100m以内) の測点の  $\gamma$  線強度の分布の山を A-A' のグラフ上に投影し、

ii. B-B' 線についても、B-zone を設定し、そのなかに500m毎に i. と同じく補助測線をとって、同じ処理をした。

その結果は Fig. 3(a), (b) の如くである。そこでは、A-zone と B-zone とでやや違ったあらわれ方をしている。

(3) 測点分布には疎密があるが、これだけの測点がとれたので contour を引いてみた。

観測地域の東部、福井地震ではあまり動いていない山側——主として Propylite ——では  $\gamma$  線強度は明瞭に低く、観測地域の大部分、福井平野では九頭竜川の運んできた granite の土砂を含む堆積層のため、全体として  $8.5\mu\text{R/h}$  以上の値を示めすが、そのなかに部分的にとくに高い値を示すところがある。

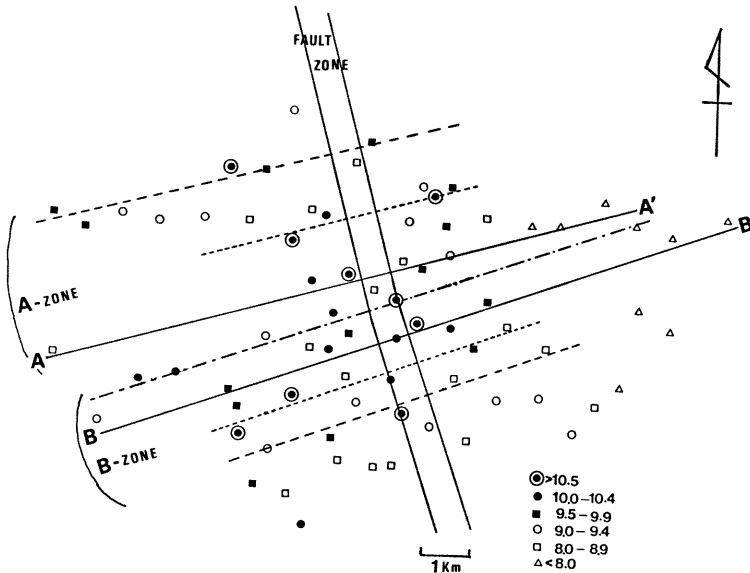


Fig. 2 Pattern of  $\gamma$ -ray intensity ( $\mu\text{R/h}$ ) distribution is shown. Cross sections of  $\gamma$ -ray intensity along A-A' and B-B' are shown in Fig. 3.

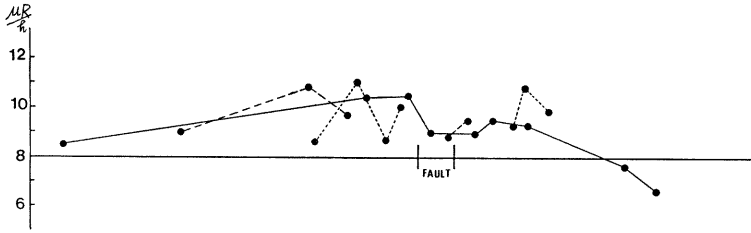


Fig. 3a Cross section of  $\gamma$ -ray intensity along A-A' line in A zone.

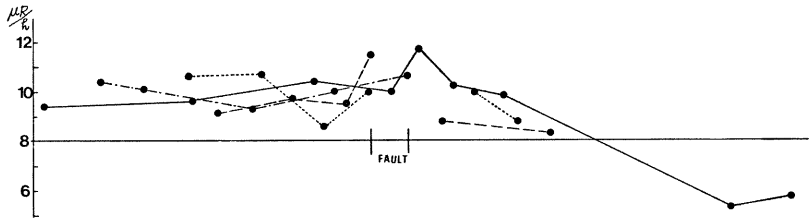


Fig. 3b Cross section of  $\gamma$ -ray intensity along B-B' line in B zone.

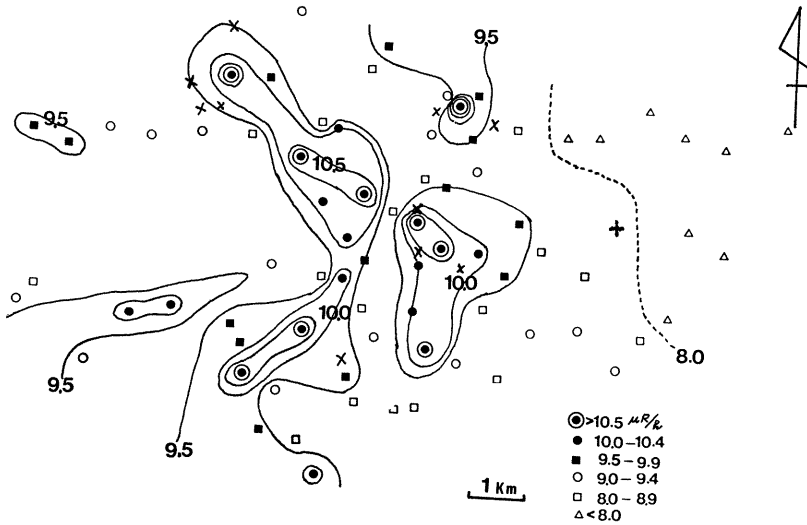


Fig. 4 Contours of  $\gamma$ -ray intensity. + : epicenter of the Fukui Earthquake on 1948. x : epicenters of microearthquakes determined by Hokuriku Microearthquake Observatory.

$\gamma$  線強度のあらわれ方は

- i. そこにある土砂, 岩石のもつ固有の放射能物質の放出する  $\gamma$  線量と,
- ii. 基盤から何らかのかたちで供給されたと考えられる  $^{222}\text{Rn}$ -series の発する  $\gamma$  線量と,
- iii. 人手によってそこにもたらされた土砂や礫のもつ放射能物質や, 肥料にふくまれる  $^{40}\text{K}$  の発する  $\gamma$  線によるもの

が考えられるが, iii は測点選定の過程で出来るだけさけることに心掛けた。

i. は土砂や岩石を構成する岩石物質の違いとしてあらわれるが, 今回の測定ではそこまで検討することはできなかった。しかし, 測定結果からみると, それを考慮しなければならないほど, 異常な強度分布があらわれているようにみえない。

とはいえ, これで問題がすべて片付いたわけではない。これまでの  $\gamma$  線測定の経験からみて, i. と ii., とくに ii. によって, 狭い範囲でみれば, 地下の地質構造とかかわる  $^{222}\text{Rn}$  の地中での振舞によって,  $\gamma$  線強度は spot 的に変化していて, 連続的な変化をしているようにはみえない。しかし, 地表面近くの構造を捨象してみれば, 大局的には, 地下の大きな構造とのかかわりで  $\gamma$  線強度が高くあらわれ易いところと, それか低くあらわれる傾向をもつところを contour でかこみ, それからおおよその地下構造を推定することは可能であろうと考えた。

$10\mu\text{R/h}$  以上のところは, 全体的にみて顕著に高いところといえるし, また, かたまつた分布の仕方もあるので,  $10\mu\text{R/h}$  と  $10.5\mu\text{R/h}$  の contour を引いてみた。また  $8\mu\text{R/h}$  以下のところもまとまっているので contour が引けた。しかし, それだけではやや特徴がとらえにくいので, 補助的に  $9.5\mu\text{R/h}$  (それは顕著に高いともいえないし, また広く散らばり, 測点の密でないところもあるか) の contour も引いてみた。

結果は, Fig. 4 の如くである。

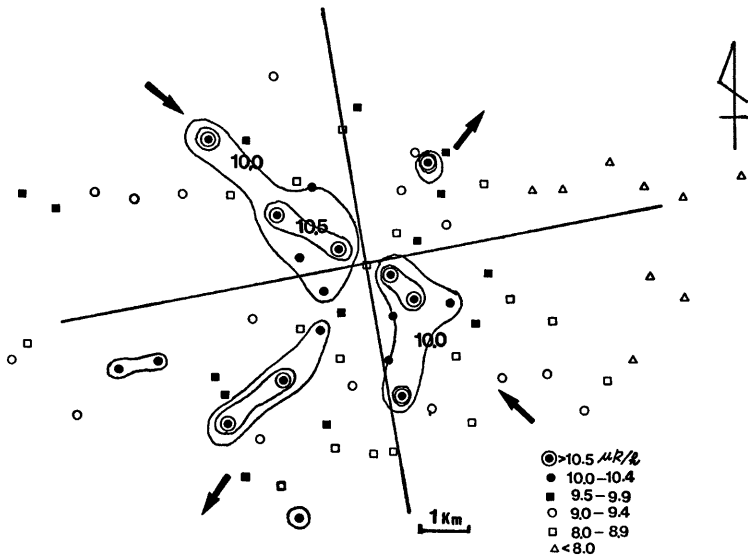


Fig. 5 Contour map of  $\gamma$ -ray intensity and the Kanamori's nodal lines of the Fukui Earthquake.

#### 4. 考 察

##### 4.1 A-zone, B-zone における $\gamma$ 線強度の分布の仕方について

(1) B-zone では、各測線の $\gamma$ 線強度が強くていいる山の部分が fault zone の境界付近に集まり、fault zone 内部では谷になっている。そのうえに、fault zone より西に $\gamma$ 線強度の高い部分が、それぞれの山をつくりながら広がっている。

この形は、測定の規模の違いはあるが、測定条件のよかった阿寺断層周辺における測定結果<sup>4)</sup>とよく似た、西落ちの断層をめぐるあらわれた $\gamma$ 線強度の分布と相似であり、fault zone の東側境界線近くに西落ちの断層があることを予想させる。

(2) しかし、全磁力測定などによる断層調査のおこなわれた A-zone では、 $\gamma$ 線強度の山は fault zone からやや離れたところにあらわれ、その強度も全般にやや低くあらわれている。全磁力測定の解析結果からは、田島川の下あたりに予想されている断層がここではばやけている。

断層の変位が B-zone より小さく<sup>222</sup>Rn の影響が小さいのか、堆積層の割れ方が複雑で、東側や西側に広く散らされているためと考えられる。

##### 4.2 $\gamma$ 線強度の contour について

(1) 測定地域の中心付近に $\gamma$ 線強度の高いところが集まり、1958年度理科年表による震央 (E 136.2°, N 60.1°) とは3~4 km 程度ずれるが、地震の中心の岩石破壊の影響はこの付近にあらわれているようにみえる。

(2) 地震後35年もたっている現在も $\gamma$ 線強度が顕著に高いということは、最近の地震にともなう<sup>222</sup>Rn の補給とも関係しているかも知れないと考えられるので、最近一年間の地震との関係をみるために M=3~2 の地震の震央をプロットしてみると、それらは測点第34、第29の付近を除いて、Fig. 4 の如く、 $\gamma$ 線強度が顕著に高い測点の周辺ではあっても9.5  $\mu$ R/h の contour に沿ったところに生じていて、その関係は明瞭とはいえない。

(3) 第38測点付近に、金森の nodal line (1973)<sup>5)</sup> を移してみると、顕著に $\gamma$ 線強度の高いところが、Fig. 5 に示めす如く、その四つの象限にわかれて分布している、という結果となった。その関係を合理的に説明できる論理の筋は解明できていない。それが偶然的なものか、必然的なものかも断定できない。しかし、そのあらわれ方のきれいな規則性からみて、一概に無視はできないと思われる。今後、このような震央近くの $\gamma$ 線測定をすすめ、データを集めたうえでこのような問題も考えたい。

#### 5. 謝 辞

測定にあたって、京大防災研北陸微小地震観測所の竹内文朗、平野憲雄、京大防災研微小地震部門の古川信雄の各氏の精力的な御協力をえた。結果の考察にあたっては、京大防災研究所微小地震部門の皆さんに貴重な御助言、御討論をいただいた。記して謝意をあらわしたい。

#### 参 考 文 献

- 1) 貞広太郎・見野和夫：トレンチ発掘溝周辺の $\gamma$ 線測定，京都大学防災研究所年報，第25号 B-1，昭和57. 4 pp. 59-71.
- 2) H. TSUYA (Chairman)：THE FUKUI EARTHQUAKE OF JUNE, 28, 1948, 1950, pp. 112-123
- 2) 貞広太郎・見野和夫：活断層における $\gamma$ 線測定(1) 地震 第2輯 第33巻，1980, pp. 51-70.
- 4) (1)に同じ pp. 64.
- 5) Hiroo KANAMORI：MODE OF STRAIN RELEASE ASSOCIATED WITH MAJOR EARTHQUAKES IN JAPAN, ANNUAL REVIEW OF EARTH AND PLANETARY SCIENCES vol. 1973, pp. 217-219.