

## 鹿野・吉岡断層周辺におけるガンマー線測定（Ⅱ）

中尾 節郎・西田 良平・岸本 兆方

### MEASUREMENT OF $\gamma$ -RAY INTENSITY ON AND NEAR THE SHIKANO AND YOSHIOKA FAULTS (II)

By *Setsuro* NAKAO, *Ryohei* NISHIDA and *Yoshimichi* KISHIMOTO

#### Synopsis

The observation of  $\gamma$ -ray intensity has been done on and near the Shikano and Yoshioka faults once a month since June, 1981. On the other hand, fundamental observations have been carried on at a standard point near the Tottori Microearthquake Observatory.

Continuous observation of  $\gamma$ -ray intensity was carried out for successive 2 days at the standard point, and an interesting phenomenon was observed. Namely, the  $\gamma$ -ray intensity increased suddenly, continuing for about 5 minutes in the rain, and restored to the normal value again.

Pattern of temporal change of  $\gamma$ -ray intensity is considered nearly the same among several observation regions in a period of one and a half years since June, 1981.

A decreasing of intensity was observed at nearly the same time in July, 1982 in many observation regions. More detailed investigation is necessary, however, in order to determine whether this decreasing is significant or not, and, if so, whether it is related to the earthquake occurrence or not.

#### 1. 序

地下から放射されるガンマー線量の測定を定期的に行い、その時間変化と地震活動との関係を調べるために、鹿野・吉岡断層周辺で測定を実施している。前回の論文<sup>1)</sup>でも述べたように、ガンマー線量と地震活動とを関係づけるためには、基準点において基礎的なデータを蓄積して、ガンマー線量の変化の物理的な考察を行うとともに、長期間連続した測定が必要である。

活断層とガンマー線量の分布との関係については、活断層上でガンマー線量がやや高い傾向があるらしいことが今までの観測で推定されている。今回は、前論文<sup>1)</sup>以後の観測を追加して、ガンマー線量の時間変化について主に論ずる。

鹿野・吉岡断層周辺の状況、観測点の分布等については前論文で述べたのでここでは省略する。

#### 2. ガンマー線量の基準点での測定

ガンマー線量は種々の原因による擾乱が大きい量であるので、その時間変化を論議するための基礎資料を得ることを目的とし、観測所内の基準点で2, 3の観測を行い、ガンマー線量に対する諸影響の検討を行っている。

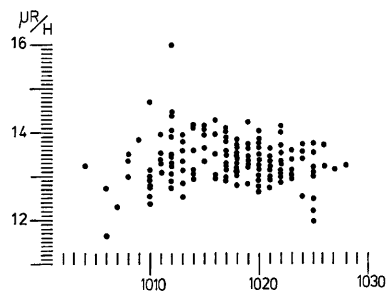


Fig. 1 Relation between  $\gamma$ -ray intensity and atmospheric pressure.

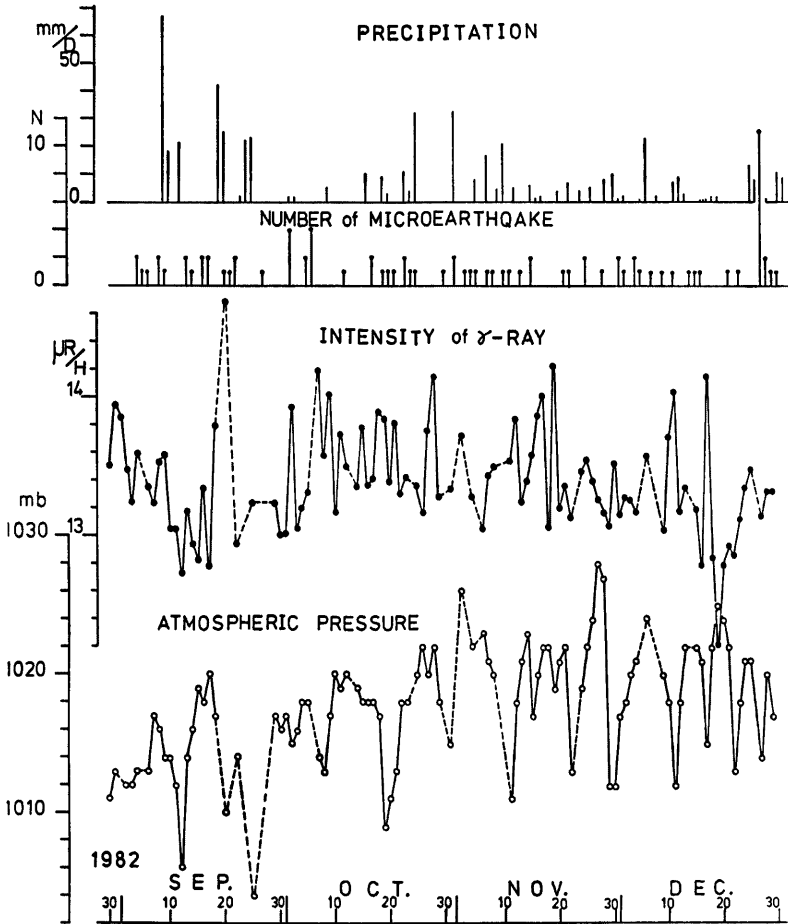


Fig. 2 Temporal variations of precipitation, number of microearthquakes in Tottori Pref.,  $\gamma$ -ray intensity at the standard point and atmospheric pressure.

ガンマー線量と気圧との関係について、前論文<sup>1)</sup>以後のデータを付加したものを Fig. 1 に示す。気圧が高くなればガンマー線量が少なくなると言われているが、Fig. 1 では系統だった規則性は見られない<sup>2)</sup>。ガンマー線量の特小さい値が、気圧の高い場合にも、低い場合にも見られる。

1982年8月30日から12月30日まで、毎日午後3時30分から4時30分までの間に基準点で測定した値の時間変化を Fig. 2 に示す。これから判るように、ガンマー線量の値はある範囲内で変化し、誤差の範囲外の値を示すのは、主として雨による変化であることが判った。特に9月20日は雨中での観測である。

さらにガンマー線量の時間変化について詳しく調べるため、測定器にペンレコーダーを接続し82年8月24日から約3日間の連続観測を行った。(Fig. 3) この期間のガンマー線量の変化は、殆んどが 12.5~14.5

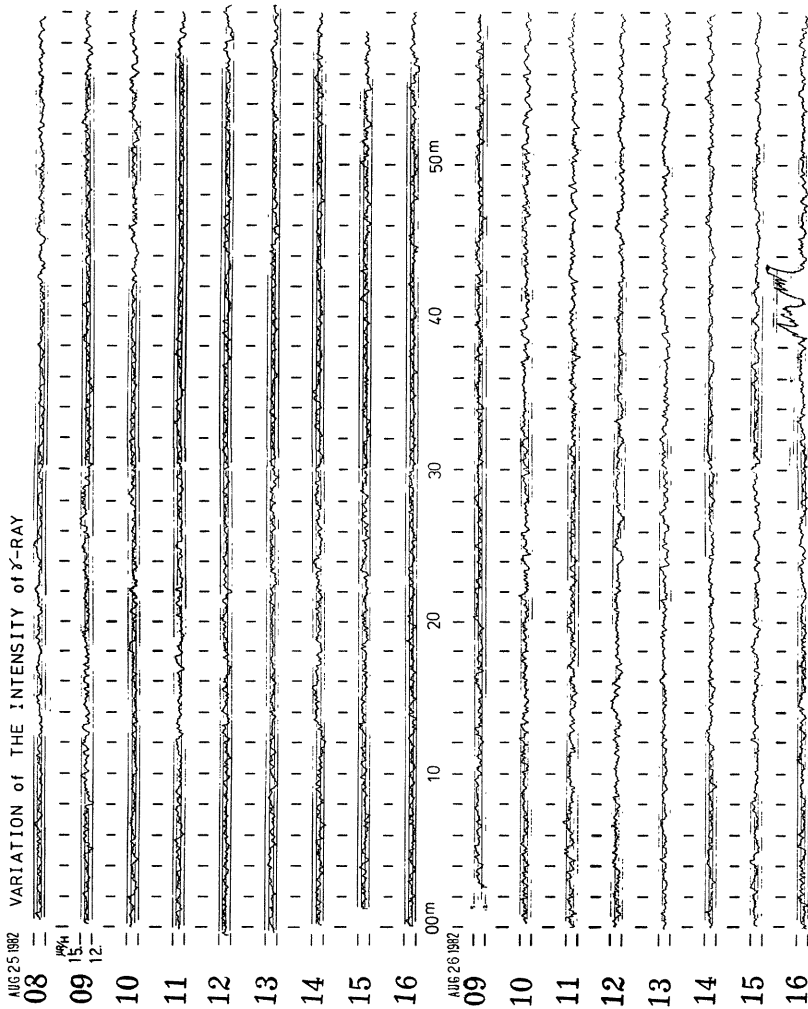


Fig. 3 Variation of  $\gamma$ -ray intensity for successive 2 days.

$\mu R/H$  の間に入っている。詳しく見ると20~30秒の短周期と2~3分の長周期の変化が見られる。これから、我々の観測方法は2分間の抜き取り観測であるので、短周期の変化は無視出来る観測を行っていると言える。又、連続観測中の8月26日16時38分頃から急に高い値を採り、異常な変化を示しながら約5分後に定常な値に戻ったことが判る。この異常変化の前後の気象状態は、この変化の少し前から降り出した雨がだんだんと烈しくなり、ガンマー線の変化終了後も引き続いて降っていた。このようなガンマー線の大きな変化は始めて観測されたものであるが、雨の降り初めの時のみの変化であるので、その原因としては、大気中に存在しているラドンが降雨開始時に雨と一緒に降ってきたために、ガンマー線量の値が急激に増加したためであると考えられる。大気中のラドン濃度は地形、地表面の状態、気象等の諸要素に依存して変化するものである

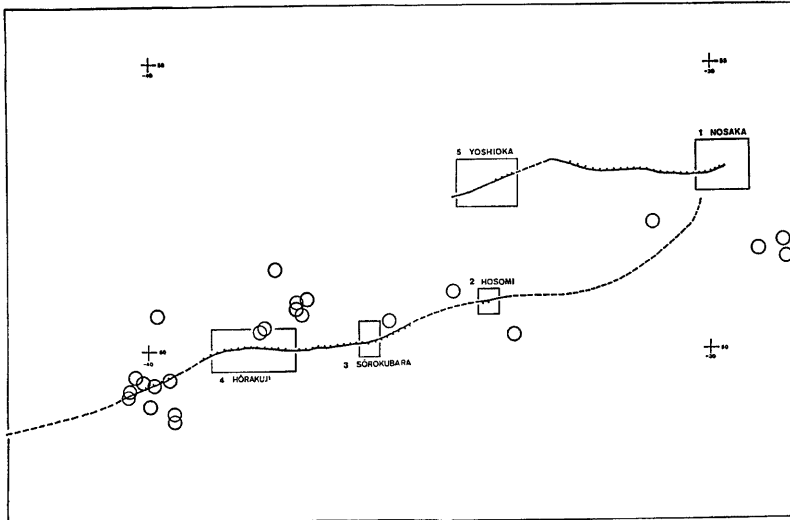


Fig. 4 Location of the Shikano and Yoshioka faults. The boxes show 5 observation regions for  $\gamma$ -ray survey. Open circles show microearthquakes whose hypocenters were determined accurately from Jan., 1981 to Dec., 1982.

が、これらについては岡野，下氏等による報告がある<sup>3),4)</sup>。

この節で述べてきた2，3の基礎観測の結果から，フィールドで観測を行う場合，次の点に注意すべきであることが判った。

- ① ガンマー線量の測定には，種々の原因による擾乱を取り除くため出来るだけ短時間の測定を行う。
- ② ガンマー線量は，降雨時大気中のラドンが地表面に降ってくるため急激な増加をするので気象変化時の測定は避ける。

### 3. 鹿野・吉岡断層上の観測地域の概況

前報<sup>1)</sup>でも述べたように，鹿野・吉岡断層上の5つの区域に観測区域を設け，それぞれの区域に7～12点の観測点を設置し，毎月1回10秒毎の2分間の測定をアロカ社製ガンマー線シンチレーション・サーベーター TCS 121 によって行ってきた。

Fig. 4 に示す丸印は，後述するように再決定された精度良い微小地震の震央である。18ヶ月の長い期間に観測地域の状況変化が心配されたが，幸いにして殆んどの観測点で変化はなく順調に測定出来た。ただ法楽寺の No. 9 の測点で状況の変化があった。ここは鹿野町と吉岡温泉を結ぶ道路の峠で，鹿野断層の露頭があるところである。崖整備工事によって露頭がきれいにけずられ鹿野断層の形状が明瞭に見えるようになったが，それまでの測点での測定が不可能となった。やむをえず，断層面が道路と交わる所に「赤いクイ」を埋め直し測定を再開した。測定の結果，それまでの値より約  $5\mu\text{R}/\text{H}$  も高くなった。このことは新しく削出された断層上はガンマー線量が高いことを示すものかも知れない。

### 4. 山陰地方の地震活動

1982年1月から12月までの地震活動について述べる。鳥取微小地震観測所で観測された，鳥取地方の微小

Table 1. List of microearthquakes, in which the origin is located at 134°30'E, 35°N.  
X, Y, H are expressed in Km.

Y	M	D	h	m	X	Y	H	MAG.	Y	M	D	h	m	X	Y	H	MAG.
81	2	2	08	24	-38.01	50.34	5.6	1.02	82	1	21	12	23	-37.52	51.41	5.5	2.03
	2	3	12	12	-39.63	49.48	6.8	0.12		1	22	2	36	-31.06	52.21	0.0	1.64
	2	13	3	42	-33.50	50.27	0.0	0.12		2	1	22	55	-28.69	51.60	5.9	0.05
	3	14	6	8	-35.71	50.51	9.8	0.75		2	5	23	32	-37.25	50.61	1.8	1.09
	4	4	2	46	-37.37	50.72	5.1	-0.3		3	22	23	6	-40.36	49.19	4.7	2.10
	5	25	18	59	-39.91	49.38	5.7	0.84		3	29	5	3	-40.33	49.26	4.5	1.59
	5	30	12	31	-40.09	49.43	6.2	1.64		5	18	23	17	-29.17	51.73	5.4	0.93
	6	7	3	42	-40.22	49.53	6.5	1.64		7	19	9	57	-37.34	50.81	4.9	1.09
	6	7	7	47	-39.96	49.02	5.8	0.53		8	1	23	56	-36.80	59.42	9.4	1.83
	11	3	12	57	-37.16	50.88	5.2	0.65		8	6	18	55	-39.56	48.88	0.0	0.93
	11	9	4	32	-28.71	51.86	6.6	1.24		8	6	20	34	-39.57	48.75	0.0	0.75
	11	14	12	54	-37.94	50.38	6.0	1.59									
	11	22	18	37	-34.58	51.02	7.7	0.12									
	11	30	8	19	-39.85	50.60	6.4	1.69									

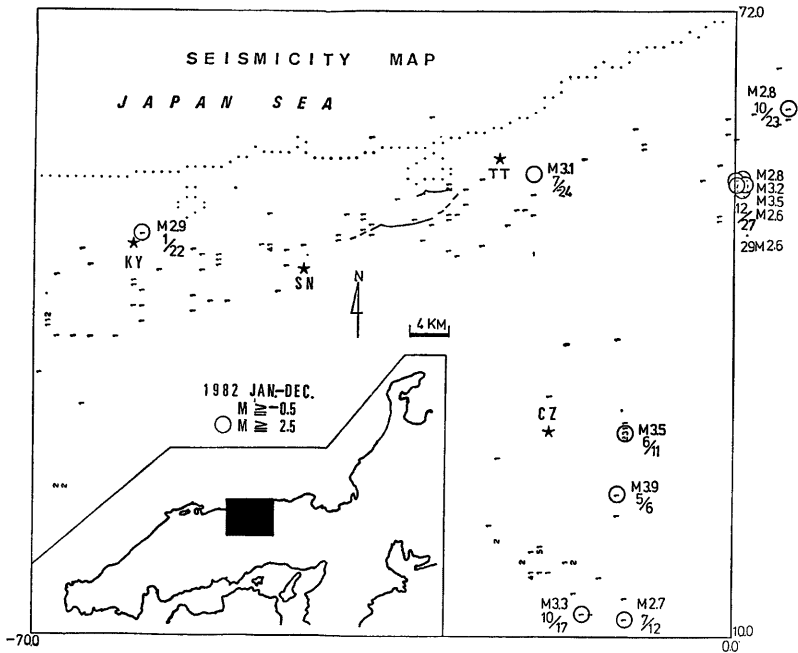


Fig. 5 Seismicity map of Tottori Pref. from Jan. to Dec., 1982. Open circles show earthquakes whose magnitude is larger than 2.5, and asterisks show seismic stations.

Table 2 List of earthquakes, in which the origin and unit of X, Y and H are the same as Table 1.

Y	M	D	h	m	X	Y	H	MAG.
82	1	22	19	32	-59.48	49.51	6.9	2.92
	5	6	0	28	-12.04	24.28	5.3	3.90
	6	11	0	8	-11.14	30.65	2.5	3.50
	7	12	10	30	-10.91	12.36	0.0	2.74
	7	24	22	42	-20.13	55.50	0.0	3.09
	10	17	20	1	-14.98	12.46	15.2	3.31
	10	23	2	30	5.56	62.29	8.5	2.82
	12	27	5	23	0.46	54.75	4.9	2.82
	12	27	14	7	0.73	54.56	7.6	3.24
	12	27	21	0	0.47	54.97	8.4	3.50
	12	27	23	16	0.67	54.66	6.2	2.59
	12	29	18	44	0.24	55.04	7.5	2.56

地震の発生数が数字で示されている<sup>5),6)</sup>。(Fig. 5) 又、観測期間中に断層からの震央距離が約 40km 範囲内で発生した、マグニチュードが2.5以上の地震を丸印で示し、Table. 2 にその震源要素を記す。1月22日に倉吉市付近にマグニチュード2.9の地震が、昨年の9月23日(M=3.9)に続いて発生している。断層と直交する方向の智頭付近に5月6日にマグニチュード3.9の地震が、6月11日にマグニチュード3.5の地震が発生している。7月24日には観測期間中、断層に最も近い鳥取市付近にマグニチュード3.1の地震が発生した。この地震については第5節で述べる。又、12月27日にはかなり顕著な群発地震が、湯村温泉に発生している。この地域の地震活動の時系列を、Fig. 6 の中に示す。

次に断層の極く近傍について精度よく決められた震央を、Fig. 4 に丸印で示してある。ここで用いられた高精度の震源決定法は、前論文<sup>1)</sup>に述べてあるので省略する。Fig. 4 に示された断層付近のこの2年間の地震活動は、法楽寺地域付近の活動が目立つ。又、全体としては、鹿野断層の北側で活発であるように見える。

## 5. ガンマー線量の時間変化と地震活動

前論文<sup>1)</sup>においては、1981年6月から12月までのガンマー線量の基準点および各観測地域における毎月値(これらの求め方については前論文<sup>1)</sup>参照)、および付近の地震活動の時系列、鳥取気象台における降雨量を並べて示した。今回は、更に1982年1月から12月までの観測を付加して Fig. 6 に示す。

今回の観測が加えられて、基準点および各観測地域でのガンマー線量の時間変化の様子がかなりはっきりして来たように思われる。前論文<sup>1)</sup>でも述べたように、毎月1回の観測によって、どの程度までの議論が可能であるかについては後に少し触れることにするが、ガンマー線量の長期的変化は、かなり信頼できるのではないと思われる。例えば、基準点と細見地域における観測値は極めてよく似た時間変化を示す。他の4地域(法楽寺、双六原、吉岡、野坂)の時間変化も相互に似ている。このことは、前論文<sup>1)</sup>でも指摘したが、ガンマー線量の長期的変化はここで取扱っているような比較的広い地域にわたって同じ変化を示すこと、又観測値は多数点・多数回の測定の実測値であることから、ほぼその地域の平均の値を示すものであると考えてよからう。

前論文<sup>1)</sup>で述べた、1981年7月頃をピークとするガンマー線量の漸減傾向は、その後の測定によれば、一様減少ではなくむしろ増減をくり返すように見える。これが季節変化であるか否かについては、もう一兩年の観測を必要とする。

Fig. 6 において1982年6月～8月の点線部分は、毎月1回の定期測定以外の臨時測定(図中に小さいシン

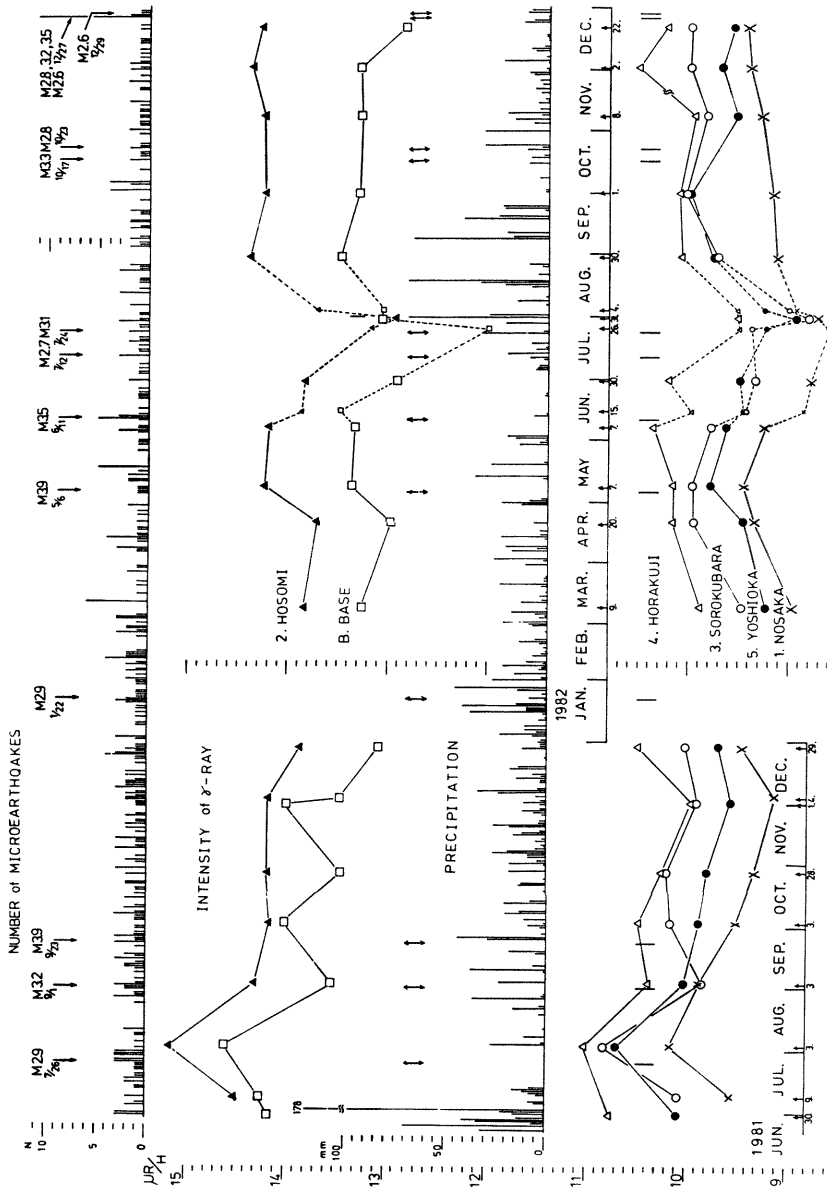


Fig. 6 Relation among seismic activity, precipitation, and average intensity of  $\gamma$ -ray in each region.

ポルで表わしてある)を含む部分である。特に、第4節で述べたように、1982年7月24日にこれまでの観測期間中最も断層に近く、鳥取市付近で $M=3.1$ の地震が発生したので、ガンマー線量の変化の有無を調査する目的で、2日後(臨時)、7日後(定期)、11日後(臨時)の3回の測定を行った。全観測点とも、7月の終り頃にガンマー線量の減少が起っているように見える。しかし、この減少が有意であるか否か、更にこの減少が実際に生じたとしても、上記の地震と関係があるか否かについては、より検討が必要であろう。

上に述べたように、各観測地域間でガンマー線量の長期的変化は相似しているのも、より短期的あるいは突発的な変化についても互いに似ている可能性がある。今後ガンマー線量の変化と地震発生との関連を調べるためには、連続観測を行うこと、その値の地域差を調べることが必要である。差し当っては、近く、鳥取微小地震観測所近傍の観測坑(岩質はグリーンタフ)内で連続観測を行う予定であり、その結果については第3報以後に報告の予定である。

本研究に関して多くの有意義な御意見を頂いた、防災研究所微小地震グループの尾池和夫博士、佃為成博士、見野和夫氏、渡辺邦彦氏、竹内文朗氏、平野憲雄氏に厚くお礼申し上げます。鳥取大学教養部の宮腰潤一郎教授には種々の御援助をいただき感謝致します。鳥取微小地震観測所の矢部征氏には観測の補助をはじめ多大の御助力を頂いたこと、厚くお礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 1) 西田良平・中尾節郎・岸本兆方: 鹿野・吉岡断層周辺におけるガンマー線測定(I), 京都大学防災研究所年報, 第25号 B-1, 昭和57年, pp. 73-87.
- 2) 貞広太郎・見野和夫: 活断層における $\gamma$ 線測定(I), 地震, 第33巻, 昭和55年, pp. 51-70.
- 3) 岡野真浩: 私信.
- 4) 下 道国: 私信.
- 5) 佃 為成・中尾節郎: 鳥取微小地震観測所の観測網による震源決定の精度について, 京都大学防災研究所年報, 第20号B, 昭和52年, pp. 47-58.
- 6) 岸本兆方・尾池和夫・渡辺邦彦・佃 為成・平野憲雄・中尾節郎: 鳥取および北陸微小地震観測所のテレメータ・システムについて, 地震, 第31巻(1978), pp. 265-274.