

鳥取市南部の吉岡地震断層系における γ 線測定

貞広 太郎・見野 和夫・中尾 節郎・西田 良平

γ -RAY SURVEYS AT THE YOSHIOKA SEISMIC FAULT SYSTEM IN THE SOUTH OF TOTTORI CITY

By Taroh SADAHIRO, Kazuo MINO, Setsuro NAKAO, and Ryohei NISHIDA

Synopsis

The Yoshioka fault was associated with the Tottori Earthquake occurred in 1943 at the southern part of the Tottori prefecture, Southwest Japan. This fault was researched by Tsuya (1944) and by Kurokawa (1982), nevertheless, the location and strike of the fault is obscure in and around the Nosaka area, because of the thick sedimentary.

Therefore, we attempt to pursue the γ -ray surveys for the search of the fault in and around the Nosaka area where we measured the γ -ray intensity at 61 points. We took notice of the complicated feature of the geological constituents on the surface of the earth around the Nosaka area. Then, the values of γ -ray intensity observed are the total values of those,

1. the values of γ -ray intensity at the surface of the earth,
2. the values of the γ -ray intensity derived from the geological components of the wide surface of the earth,
3. and the values originated of the cosmic rays.

The influences from 2. and 3. are small and constant, then they have been neglected. Therefore we adopted the values which were subtracted the values caused of 2. and 3. from the values of the total ones measured at 1.

Considering of the maps of contours of the γ -ray intensities, the strong place of the γ -ray intensity was just on the fault inferred by Kurokawa (1982) in the Nosaka area.

1. はじめに

鳥取地震 (1943. 9. 10. $M=7.4$) のとき鹿野断層系と吉岡断層系の2つの地震断層系があらわれた¹⁾。しかし、厚い堆積層のあるところではその実像はつかみにくく、その再調査が1982年に黒川泰によっておこなわれ、鳥取大学教育学部の1982年度の卒業論文としてまとめられた。

鳥取市野坂地区は地震時の被害が大きく、黒川による断層調査でも、Fig. 1に示すように、きわめて複雑な断層活動をしているようにみえる。そこで、筆者らは γ 線強度の分布を測定することによって、かくれた断層の存在を確認することを試みた。

2. 測定

測定は、アロカ社製 γ 線サーベーター用シンチレーションカウンターを使用し、従来からの地表面測定の方法²⁾によった。今回は測定値をコンピュータ処理してcontourをかかせた。

測定は、1983年8月18, 19日におこない、野坂の集落を中心にFig. 2の如く、61の測点を設定し、3班にわかれて実施した。

測定が両日にわたり、3台のカウンターを使用したので、カウンターの感度を揃えるため、野坂橋西南に

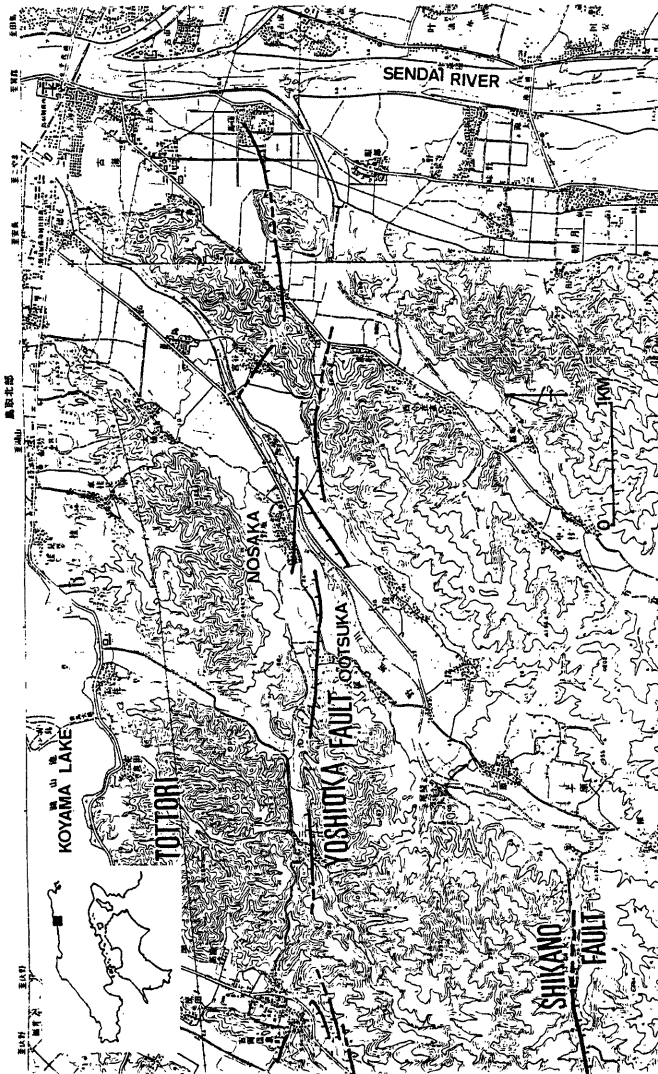


Fig. 1 The map of the southern part of Tottori City and the Yoshioka fault system (after Kurokawa 1982)

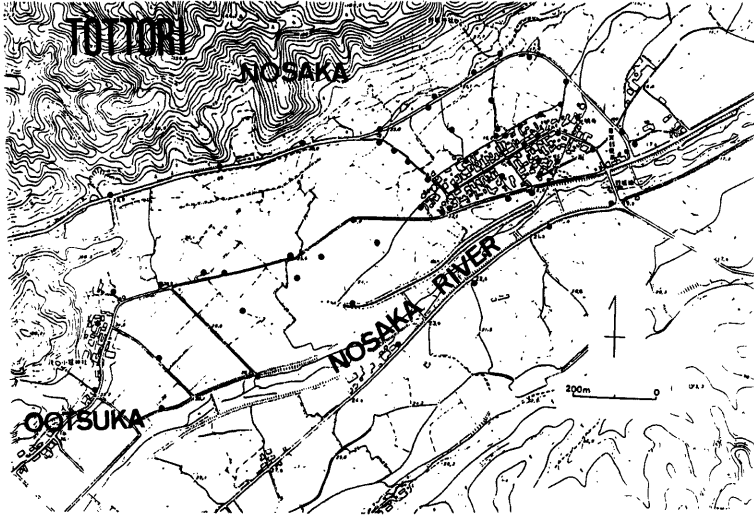


Fig. 2 The location of γ -ray survey points at Nosaka district

base point を設け、そこで測定開始時と終了時に3台による同時測定をおこなって器機の調整、ならびにデータの補整をおこなった。

測点を設定した段階で、従来の測定条件と違い、各測点周辺の土質が人手の加わり方によって複雑に異なり、この影響を極力抑えて測点を選ぶということができない³⁾ ことに気付いた。

もともと、地表面での γ 線測定でえられる線量強度は、

- ① 測点下のごく狭い範囲の放射能物質のだけ γ 線量。
- ② 測点付近に広く分布する土質、岩質のもつ放射能物質のだけ γ 線量に由来するもの。
- ③ 上空からくる宇宙線、およびそれに由来する γ 線の影響。

の総量 (total values) である。

予備調査 (於立命館大学7号館外庭) では、Fig. 3 に示す如く、測点からの γ 線による影響は、ほぼ測点上 40 cm 付近までで、あと 1 m までの高さまでは一定の値 (②+③) を示す。この一定の値になったものを筆者らは、従来、free air (back-ground) values と呼んできた。

われわれの目的とする γ 線測定では③は不要であり、しかも今回の測定では、②としてあらわれる地表層の土質などの違いが測定結果の解釈に大きな影響をもつおそれが充分にあった。

そこで、total values から②と③、すなわち free air values を引き去って、その影響を除くことを考えた。

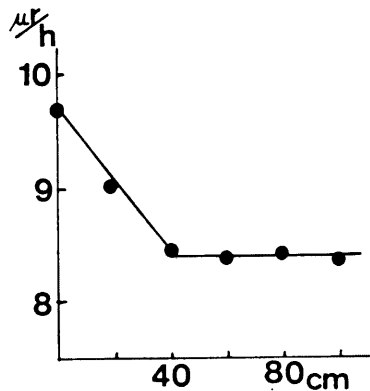


Fig. 3 The experimental correlation between the γ -ray intensity and the elevations of the observation site

Table 1 The results of γ -ray surveys in Nosaka district

| No. | observe site | | total value (A) | free air value (B) | (A)-(B) |
|-----|--------------|-----|--------------------|-----------------------|---------|
| | X | Y | | | |
| 1 | 165 | 600 | 11.69 | 9.00 | 2.69 |
| 2 | 430 | 668 | 10.44 | 8.50 | 1.94 |
| 3 | 633 | 718 | 10.47 | 9.00 | 1.47 |
| 4 | 825 | 760 | 11.53 | 9.50 | 2.03 |
| 5 | 950 | 833 | 11.79 | 9.00 | 2.79 |
| 6 | 1112 | 945 | 12.92 | 10.00 | 2.92 |
| 7 | 610 | 450 | 10.79 | 8.60 | 2.19 |
| 8 | 455 | 410 | 9.92 | 8.00 | 1.92 |
| 9 | 127 | 120 | 11.96 | 8.50 | 3.46 |
| 10 | 293 | 80 | 10.57 | 8.50 | 2.07 |
| 11 | 175 | 355 | 11.51 | 9.00 | 2.51 |
| 12 | 515 | 165 | 9.98 | 8.50 | 1.48 |
| 13 | 1230 | 523 | 9.81 | 7.00 | 2.81 |
| 14 | 1000 | 380 | 10.47 | 9.00 | 1.47 |
| 15 | 865 | 235 | 9.09 | 6.90 | 2.19 |
| 16 | 1382 | 582 | 10.13 | 8.12 | 2.01 |
| 17 | 760 | 535 | 10.51 | 7.70 | 2.81 |
| 18 | 975 | 555 | 11.72 | 8.95 | 2.77 |
| 19 | 1182 | 615 | 9.82 | 7.70 | 2.12 |
| 20 | 887 | 685 | 9.62 | 8.35 | 1.27 |
| 21 | 945 | 815 | 9.45 | 8.25 | 1.20 |
| 22 | 1097 | 760 | 10.48 | 9.23 | 1.25 |
| 23 | 1055 | 900 | 10.49 | 8.98 | 1.51 |
| 24 | 1180 | 935 | 11.05 | 9.47 | 1.58 |
| 25 | 1273 | 877 | 11.42 | 8.25 | 3.17 |
| 26 | 1405 | 760 | 11.67 | 8.27 | 3.40 |
| 27 | 887 | 687 | 9.87 | 8.18 | 1.69 |
| 28 | 815 | 733 | 12.36 | 8.32 | 4.04 |
| 29 | 860 | 707 | 10.67 | 7.40 | 3.27 |
| 30 | 937 | 643 | 10.54 | 8.45 | 2.09 |
| 31 | 1027 | 690 | 10.93 | 7.92 | 3.01 |
| 32 | 1105 | 758 | 11.24 | 9.05 | 2.19 |
| 33 | 1127 | 723 | 11.96 | 8.85 | 3.11 |
| 34 | 1160 | 770 | 12.24 | 9.68 | 2.56 |
| 35 | 1207 | 793 | 11.35 | 7.75 | 3.60 |
| 36 | 1260 | 820 | 10.29 | 7.92 | 2.37 |
| 37 | 1300 | 778 | 10.14 | 8.25 | 1.89 |
| 38 | 1203 | 742 | 12.86 | 9.35 | 3.51 |
| 39 | 1110 | 650 | 12.16 | 8.65 | 3.51 |
| 40 | 1005 | 625 | 12.52 | 9.40 | 3.12 |
| 41 | 985 | 538 | 11.36 | 8.45 | 2.91 |
| 42 | 920 | 573 | 10.22 | 6.85 | 3.37 |
| 43 | 1130 | 593 | 10.51 | 8.13 | 2.38 |
| 44 | 1335 | 715 | 11.76 | 9.50 | 2.26 |
| 45 | 1253 | 675 | 9.65 | 8.20 | 1.45 |
| 46 | 1210 | 655 | 10.41 | 8.30 | 2.11 |
| 47 | 1170 | 723 | 12.22 | 10.50 | 1.72 |
| 48 | 1195 | 685 | 11.62 | 10.20 | 1.42 |
| 49 | 1440 | 725 | 10.92 | 8.00 | 2.92 |

| No. | observe site | | total value (A) | free air value (B) | (A)-(B) |
|-----|--------------|-----|-----------------|--------------------|---------|
| | X | Y | | | |
| 50 | 1250 | 755 | 11.32 | 8.80 | 2.52 |
| 51 | 810 | 480 | 9.22 | 7.70 | 1.52 |
| 52 | 990 | 760 | 9.72 | 8.00 | 1.72 |
| 53 | 1095 | 825 | 9.14 | 6.80 | 2.34 |
| 54 | 665 | 445 | 9.63 | 7.50 | 2.13 |
| 55 | 705 | 335 | 10.37 | 7.50 | 2.87 |
| 56 | 615 | 390 | 9.76 | 7.50 | 2.26 |
| 57 | 475 | 330 | 9.41 | 7.00 | 2.41 |
| 58 | 400 | 410 | 9.61 | 7.00 | 2.61 |
| 59 | 275 | 205 | 9.52 | 7.00 | 2.52 |
| 60 | 135 | 285 | 10.53 | 9.00 | 1.53 |
| 61 | 290 | 380 | 8.80 | 7.00 | 1.80 |

測定結果として、Table 1 をえた。

3. 測定結果の検討と結論

測定値をもとに、total values, free air values, とその差の3つについて、それぞれコンピュータを用いて contour をかかせた。結果は、Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6 に示す。

Fig. 5 をみると最初に予想もしたように地表層の土質などを反映して、局所的な高低が複雑にいまじった contour になって、ここからは断層との関連で有意な特徴を読み取ることはできない。

Fig. 4 にも、Fig. 5 の影響が加わっているのので、ここから予想される断層線との関係は読み難い。contour のうち有意に高いと思われるものを地図上に移して、推定される断層線との関係をみようとしたものが、Fig. 7 である。

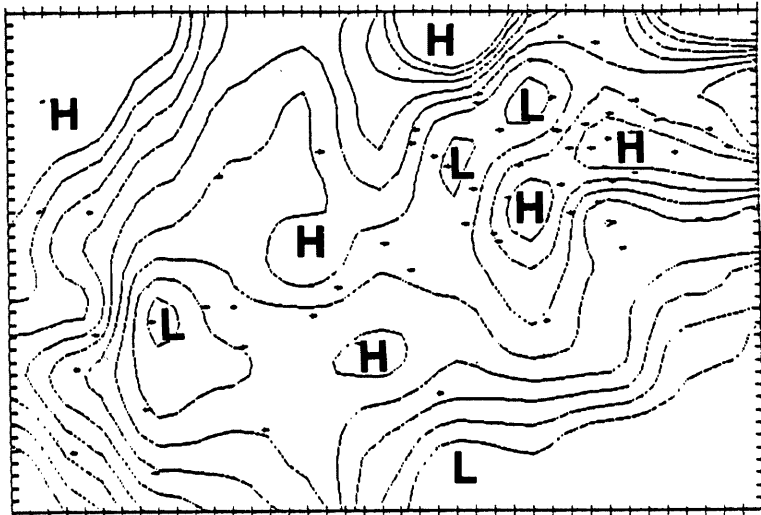


Fig. 4 The contour map of the total values of the γ -ray intensity at the every observation site

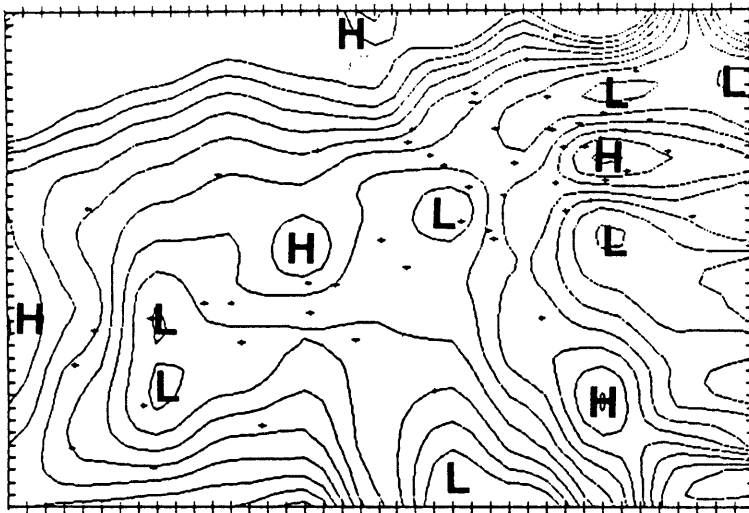


Fig. 5 The contour map of the free air values of the γ -ray intensity at the every observation site.

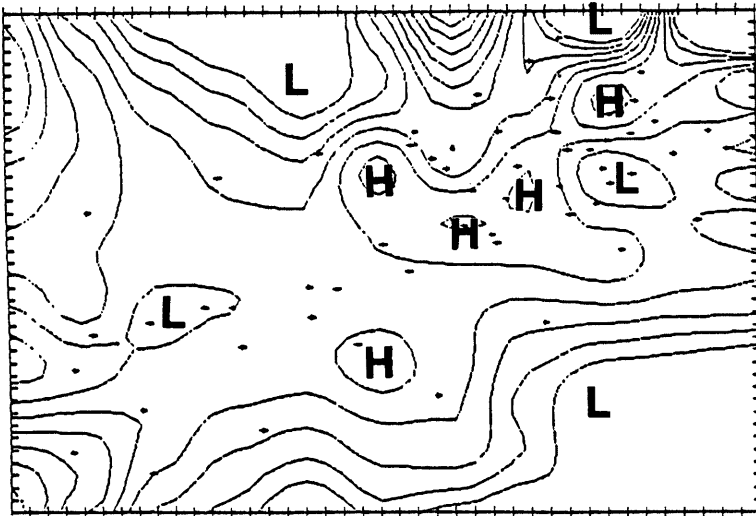


Fig. 6 The contour map of the value subtracted the free air values from the total values of the γ -ray intensity at the every observation site.

Fig. 6 のうち有意に高いと考えられる contour を地図上に移すと、Fig. 8 となり、野坂地区を東西に横切る断層線と γ 線量の高いところがほぼ一致し、集落西南の畑地でも西からのびる断層線との関連を思わせ

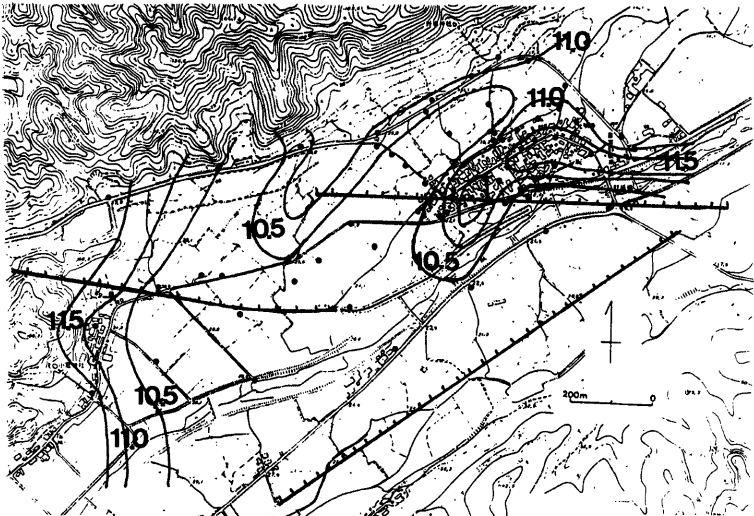


Fig. 7 The faults in Nosaka district (after Kurokawa 1982) and the contour map of Fig. 4 are shown, but the contour lines indicate the values over $9.5 \mu\text{R/h}$.

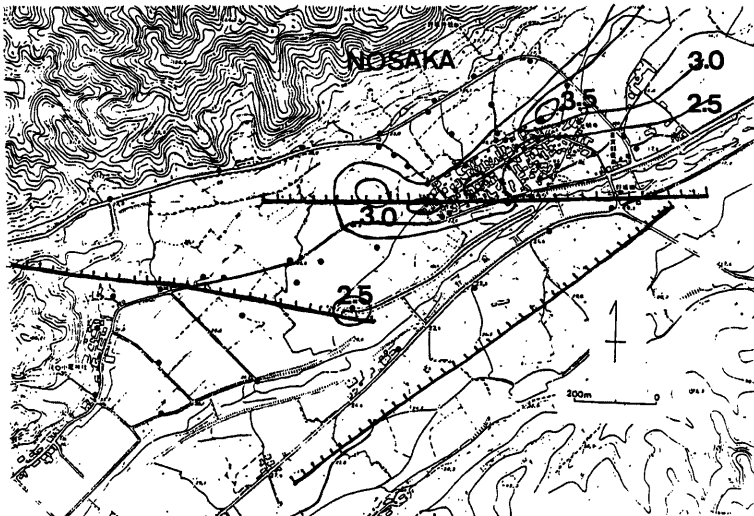


Fig. 8 The faults in Nosaka district (after Kurokawa 1982) and the contour map of Fig. 6 are shown, but the contour lines indicate the values over $2.5 \mu\text{R/h}$.

る γ 線量の高い部分があらわれている。また、野坂川の南に引かれた断層線と並行する γ 線量の高い部分が、約200m離れてはいるが、野坂の集落をNE-SWに走っていて、無意味な γ 線の出方とは考えられない。

4. 議 論

- (1) 予備調査のなかで、測点のみの γ 線強度を測定するために detector の周囲と上部をそれぞれ 6mm 厚の鉛板でおおって、測点以外からの γ 線を遮断してみた。6mm 厚の鉛板の外から scintillator 部位に $270\mu\text{R/h}$ の test piece をあてると、 $7.0\mu\text{R/h}$ の影響がでて、完全遮断はできないが、外からの影響は、約 $1/39$ に減少するので、測定結果では無視できる。

結果は、total values $9.7\mu\text{R/h}$ に対して、測点のみの値は $5.3\mu\text{R/h}$ であった。そのとき、free air values は $8.4\mu\text{R/h}$ で、差は $1.3\mu\text{R/h}$ となり、今回の測定値処理では、測点の値に対して計算値は引き過ぎになっている。

この引き過ぎの意味は今後追及するとして、今回の場合、引き過ぎたとしても、前出の②、③の影響を完全に除くことができ、しかも、課題が各測点での γ 強度の違いの相対的な分布を知ることにおかれていたから、この処理法は有効である。

- (2) 測点の γ 線量は、地表層を構成する土質等の含む放射能物質 T_{232} , U , ^{40}K などのだす γ 線と、基盤岩石の割れ目から供給され、断層、破碎帯を通じて上昇してくる $^{222}\text{R}_n$ の娘核種中、 $^{222}\text{R}_n$ と放射平衡をつくる $^{214}\text{P}_b$, $^{214}\text{B}_l$ のだす γ 線との総量を測定している。筆者らが測定の主目的としているのは、もちろん、後者である⁴⁾ が、いまの測定法だけでは、これらを分離できない。干木良は、後者は測定にかかってこないとしている⁵⁾。しかし、筆者らの測定経験からみると、 γ 線量の測定での「再現性」と同時に、長期観測では有意な増減の「変動性」を示す⁶⁾。

もし、移動性をもち、半減期の短い後者の影響がないとすれば、この γ 線強度の時間的「変動性」を移動しにくい、しかも半減期の長い前者のみから、どう説明されるのだろうか。

そのうえ、干木良は、 R_n が他処から測点に補給されていることを確認している⁷⁾。

これらの問題はさらにつめてみたいと思うが、筆者らの方法で、相対的に高い γ 線強度を示すところが、有意な分布パターンを示していることからみても、この手法は有効であると考えている。

- (3) 今回の調査は、野坂地区内を通っていると考えられる断層線の検討を中心に、測点を選んだため、野坂川南岸に沿う断層線と画かれた contour の直接の関係はみることはできなかった。しかし、野坂地区内にあらわれた γ 線量の高い contour の一部が、野坂川南岸沿いの断層線と並行してのび、野坂地区を東西に横断する断層線と共軌になっていることは、注目値する。

(i) 厚い断層層を通じて、基盤の断層面と地表の変位部との間にずれが生じたものか。

(ii) 200m の違いを考慮すれば、もし測点を南にひろげて調査すると野坂川南岸にも γ 線量の高い部位が発見され、野坂地区のものは、その断層による副次的な破碎帯で γ 線量が高いのか。

(iii) または、大塚地区からのびる断層線が、実は、野坂地区を NE 方向に切っているのかも、知れない。

これらの点は、今後、さらに他の手段も使って詳細な調査をすることが必要であろう。

ともかく、どちらにせよ、この複雑な γ 線量の contour を示す断層系をうんだ鳥取地震は、野坂地区に大きな被害をうむ結果になったであろうことは容易に理解できる。

5. 謝 辞

本測定にあたって、京都大学防災研究所微小地震部門古川信雄、京都大学大学院生西上欽也、京都大学防災研究所鳥取微小地震観測所矢部征の各氏の御協力をいただき、また、この小論をまとめる過程で京都大学防災研究所微小地震部門の方々にも貴重な討論をいただいた。記して謝意を表したい。

参 考 文 献

- 1) 津屋弘達：鹿野・吉岡断層とその付近の地層——昭和18年9月10日鳥取地震に関する地質学的観察 震研 報22 1944 pp.1-32

- 2) 貞広太郎・見野和夫：活断層における γ 線測定 (I) 地震 第2輯 第33巻 1980 pp. 54-55
- 3) 貞広太郎・見野和夫：トレンチ発掘溝周辺の γ 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
同 上：福井地震断層周辺における γ 線測定 京都大学防災研究所年報 第26号 B-1 昭和58.4 pp. 117-122
を参照していただきたい。とくに後者は広域調査での測点設定にふれている。
- 4) 貞広太郎・見野和夫：活断層における γ 線測定 (I) 前掲書 pp. 53-54
- 5) 千木良雅弘・金折裕司・木方建造：河成段丘下の断層の地化学調査 (その2)——河成段丘中のラドン濃度および γ 線量率—— 電力中央研究所報告 382054 昭和58年5月 pp. 18-19
- 6) 貞広太郎・見野和夫・渡辺邦彦：活断層付近における γ 線連続測定 地震学会講演予稿集 1982 No. 1 pp. 169
- 7) 千木良ら：前掲書 pp. 17, 19, 20