

JNC TJ 1400 99-030

公開資料

花崗岩地域における自然放射性核種 の挙動と分布に関する研究（Ⅱ）

（核燃料サイクル開発機構
委託研究成果報告書）

1999年3月

近畿大学原子力研究所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構 技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :

Technical Cooperation Sector, Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan

核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute) 1998

花崗岩地域における自然放射性核種の挙動と分布に関する研究（II）

森嶋彌重**、古賀妙子**

要 旨

環境中にはカリウム-40をはじめウラン系列、トリウム系列などの自然放射性核種が広く分布しているが、一様な分布はしていないことから大地よりの環境 γ 線として、またラドンの発生源として種々の形態で生活環境に関与し時間的にも空間的にも大きく変動している。わが国では一般的に、花崗岩地域が多い西日本では放射線量率は高いので、自然放射線に対する理解を深め、花崗岩などの高自然放射線地域における自然放射性核種の挙動と分布を明らかにするために環境調査を行う。調査する地域としては、特に、中国地方の花崗岩地域である島根県太田市池田鉱泉地域、鳥取県東伯郡三朝温泉地域、近畿地方で奈良県奈良市鉢伏地域、奈良県宇陀郡室生地域、兵庫県神戸市有馬温泉、兵庫県川西市及び対照地域としては東大阪市を含む大阪府周辺とし、ラドンおよび崩壊生成核種を含む自然放射性核種の環境中における挙動と分布に関する検討を行ったので、その結果を報告する。

(1) ラドンの測定は、長い設置期間が必要だが取扱が容易なカップ式ラドン・トロンモニタ、活性炭捕集によるピコラド法および300ml容のシンチセルの瞬時捕集によるパイロンラドンモニタ等の方法により検討した。積分型ラドンモニタは固体飛跡検出器として硝酸セルロース（コダック社製LR-115 type2）を用いた。ラドンモニタのそれぞれの特性により、カップ法は3ヶ月間設置捕集のため最小検出限界が高く感度が悪いが、設置期間の平均濃度が得られ、他の方法では24時間又は瞬時の短期間の平均ラドン濃度となる。ピコラド法は検出器が小さく、捕集も容易で簡便な測定で同時に多数測定が可能なため分布図などの作成に有効である。

(2) 三朝温泉地域における1998年12月まで約4年間に実施した空気中ラドン濃度は各地域毎の平均値で、屋外ではND～150Bq/m³、屋内ラドン濃度は8～194Bq/m³と幅広く変動し、一般に屋内濃度が屋外濃度より高く、その比は1.1～2.3に変動している。測定した地域の内、三朝地区、旭地区（竹田川沿）および竹田地区天神川沿い（竹田川上流の一部）が高く、三朝温泉地区の東南部小鹿地区および三徳地区では低濃度であった。これを地質図と比較して見ると、高ラドン濃度を示した旭、竹田、三朝温泉地域は花崗岩層に位置し、低ラドン濃度を示した小鹿、三徳地域は火山岩（安山岩及び玄武岩）層に位置していることが分った。花崗岩層に位置する地域のラドン濃度は火山岩層に位置するラドン濃度の、屋内においては2～3倍、屋外においては2倍となり、地層の違いによりラドン濃度が変化することが分った。

(3) 三朝地域、川西市において空気中屋内ラドン濃度の経時変化を観察すると、夏低く冬高くなる。夏期には、気温が高く窓を開放して生活することにより屋外の低濃度の空気により希釈されラドン濃度は低くなるものと思われる。

(4) 島根県池田鉱泉における空気中ラドン濃度は、鉱泉を利用している旅館等と民家8軒では大きく差があり、民家では比較的低濃度で高い鉱泉源の井戸を持つ民家の近くでの空気中濃度が高く、大きく変動している。

飲料水として用いている井戸水は、2～138Bq/l（平均値31Bq/l）、涌水、地下水等はND～4620Bq/l（平均875Bq/l）と採取日又は場所によっても大きく変動していた。

(5) 兵庫県有馬温泉の7泉源の温泉水中の内、岩酸泉源のラドン濃度が26Bq/lで、他は1.1～2.7Bq/lと比較的低レベルであった。

* 本報告書は、近畿大学が核燃料サイクル開発機構の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：100D0131

核燃料サイクル開発機構担当部課室および担当者：安全推進本部 副本部長 野村 保

** 近畿大学原子力研究所

Official Use Only
JNC PJ 1400 99-030
March, 1999

Study on the environmental movements and distributions of natural radioactive nuclides on the granite area (II)

Hiroshige Morishima** and Taeko Koga**

Abstract

The natural radionuclides as K-40, uranium decay series and thorium decay series etc. are widely distributed on environment, but are not uniformly. These have various influences various forms as the sources of terrecial environmental γ radiation and of radon in to the human life environment and make wide fluctuation seasonal and spatially on the environment. As the environmental radiation is higher than that of the other on the west japan where generally consists rich of granite strata. We deeply appreciate in regard to natural radiation and would carry the studies on the movement and distribution of natural radioactive nuclides on high background radiation area consisted rich granite strata. We have selected and observed on Ikeda mineral spring district Ota-shi Shimane pref., Misasa spa district, Tohaku-gun, Tottori pref., Muro district Uda-gun, Hachibuse district, Nara-shi Nara pref. and Arima spa district Hyogo-pref. for HBRA, and Kawanishi-shi, Hyogo pref. and Higashi-osaka-shi, Osaka pref. as CA. We have carried out the study on the environmental movement and distribution of natural radioactive nuclides containing radon and decay nuclides, and reported these results on following;

(1) Radon measurements have been carried using cup typed radon and thoron monitors which are easy handling in spite of need of long sampling time, pico-rad method by active charcoal sampling and Pilon scintillation-cell by grub sampling. Accumulated radon monitors have been used cellulose nitrate (LR-115 type II, Kodak Co.) as solid state track detector. Among these characteristic of radon monitors, though minimum detectable limit of cup method for 3 months sampling is higher than those by the other method, it is able to measure mean Rn-222 concentration for 3 month periods. Rn-222 concentration by pico-rad method is able to get briefly mean concentration for 24 hours, is small detector and many sample are measured at the same time to be available on the concentration distribution.

-
- * Work performed by Kinki University under contract with Japan Nuclear Fuel Cycle Development Corporation
 - J N C Liaison : Safety Propulsion Division, vice director Tamotsu Nomura
 - ** Kinki University Atomic Energy Research Institute

(2) Mean Rn-222 concentrations in air at Misasa spa environs measured for four years until December 1998 were fluctuated largely ranged $2\sim 150 \text{ Bq/m}^3$ outdoor and $8\sim 194 \text{ Bq/m}^3$ indoor, the latter generally are higher than those outdoor and these ratio were fluctuated ranged $1.1\sim 2.3$. On the results measured on Misasa area, Rn-222 concentrations on Misasa district, Asahi district along Takeda stream located southward from Misasa spa district and Takeda district along Tenjin stream are high, on Osika district located east-southward from Misasa spa district and Mitoku district are low level.

(3) On comparison of Rn-222 concentration on geological map, it turn out that Rn-222 concentrations on Misasa district, Asahi district and Takeda district geologically formed from granite strata are high, and those on Osika district and Mitoku district formed from volcanic rocks (Andesite and Basalt) are low level. Indoor Rn-222 concentrations in air on granite strata layers are 2-3 times higher than those of volcanic rock and Rn-222 concentration in air is a influence on the strata.

(4) Rn-222 concentration variations in air on Ikeda radium spring of Shimane pref. were largely differenced between at hotel used mineral spring and at eight private houses. Those of the later were comparatively low. But those in air at a private house with spring well of high concentration are high and fluctuated largely. Gash-out extend of spring is a great influence on radon concentration in air. Rn-222 concentration variations in well water used as drinking water were $2\sim 138 \text{ Bq/l}$ (mean value 31 Bq/l) and those in ground waters varied from non detectable to 4620 Bq/l (mean 875 Bq/l) on sampling time and places.

(5) Mean Rn-222 concentration in the spring water at Arima spa area, Hyogo prefecture is 26 Bq/l at Tansan spring source and the other spring sources are comperatively low level with ranged $1.1\sim 2.7 \text{ Bq/l}$.

目 次

1. はじめに	1
2. 材料および方法	3
2.1 試料採取	3
2.1.1 三朝温泉	3
2.1.2 池田鉱泉	3
2.1.3 有馬温泉	3
2.1.4 室生・鉢伏地域	3
2.2 ラドン濃度測定法	3
2.2.1 ピコラド法	3
2.2.2 カップ法	9
2.2.3 シンチセル法	9
2.3 土壤中の γ 線核種分析	9
3. 結果と考察	13
3.1 鳥取・三朝周辺地域におけるピコラド法によるラドン濃度	13
3.1.1 空気中ラドン濃度	13
3.1.2 鳥取・三朝周辺地域における水中ラドン濃度	20
3.1.3 三朝温泉街における空気中ラドン濃度の経時変化	20
3.1.4 三朝地域における水中ラドン濃度の経時変化	27
3.2 池田鉱泉地域におけるラドン濃度	27
3.2.1 池田鉱泉地域における空気中ラドン濃度	27
3.2.2 池田鉱泉地域における水中ラドン濃度	34
3.3 奈良県室生・向瀬における空気中ラドン濃度	34
3.4 有馬温泉および北海道モッタ温泉における空気中および水中ラドン濃度	34
3.5 兵庫・川西市におけるラドン濃度	34
3.6 東大阪における空気中ラドン濃度	34
3.7 シンチセル法による空気中ラドン濃度	40
3.7.1 鳥取・三朝地域における空気中ラドン濃度	40
3.7.2 島根・池田鉱泉地域における空気中ラドン濃度	40
3.8 土壤中 γ 放射性核種分析	44
3.8.1 鳥取・三朝地域における土壤中の γ 放射性核種	44
3.8.2 島根・池田鉱泉地域における土壤中の γ 放射性核種	44
3.8.3 有馬温泉および奈良市近辺地域における土壤中の γ 放射性核種	44
3.8.4 東大阪市近畿大学周辺における土壤中の γ 放射性核種	53
3.8.5 池田鉱泉地域の水中の γ 放射性核種	57
4. まとめ	57
5. 参考文献	62
添付図	63

1. はじめに

UNSCEAR 1988, 1993年国連科学委員会報告書によると、自然に存在する放射線源の一つであるラドン (Rn-222) とその短寿命崩壊生成核種の吸入による内部被ばく線量は、世界の平均的な値として、自然放射線源から受ける年間被ばく線量当量、2.4 mSv の約半分を占める。生活環境中における自然放射線による被ばく線量の最も大きな要因であると世界的に注目されている¹⁾。また、わが国では各地の原子力施設等の稼働に伴って環境への放射性核種の放出に関する関心が高まり、放射線の影響を把握する上で、それらの施設周辺の環境放射線の影響を分別して評価することが重要である。一方、ICRP 90年勧告でも取り上げられているように、自然放射線についても人為的に高められた場合は、管理の対象とされるなど、環境放射能の動向に関する研究の重要性が高まっている。

環境中にはカリウム-40をはじめウラン系列、トリウム系列などの自然放射性核種が広く分布しているが、一様な分布はしていないことから大地よりの環境 γ 線として、またラドンの発生源として種々の形態で生活環境に関与し大きく変動している。地殻を構成する岩石は火成岩、堆積岩、変成岩で、堆積岩は地表に露出している火成岩などが風化作用などのために分解し堆積して出来た岩石で、変成岩は火成岩、堆積岩が変成作用により変わった岩石である。火成岩は花崗岩、玄武岩、火山岩で、花崗岩は大陸を構成する代表的な岩石で、海洋底を構成する代表的なものとしては玄武岩がある。ウラン、トリウムおよびカリウムの濃度はケイ酸塩の濃度の高い酸性岩である花崗岩などにおいて最も高く、ケイ酸塩の濃度が低い超塩基性岩に最も低い。頁岩、燐灰岩中では火成岩中より高いと報告されている²⁾。

土壤中にはウランやラジウム等を含む鉱物が広く分布しており、種々の形態で人の生活環境に関与している。これら天然放射性核種濃度は一般的にあまり高くないとされているが、近年の住宅構造の気密化などによって家屋内でのラドンの蓄積が見られ内部被ばくの主要な源となり、益々問題となっている。生活環境中のウラン・トリウムの存在により、様々な要因によってラドン濃度は時間的にも空間的にも変動し、変動幅も大きい^{3~7)}。そこで、環境大気中のラドン濃度の経時変動および場所による濃度レベルの分布を簡便にしかも正確に評価するために、ピコラドシステムすなわちラドンが容易に活性炭に吸着しやすいという性質を利用したパッシブ法（活性炭法）を採用し、Packard社製ピコラド検出器を24時間開放してラドンを捕集

した後、液体シンチレーションスペクトロメータ（Tri-carb 2250CA）を用いて測定する^{8~10)}方法により広く測定を継続して行い、更に、一举に多くの試料数を処理し、測定するのに乳化シンチレータと試料水を直接混合して測定する直接方法も行われている^{11,12)}。

空気中の Rn-222 濃度の測定には、この他にパイロン製シンチセル法および長期設置型積算ラドン計として、カップ法による測定を行っているが、今回はシンチセル法の測定結果を増やしているが、カップ法については検出特性の検討を実施し、長期間の平均濃度の測定および Rn-220 濃度の測定に向けて進めている。

わが国では一般的に花崗岩地域が多い西日本で放射線量は高くなつており、日本における空間線量の地質依存性を報告^{13~15)}している文献は多い。自然放射線に対する理解を深め、花崗岩などの高自然放射線地域における自然放射性核種の挙動と分布を明らかにすることを目標に調査を行う。調査する地域としては、特に中国地方の花崗岩地域である島根県大田市池田鉱泉地域、鳥取県東伯郡三朝温泉地域、近畿地方で奈良県宇陀郡室生地域及び対照地域としては東大阪市を含む大阪府周辺とし、ラドン及び崩壊生成核種を含む自然放射性核種の環境中における挙動と分布に関する研究を開始し、その結果の一部を報告する。

2. 材料および方法

2.1 試料採取

関西地方は花崗岩地層が多く露出して環境線量が高いことが報告^{13~15)}されていることから、比較的有名な温泉地を高自然放射線地域として選択し、Fig.1に示した島根県大田市池田鉱泉地域、鳥取県東伯郡三朝温泉地域、兵庫県神戸市有馬温泉地域および奈良県室生・奈良市鉢伏地域をラドン調査地域として選んだ。

2.1.1 三朝温泉

三朝温泉は、鳥取市の西南西約30kmの、鳥取県東伯郡三朝町にあり、鳥取県の中央部を北流する天神川の支流の三徳川の両岸の三朝、山田地域で温泉水が湧出する。三徳川両岸沿いの三朝温泉地区および天神川および加茂川にはさまれた旭地区、加谷川流域の竹田地区、小鹿川流域の小鹿地区および人形峠などについて、1998年にラドン濃度測定を行った場所をFig.2に示した。対照地区としては、東大阪市において近畿大学原子力研究所構内、研究室、倉庫等で空気中ラドン濃度の測定を行った。

2.1.2 池田鉱泉

池田鉱泉は三瓶山を南に位置する山あいの鉱泉旅館と高齢者保養所「さわらび苑」と十数軒の民家から構成され、旅館、さわらび苑および8民家についてFig.3に示した測定場所で測定を行った。

2.1.3 有馬温泉

有馬温泉は兵庫県神戸市の北部に位置し、Fig.4に示した6泉源について温泉水を周辺の陸水および土壤を採取し測定を行い、有馬温泉の東側数十kmの兵庫県川西市についても測定を実施した。

2.1.4 室生・鉢伏地域

奈良県奈良市鉢伏地域および奈良県宇陀郡室生村向渕をFig.5に示し8地点について、示して地下水および近くの土壤について測定を実施した。

2.2 ラドン濃度測定法

2.2.1 ピコラド法

ラドン濃度の測定はパッカード社製の PICO-RAD システムを用いて、水中および空气中について行った。

(1) 空気中ラドン濃度の測定は、現地で PICO - RAD 検出器のフタを開放、屋外

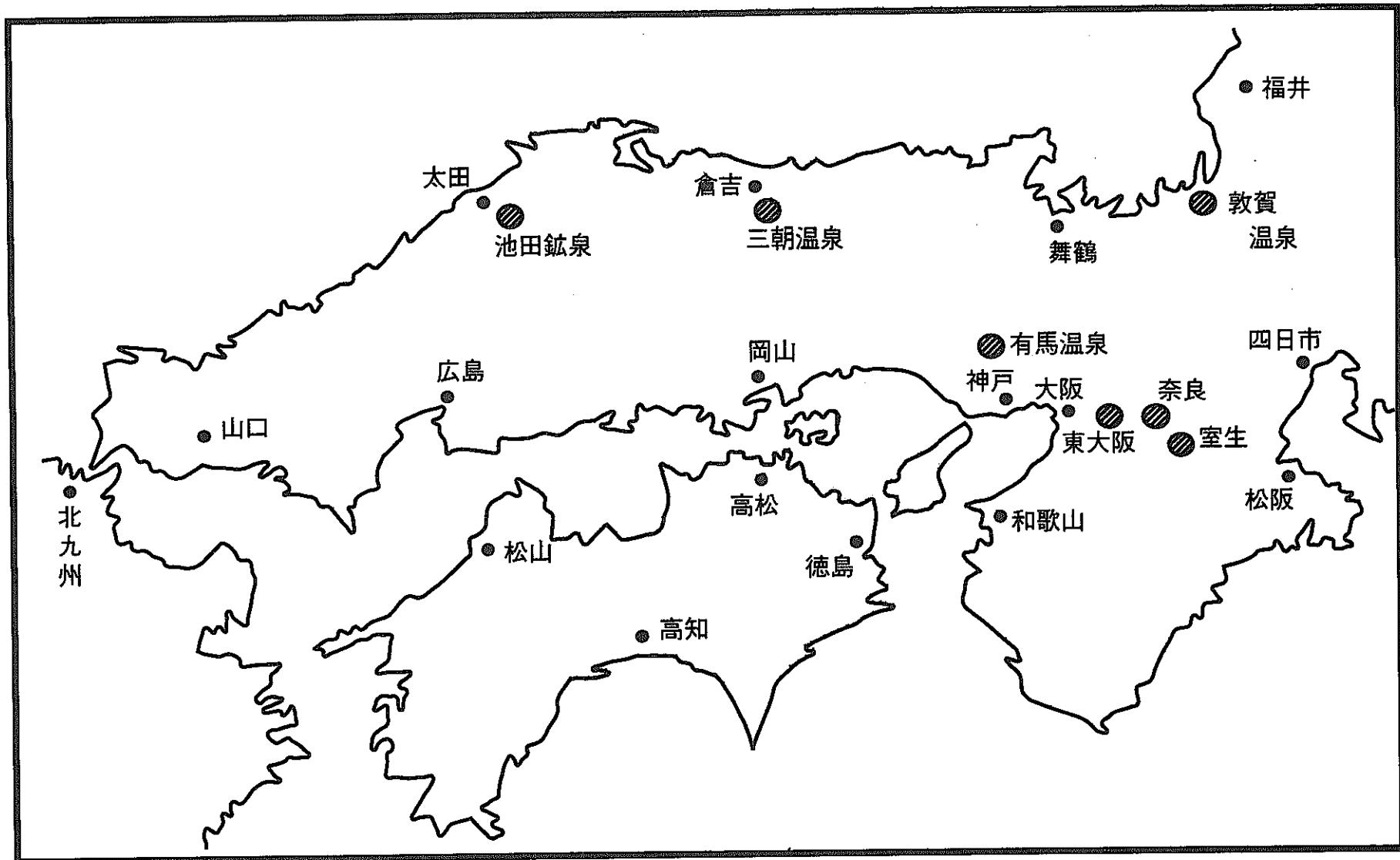


Fig. 1 高自然放射線地域など環境放射能測定地域

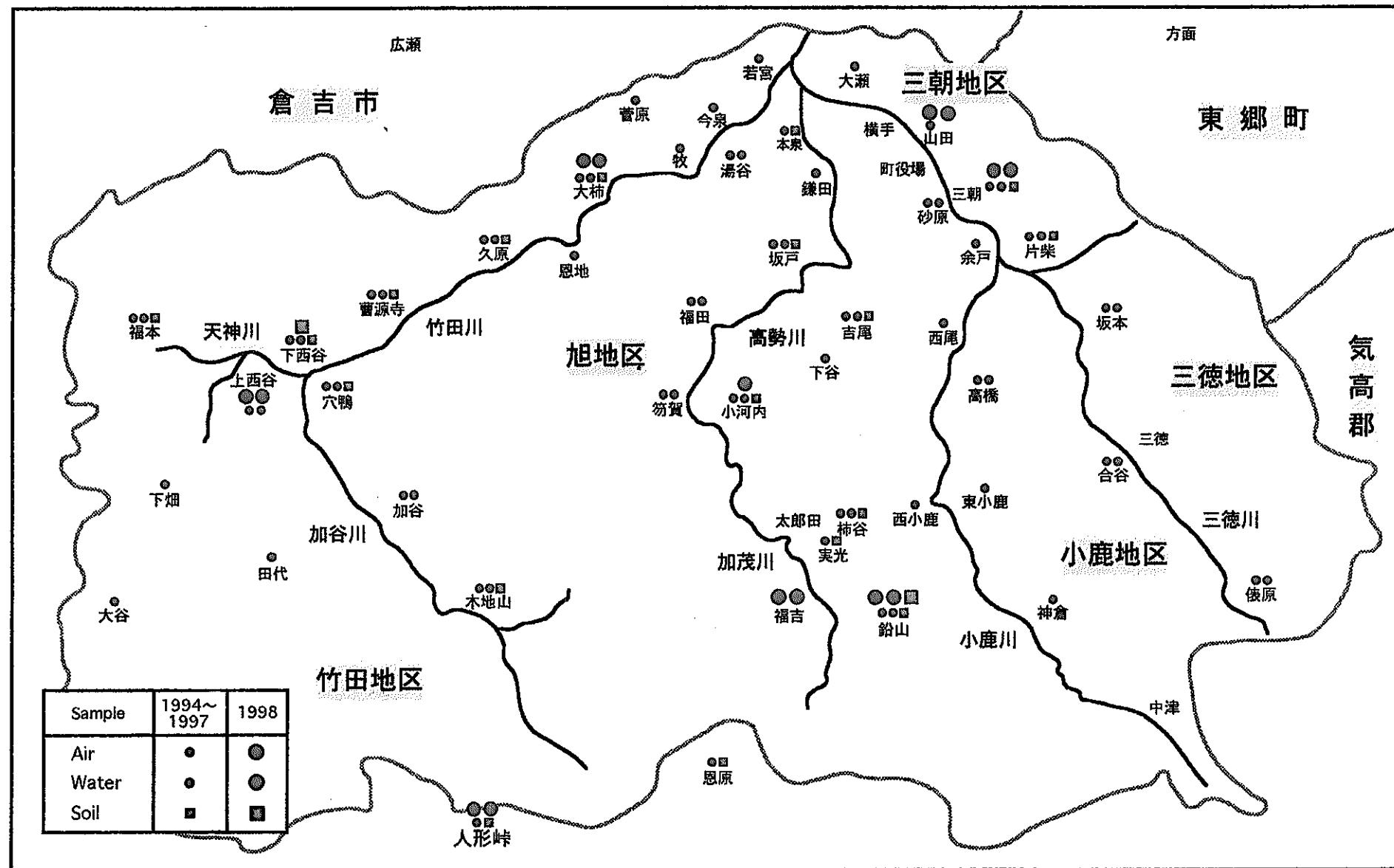


Fig. 2 鳥取県三朝周辺地域におけるサンプリング地点

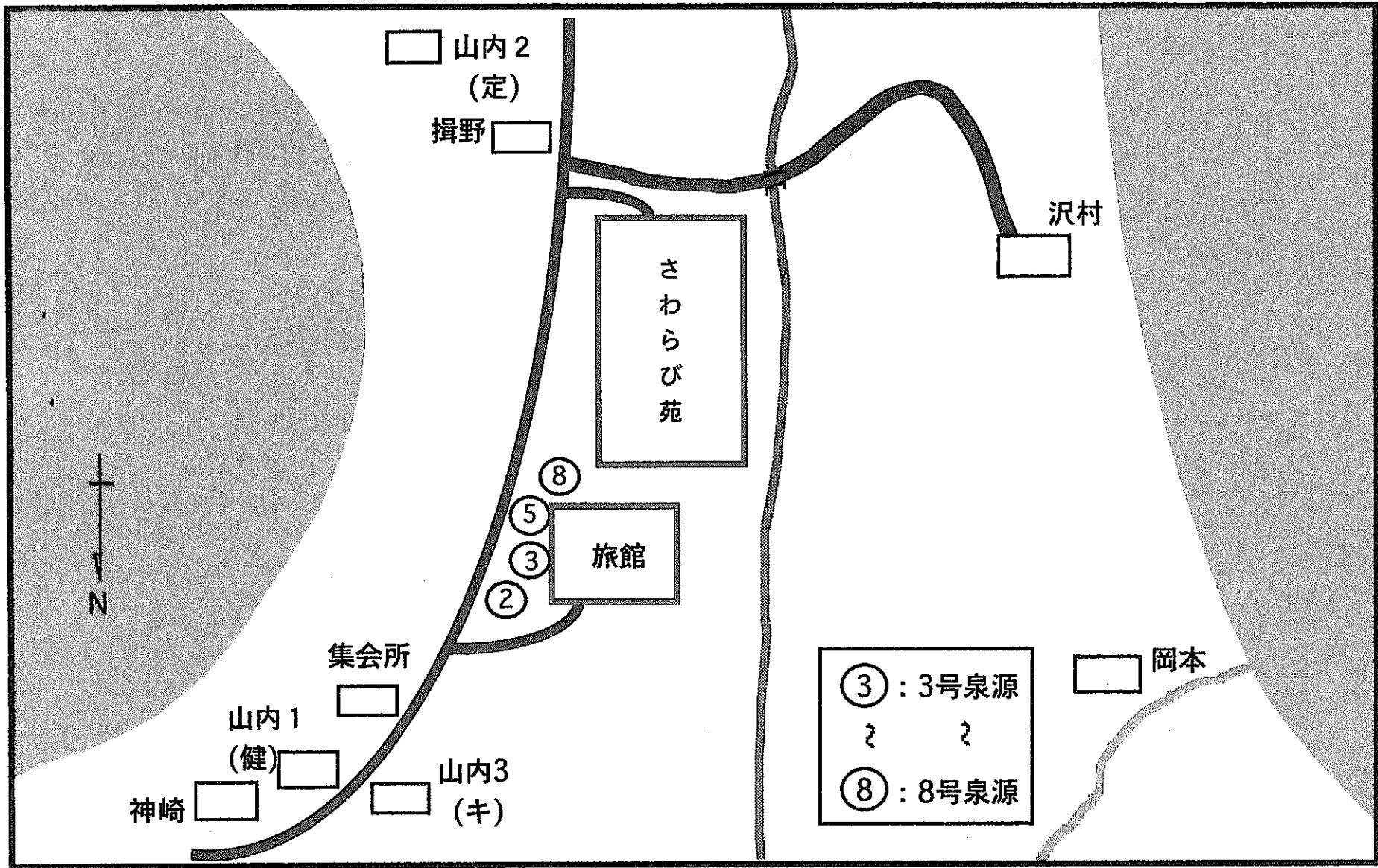


Fig. 3 池田ラジウム鉱泉地域における測定場所

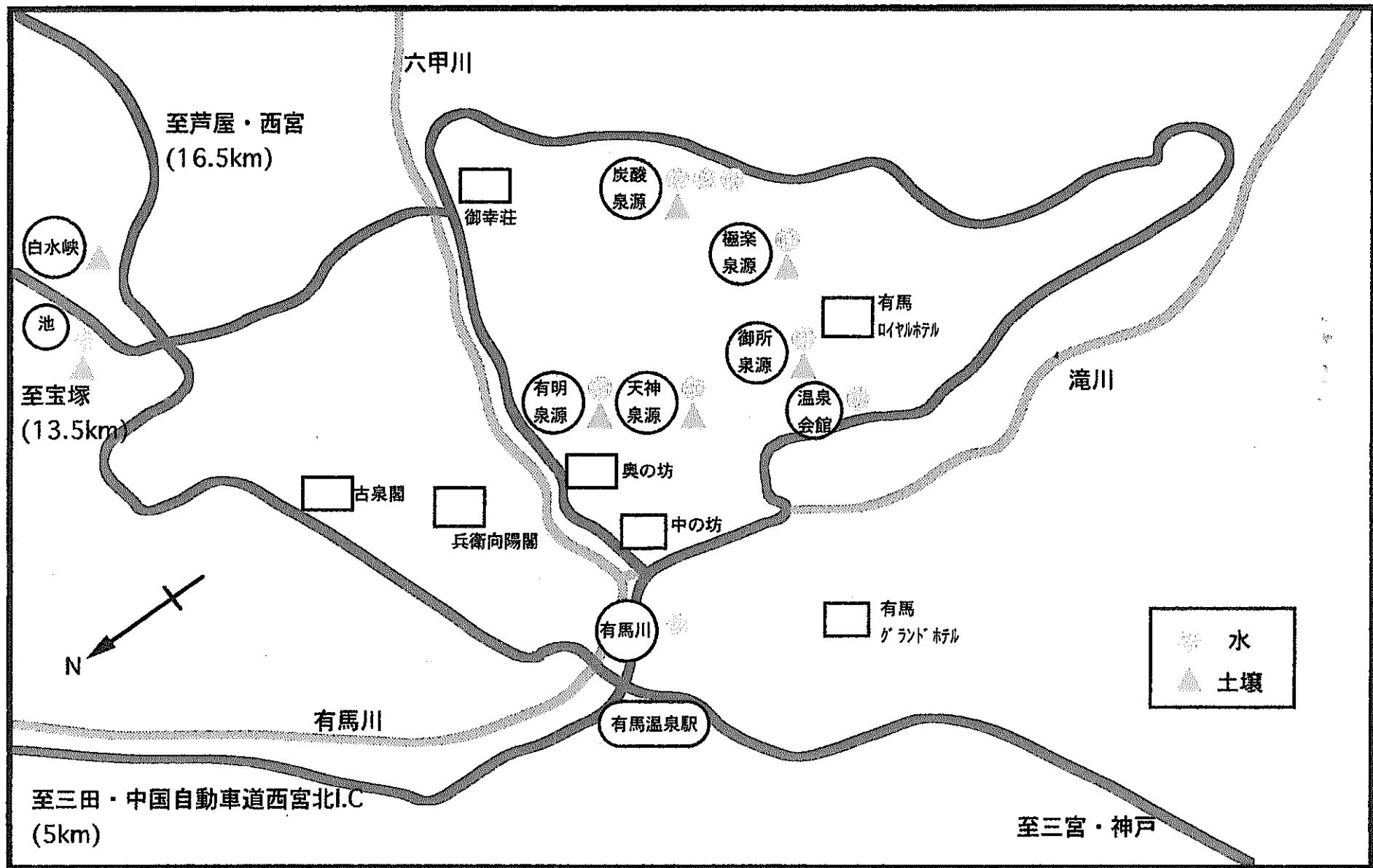


Fig. 4 有馬温泉における測定場所

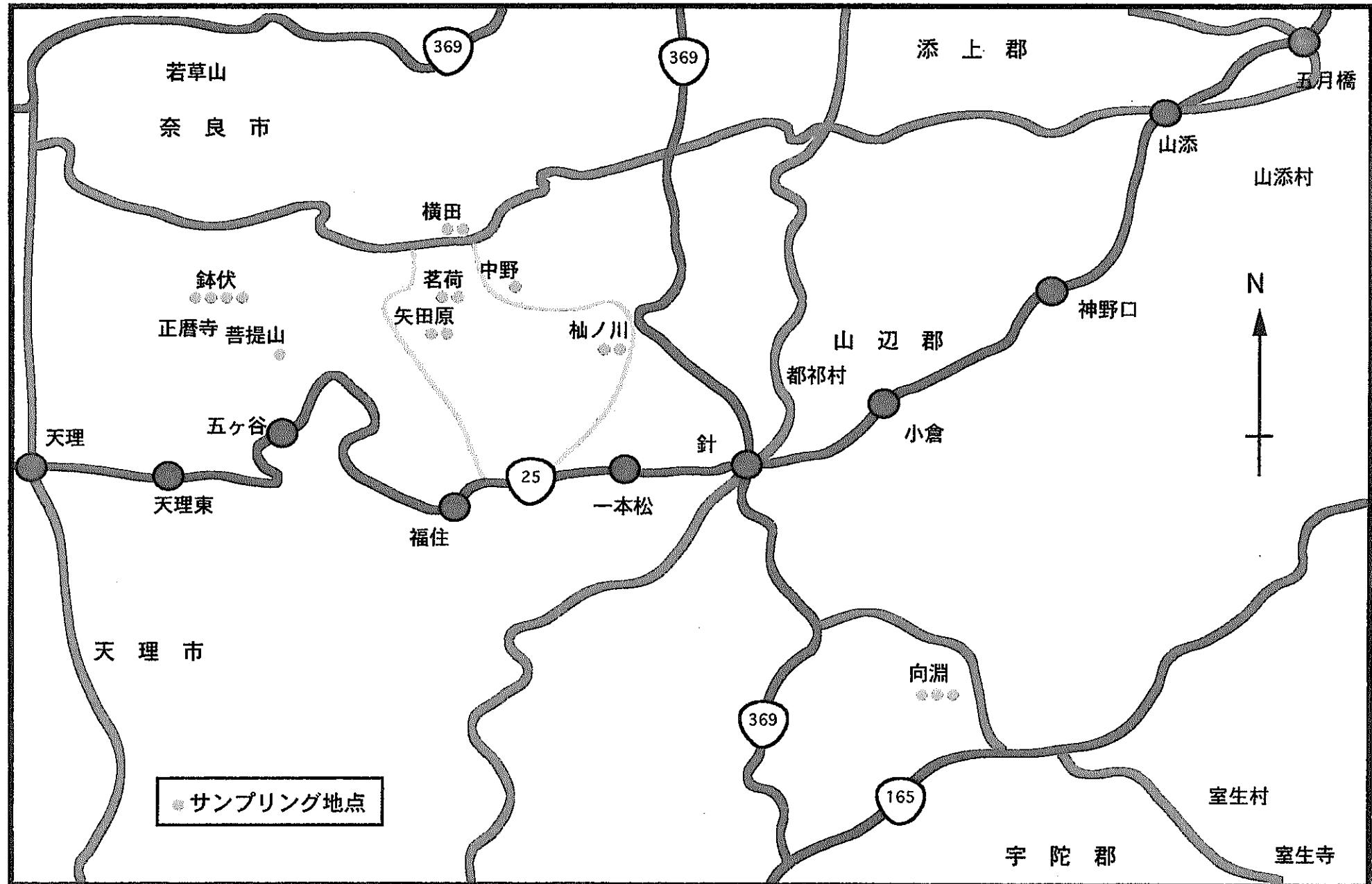


Fig. 5 奈良県における測定場所

では地表面から 1 m のところに開口部を下にして設置し、屋内については高さ 1 m 程度の棚、タンスの上などに 24 時間設置しラドンを捕集した後、この検出器にシンチレータ溶液 (INSTA-FLUOR) を 10ml 添加した後、フタを閉めて約 15 秒間振とうあるいは 2 分間逆さにし、シンチレータ中に抽出した後持ちかえり、パッカード社製液体シンチレーションスペクトロメータ (TRI-CARB 2250 CA/LL 型) により測定を行った。

(2) 水中ラドン濃度測定は、シンチレータ溶液 (OPTI-FLUOR) を 10ml 入れた 20ml ガラスバイアル瓶に現地で試料水を 10ml 採取して添加し、約 15 秒間振とうし、液体シンチレーションスペクトロメータで測定を行った。

2.2.2 カップ法

名古屋大学の開発したカップ式ラドンモニタ (Fig. 6) としてラドン・トロン用カップおよびラドン用カップの 1 対を用いて実施する。固体飛跡検出用硝酸セルロースフィルム (LR-115, Type II) を装着し、3 ヶ月間照射し生じた α 線飛跡を Fig. 7 に示した測定法によりラドン濃度を測定する。飛跡を 2.5N カセイソーダ溶液により 60°C 160 分間エッチング後アルコール (1 : 1) で洗浄乾燥して光学顕微鏡で検鏡し、画像処理ソフト「マックスコープ」によりフィルム 1 枚につき 30 視野についてエッチャピットを計数し、標準濃度により求めた換算係数をもとにラドン濃度を計算し期間の補正を行い、トロン濃度はラドン・トロン用飛跡フィルム上のピット数よりラドン用飛跡フィルム上のピット数を差引き、換算係数により補正しトロン濃度とする。

2.2.3 シンチセル法

予め真空にし BG を測定したパイロン製シンチセルラドンモニタ (Fig. 8) により、セルを瞬時真空を解除し、空気を吸引するグラブサンプリングを現地で行い、 α 放射能をシンチレーション計数装置により測定し、ラドン濃度を計算する。測定は空気を吸引後、採取したラドンが崩壊し崩壊生成核種が平衡に達する 3.5 時間後に実施する。

2.3 土壤中の γ 線核種分析

ラドン濃度を測定した地域の土壤中の γ 線核種分析を実施するために、ラドン濃度を測定した地点の土壤を採取し、乾燥細土にする。U-8 容器に約 100 g を秤量し、Ge (INT) 半導体検出器を用いた γ 線スペクトロメータで測定し、得られた γ 線エ

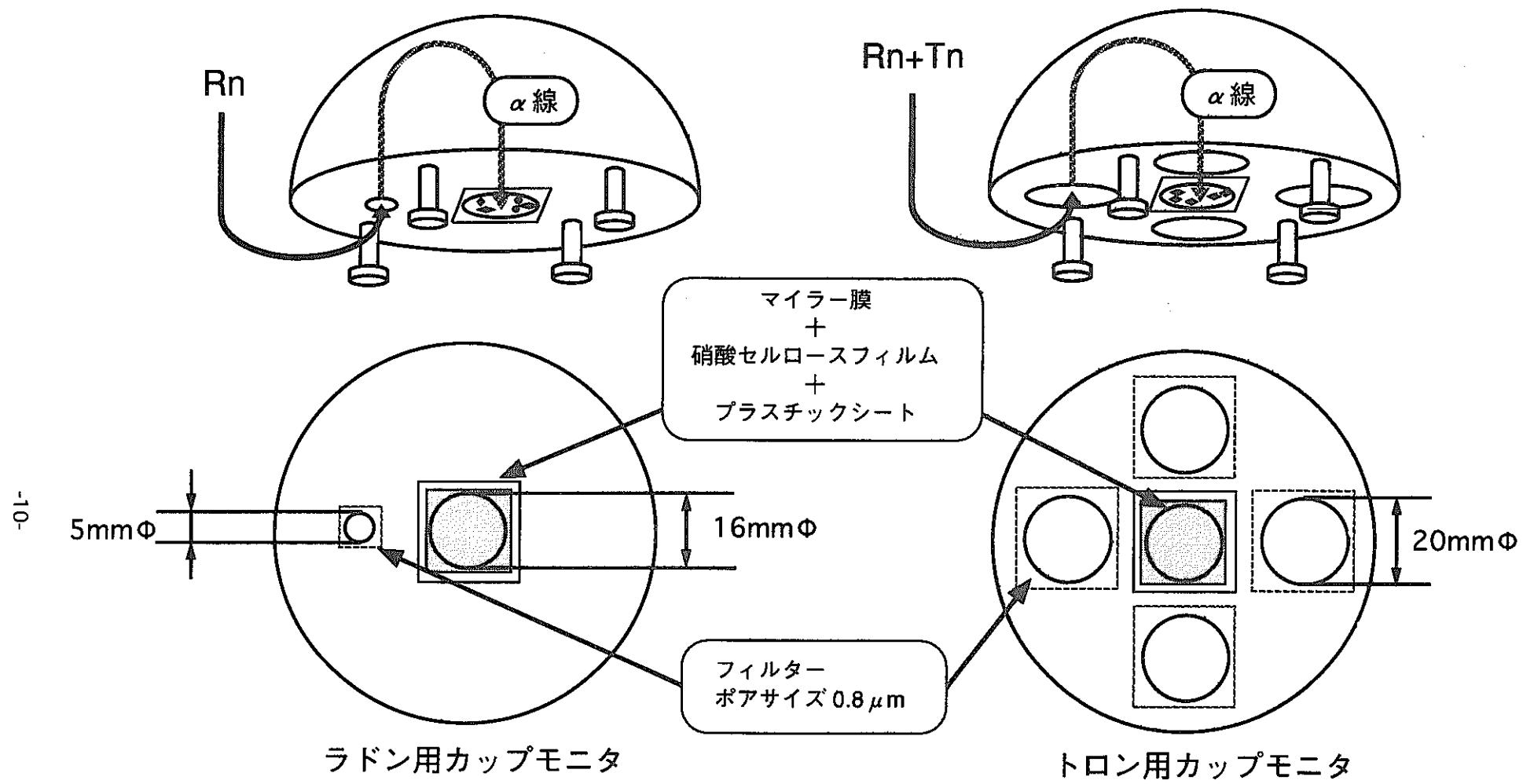


Fig. 6 カップ式ラドン・トロンモニタ詳細図

カップ式ラドン・トロンモニタ
硝酸セルロースフィルム (LR-115, Type 2) 設置
積分型ラドン計

2～3ヶ月設置

硝酸セルロースフィルムをエッチング
(2.5N NaOH 水溶液 60°C 160分)

アルコールで洗浄
乾燥

光学顕微鏡でモニター上に画像を取り入れる。

フィルム1枚につき30画像

画像処理ソフト「マックススコープ」を用いて
エッチピットを計数

Fig. 7 カップ法によるラドン濃度測定法

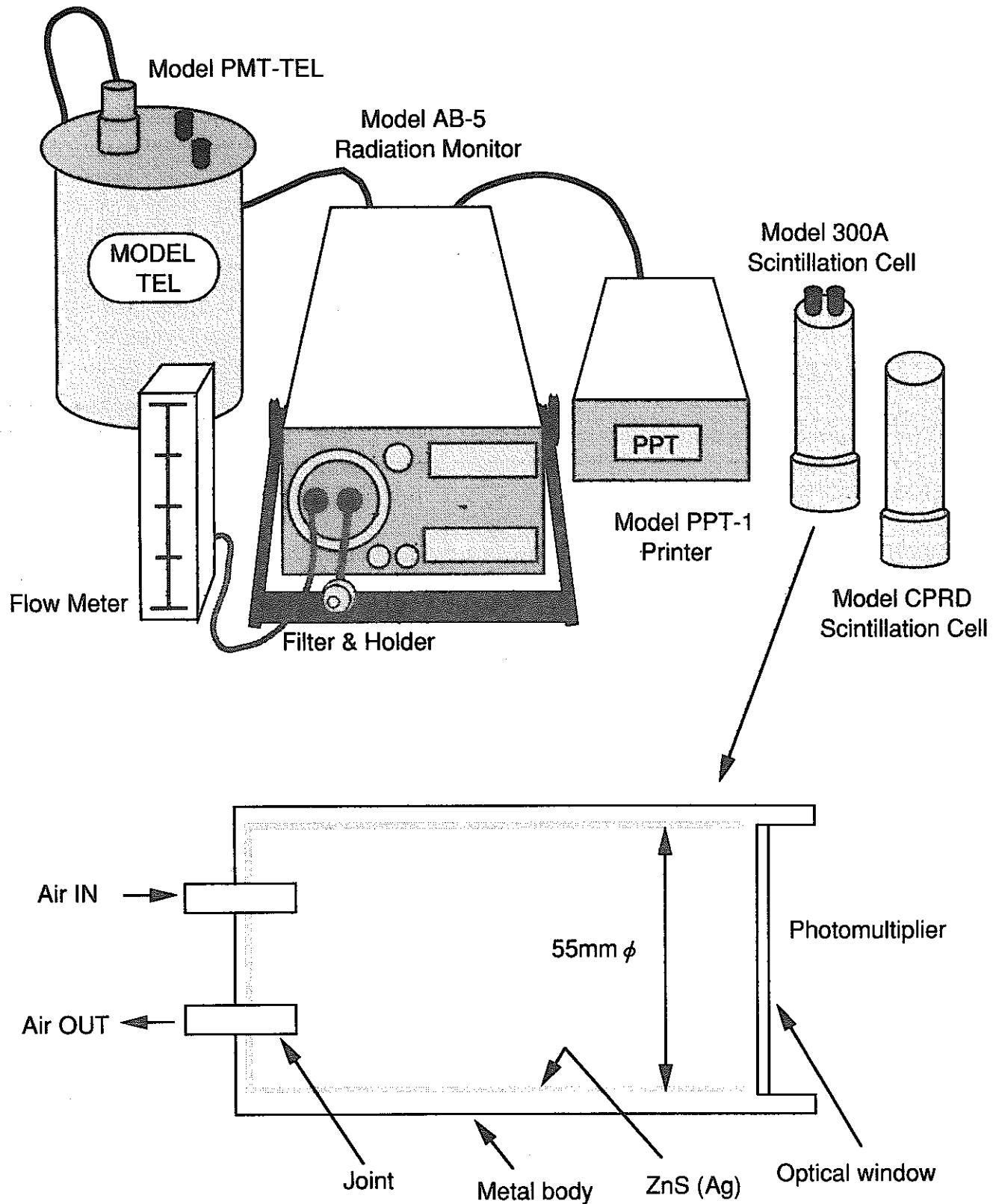


Fig. 8 パイロン製シンチセルラドンモニタ

ネルギースペクトルを NAIG 社製 NLAB-MCA2/Gamma でデータ処理を行い、 γ 線核種分析を実施した。

3. 結果と考察

3.1 鳥取・三朝周辺地域におけるピコラド法によるラドン濃度

3.1.1 空気中ラドン濃度

1998年11月に三朝周辺地域において、測定場所13カ所の屋内外における空気中ラドン濃度の測定を行った。その結果を Table 1, Fig. 9 に示した。これによると、屋内ラドン濃度は $15.3\sim49.5\text{Bq}/\text{m}^3$ 、屋外ラドン濃度は $8.8\sim39.5\text{Bq}/\text{m}^3$ の範囲で変動した。地区ごとにみると、竹田地区の上西谷、旭地区の大柿、福吉において、ラドン濃度が高く前年度迄の傾向と似ている。東大阪のラドン濃度は屋内ラドン濃度が $8.5\text{Bq}/\text{m}^3$ で屋外ラドン濃度は $6.0\text{Bq}/\text{m}^3$ であった。1992年に測定を開始してから現在までに測定した三朝地域のラドン濃度を地区ごとに屋内および屋外の平均濃度を Table 2, 3 および棒グラフで Fig.10 に、さらに地質図上に棒グラフで濃度分布を乗せ、Fig.11 に示した。調査した6年間における地区の平均値を示しているが屋内濃度は $8\sim194\text{Bq}/\text{m}^3$ 、屋外濃度は $2\sim150\text{Bq}/\text{m}^3$ と巾広く変動し、一般に屋内濃度が屋外濃度より高く、その比は $1.1\sim2.3$ に変動している。屋内および屋外ラドン濃度は三朝地区、竹田地区（天神川沿い）および旭地区（高勢川北側流域）が高く、三朝、旭、竹田地区と天神川、三徳川下流流域に高いラインが観察される。旭地区的曹源寺、恩地、本泉、大柿が高く、竹田地区では上西谷、穴鴨、福本が三朝温泉街の濃度とほぼ同じレベルかそれ以上の高いラドン濃度を示した。屋外ラドン濃度は、濃度の低い小鹿地区も東大阪市とほぼ同じであったが、屋内濃度は高いところもあり、逆に濃度の高い竹田地区の福本の屋外濃度は小鹿地域とほぼ同じ低レベルを示した。三朝温泉の南に位置する竹田川および高勢川沿いの旭地区、天神川・加谷川沿いの竹田地区および三朝温泉地域は他地域より高ラドン濃度を示した。この地域は地質学的に花崗岩層にあり地図上色の濃い部分に相当する。低ラドン濃度を示す三朝温泉地域の東南に位置する小鹿地域および三徳地域は火山岩（安山岩および玄武岩）層に位置し、無色あるいは薄色に示した。三朝周辺地域で比較的ラドン高濃度地域としての三朝、旭、竹田地区および比較的ラドン低濃度（対照）地域としての三徳・小鹿地区的ラドン濃度を三朝地域の地層毎に

Table 1 三朝周辺地域における空気中ラドン濃度

(1998.11) (Bq/m³)

測定場所		ラドン濃度			屋内／屋外比	
		屋内		屋外		
竹田地区	上西谷	37.4	± 1.0	39.5	± 1.8	0.95
旭地区	福吉	49.5	± 1.1	13.3	± 0.9	3.7
	大柿	36.6	± 1.2	19.9	± 1.0	1.8
	鉛山	20.1	± 0.9	11.5	± 0.9	1.7
三朝地区	三朝	40.1	± 0.4	14.6	± 0.5	2.7
	〃	56.1	± 0.4	18.9	± 0.5	3.0
	山田	28.3	± 1.0	17.5	± 1.4	1.6
岡山県人形峠 露頭発見の地		24.8	± 0.7	19.8	± 0.9	1.3
		—	—	224	± 1.9	—
		—	—	267	± 2.1	—
東大阪		11.2	± 0.7	4.90	± 0.9	2.3

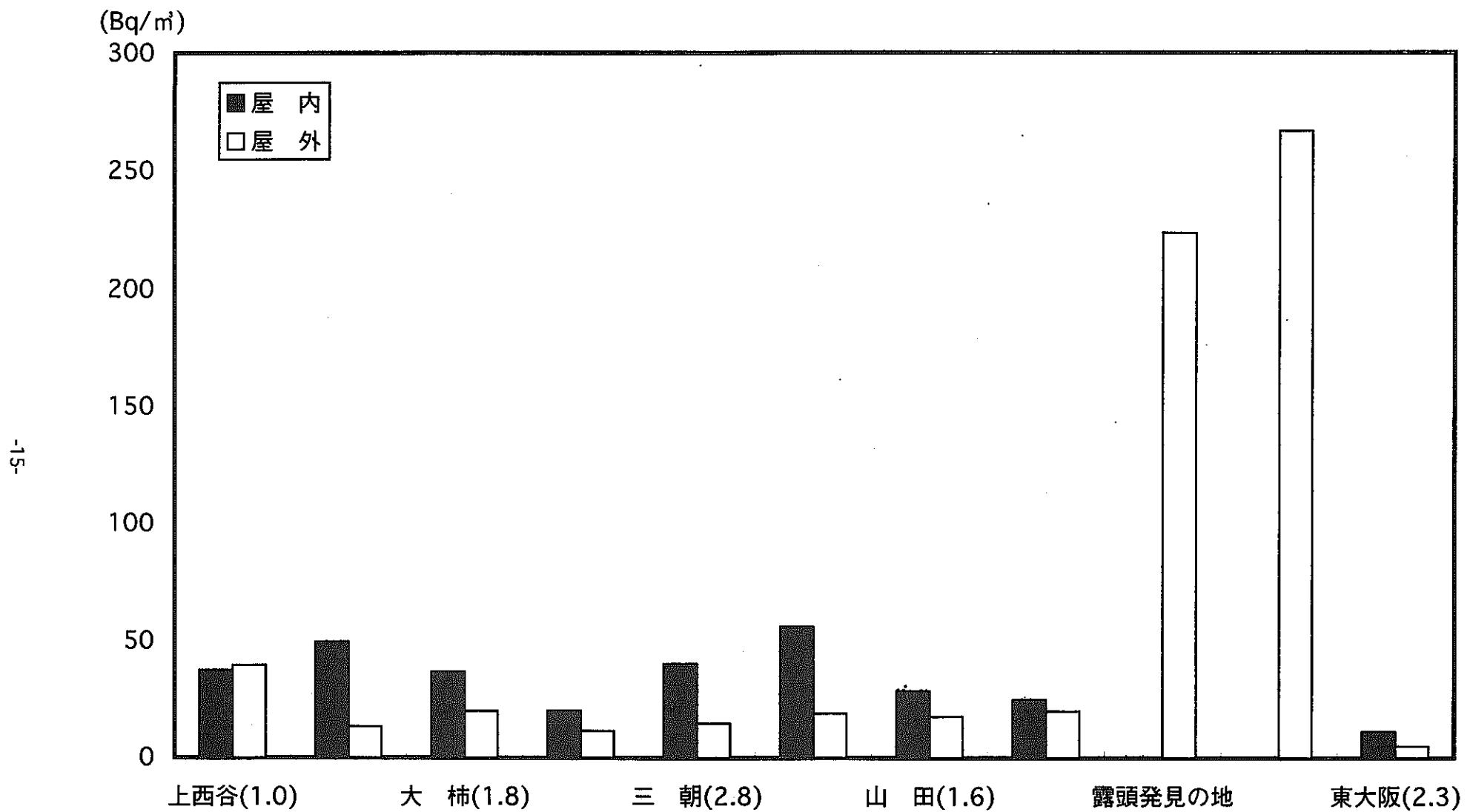


Fig. 9 三朝周辺地域における空気中ラドン濃度

Table 2 三朝周辺地域屋内ラドン濃度

測定地区	測定場所	1992	1993	1994	1995.10-11	1996.1	1996.11		1997.11	1998.11	平均
(Bq/m³)											
小鹿	高橋	11.1	10.6	—	—	—	7.0 ± 1.2	10.7 ± 1.9	—	—	9.9 ± 1.9
	神倉	14.8	22.2	—	—	—	—	—	—	—	18.5 ± 5.2
	西尾	—	—	—	12.8 ± 1.2	21.5 ± 2.3	—	14.0 ± 1.3	—	—	16.1 ± 4.7
	中津	—	—	—	—	—	—	11.0 ± 0.5	—	—	11.0
	東小鹿	—	—	—	15.7 ± 1.4	—	—	—	—	—	15.7
	西小鹿	—	—	—	21.8 ± 2.0	—	—	—	—	—	21.8
竹田	木地山	44.4 ± 1.6	17.3	21.5	—	—	—	—	—	—	27.7 ± 14.6
	加谷	33.3 ± 1.3	31.5	19.7	—	41.4 ± 2.9	—	—	—	—	41.6 ± 24.0
	穴鶴	—	—	—	47.3 ± 1.7	—	82.2 ± 3.5	—	—	—	69.0 ± 69.0
	—	—	—	90.0 ± 3.0	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	69.6 ± 4.0	—	—	—	—	—	—	—
	田代	37.0 ± 1.4	—	—	—	—	—	82.2 ± 3.5	—	—	53.5 ± 24.9
天神川沿	福本	—	—	—	—	—	—	41.4 ± 2.9	—	—	—
	上西谷	—	—	—	49.3 ± 2.7	—	—	—	—	—	41.7 ± 10.8
	—	—	—	34.0 ± 3.4	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	141.2 ± 4.4	—	59.9 ± 3.1	60.6 ± 3.1	34.0 ± 2.4	37.4 ± 1.0	74.1 ± 74.1	—
	—	—	—	109.0 ± 2.7	—	—	—	—	—	—	—
	大谷	—	—	—	76.5 ± 3.4	—	—	—	—	—	49.0
三徳	下畠	—	—	—	—	49.6 ± 2.5	—	—	—	—	—
	片榮	62.9 ± 2.0	—	—	—	—	—	12.7 ± 1.2	—	—	28.1 ± 23.4
	—	—	—	—	—	—	18.4 ± 2.3	—	—	—	—
	三徳	—	—	—	—	—	18.2 ± 2.3	—	—	—	—
	儀原	—	8.6	27.7	—	—	18.5 ± 0.9	19.4 ± 1.8	—	—	23.2 ± 7.4
	坂本	29.6 ± 1.4	—	—	—	—	—	31.7 ± 2.3	—	—	18.2 ± 13.5
旭高勢川沿	合谷	15.5	16.3	19.4	—	31.7 ± 2.3	17.1 ± 2.2	19.7 ± 2.2	—	—	24.5 ± 7.2
	余戸	—	—	—	40.5 ± 1.6	—	—	—	—	—	17.1 ± 2.1
	砂原	—	—	—	—	—	17.2 ± 2.4	19.7 ± 2.4	—	—	40.5
	福田	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.5 ± 1.8
	鎌田	14.8 ± 0.7	—	—	—	74.2 ± 3.0	—	—	57.7 ± 1.7	—	57.7
	筋賀	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.5 ± 42.0
竹田川沿	坂戸	—	77.9	70.5	—	—	—	—	36.5 ± 1.5	—	36.5
	小河内	37.0	25.9	30.4	—	—	—	—	—	—	74.2 ± 5.2
	下谷	—	—	—	—	27.2 ± 2.6	32.9 ± 2.7	—	—	—	30.7 ± 4.5
	柿谷	11.1 ± 0.5	29.5	44.3	—	—	—	—	15.6 ± 1.4	—	15.6
	本泉	—	—	—	69.6 ± 4.0	59.7 ± 2.9	—	—	—	—	28.3 ± 16.6
	鉛山	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.7 ± 7.0
祖	吉尾	—	—	—	—	14.1 ± 2.3	15.3 ± 2.5	—	—	—	14.7 ± 0.8
	福吉	—	—	—	—	—	—	—	49.5 ± 1.1	—	49.5
	下西谷	85.1 ± 2.8	63.6	48.1	—	—	—	—	—	—	65.6 ± 18.6
	竹田川沿	曹源寺	88.4	22.0	64.7	69.6 ± 3.7	—	59.2 ± 1.4	—	—	60.4 ± 21.8
	大柿	29.6 ± 1.1	193.5	75.3	60.7 ± 2.5	—	68.3 ± 3.2	62.2 ± 3.2	43.2 ± 1.6	36.6 ± 1.2	71.2 ± 51.9
	久原	—	—	—	63.0 ± 3.5	79.0 ± 3.0	—	27.1 ± 1.4	—	—	49.6 ± 25.6
祖	今泉	—	—	—	29.1 ± 1.4	—	—	—	—	—	—
	若宮	—	—	—	36.6 ± 1.4	—	—	31.6 ± 0.9	—	—	34.1 ± 3.5
	恩地	17.6 ± 1.4	—	—	27.0 ± 1.4	—	—	14.8 ± 0.7	—	—	19.8 ± 6.4
	牧	—	—	—	58.6 ± 1.8	—	—	—	—	—	58.6
	湯谷	—	—	—	43.3 ± 1.8	—	—	—	—	—	43.3
	—	—	—	38.6 ± 1.8	—	—	—	—	—	—	36.5 ± 3.0
三朝	大瀬	—	—	—	33.7 ± 1.4	43.3 ± 2.6	—	—	—	—	39.2 ± 5.0
	山田	—	—	—	—	40.7 ± 2.5	—	—	—	—	—
	横手	—	—	—	—	84.7 ± 3.1	—	59.2 ± 1.9	—	28.3 ± 1.0	54.1 ± 24.0
	三朝	—	—	—	—	44.2 ± 2.6	—	—	—	—	37.8
	—	—	—	—	37.8 ± 2.4	—	97.1 ± 33.0	—	19.1 ± 1.5	40.1 ± 0.4	51.5 ± 26.0
	—	—	—	55.4 ± 3.5	—	—	—	—	27.4 ± 2.4	56.1 ± 18.4	—
岡山	人形館	—	—	—	31.4 ± 2.9	—	—	11.8 ± 2.6	—	24.8 ± 0.7	22.7 ± 10.0
	対照地区	東大阪	25.8	10.5	14.4	11.5	—	9.6 ± 2.9	—	—	14.4 ± 6.6

*1 (48~158) *2 n=11 *3 n=12 *4 n=12

Table 3 三朝周辺地域屋外ラドン濃度

(Bq/m³)

測定地区	測定場所	1992	1993	1994	1995.10~11	1996.1	1996.11		1997.11	1998.11	平均
小鹿	高橋	18.5	10.4	—	—	—	6.5 ± 1.2	8.9 ± 1.8	—	—	11.1 ± 5.2
	神倉	15.5	15.5	—	—	—	—	—	—	—	15.5 ± 0.0
	西尾	—	—	—	14.0 ± 1.3	18.2 ± 2.2	—	—	—	—	16.1 ± 3.0
	東小鹿	—	—	—	9.9 ± 1.4	—	—	—	—	—	9.9
竹田	木地山	33.3 ± 1.3	18.1	21.3	—	—	—	—	—	—	24.2 ± 8.0
	加谷	37.0 ± 1.5	18.1	18.9	—	22.7 ± 2.5	—	—	—	—	32.4 ± 32.4
	穴鴨	—	—	—	11.4 ± 1.5	—	—	—	—	—	23.4 ± 13.1
	—	—	—	—	21.3 ± 2.6	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	37.4 ± 3.1	—	—	—	—	—	—
竹田	田代	33.3 ± 1.4	—	—	—	—	—	65.1 ± 3.2	—	—	40.4 ± 22.1
	福本	—	—	—	—	—	—	22.7 ± 2.5	—	—	—
	—	—	—	—	7.7 ± 2.5	—	—	—	—	—	12.6 ± 5.4
	—	—	—	—	12.6 ± 1.4	—	—	—	—	—	—
天神川沿	—	—	—	—	9.9 ± 2.7	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	20.0 ± 3.0	—	—	—	—	—	—
	上西谷	—	—	—	59.4 ± 3.1	—	24.3 ± 1.8	25.6 ± 2.7	18.7 ± 1.4	39.5 ± 1.8	34.6 ± 15.0
	大谷	—	—	—	48.7 ± 3.0	—	—	25.9 ± 2.7	—	—	0.0
下畠	—	—	—	—	0.0 ± 1.7	—	—	—	—	—	42.3
	—	—	—	—	42.3 ± 2.6	—	—	—	—	—	—
三徳	片柴	37.0 ± 1.4	—	—	—	—	—	21.7 ± 2.5	—	—	26.1 ± 9.5
	—	—	—	—	—	—	—	19.6 ± 2.4	—	—	—
	三徳	—	—	—	—	—	21.1 ± 1.7	29.0 ± 2.2	—	—	25.1 ± 5.6
	俊原	—	5.3	23.8	—	—	—	—	—	—	14.5 ± 13.1
	坂本	29.6 ± 1.4	—	—	—	29.0 ± 2.2	10.2 ± 2.2	10.9 ± 2.1	—	—	19.9 ± 10.8
	合谷	10.0	9.5	21.1	—	—	—	—	—	—	13.5 ± 6.6
余戸	—	—	—	30.7 ± 1.6	—	—	—	—	—	—	30.7
	砂原	—	—	—	—	10.3 ± 2.3	14.2 ± 2.3	—	—	—	12.3 ± 2.8
旭高勢川沿	福田	—	—	—	—	—	—	—	28.9 ± 1.4	—	28.9
	鎌田	14.8 ± 0.6	—	—	—	57.7 ± 2.8	—	—	—	—	36.3 ± 30.3
	笏賀	—	—	—	—	—	—	—	33.8 ± 1.4	—	33.8
	坂戸	15.9	73.3	65.1	—	—	—	—	—	—	51.4 ± 31.0
	小河内	32.2	25.9	38.0	—	—	10.0 ± 1.5	15.5 ± 2.5	21.5 ± 2.3	—	21.5 ± 11.4
	—	—	—	—	—	—	7.4 ± 2.3	—	—	—	—
	下谷	—	—	—	—	—	—	—	9.9 ± 1.4	—	9.9
	柿谷	18.5	13.3	25.6	—	—	—	—	17.4 ± 2.2	—	18.7 ± 5.1
	実光	—	—	—	—	—	—	—	25.5 ± 2.5	—	25.5
	本泉	—	—	—	49.1 ± 3.6	56.2 ± 2.8	—	—	—	—	52.7 ± 5.0
鉛山	吉尾	—	—	—	—	—	11.1 ± 2.3	12.8 ± 2.4	9.7 ± 2.0	11.5 ± 0.9	10.6 ± 1.3
	—	—	—	—	—	—	—	26.6 ± 2.4	—	16.7 ± 6.9	—
	福吉	—	—	—	—	—	—	16.3 ± 2.1	—	13.3 ± 0.9	13.3
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
竹田川沿	下西谷	62.9 ± 2.3	30.3	37.8	—	—	—	—	—	—	43.7 ± 17.1
	曹源寺	11.5	18.1	28.0	48.7 ± 3.3	—	—	—	—	—	26.7 ± 14.1
	—	—	—	—	27.0 ± 1.7	—	—	—	—	—	—
	大柿	17.4	149.6	49.8	39.1 ± 2.2	—	33.8 ± 2.8	36.4 ± 2.9	29.1 ± 1.5	19.9 ± 1.0	46.9 ± 42.8
	久原	—	—	—	27.1 ± 1.4	10.7 ± 1.9	—	—	—	—	28.9 ± 15.6
	—	—	—	—	48.7 ± 3.3	—	—	—	—	—	—
	今泉	—	—	—	29.1 ± 2.8	—	—	—	—	—	—
	若宮	12.2	—	—	29.3 ± 1.4	—	—	—	—	—	29.3
	恩地	—	—	—	17.6 ± 1.4	—	—	—	—	—	14.9 ± 3.8
	牧湯谷	—	—	—	29.0 ± 1.7	—	—	—	—	—	29.0
三朝	—	—	—	—	34.1 ± 1.8	—	—	—	—	—	34.1
	—	—	—	—	33.9 ± 1.8	—	—	—	—	—	31.2 ± 3.8
	—	—	—	—	28.5 ± 1.8	—	—	—	—	—	—
	大瀬	—	—	—	21.0 ± 1.3	44.3 ± 2.6	—	—	—	—	36.4 ± 13.3
	山田	—	—	—	—	43.8 ± 2.6	—	—	—	—	40.1 ± 15.8
	横手	—	—	—	—	53.4 ± 2.8	—	48.1 ± 1.6	—	—	34.5
三朝	三朝	—	—	—	—	41.2 ± 2.5	—	—	—	—	21.5 ± 7.8
	(役場)	—	—	—	35.6 ± 2.9	*2 34.5 ± 2.4	*3 31.5 ± 12	—	14.8 ± 1.4	14.6 ± 0.5	—
	—	—	—	—	—	—	—	19.2 ± 2.2	18.9 ± 9.2	—	—
岡山	人形峠	—	—	—	11.8 ± 2.6	—	28.9 ± 12	—	—	19.8 ± 0.9	18.0 ± 8.2
	霧頭発見の地	—	—	—	11.7 ± 2.3	—	—	—	125.9 ± 4.1	223.7 ± 1.9	205.5 ± 72.3
	恩原	—	—	—	20.8 ± 2.7	—	—	—	267.0 ± 2.1	—	20.8
対照地区	東大阪	17.2	4.6	10.1	11.3	—	4.3 ± 2.0	—	—	—	9.5 ± 5.3

*1 (30~69) *2 n=11 *3 n=12

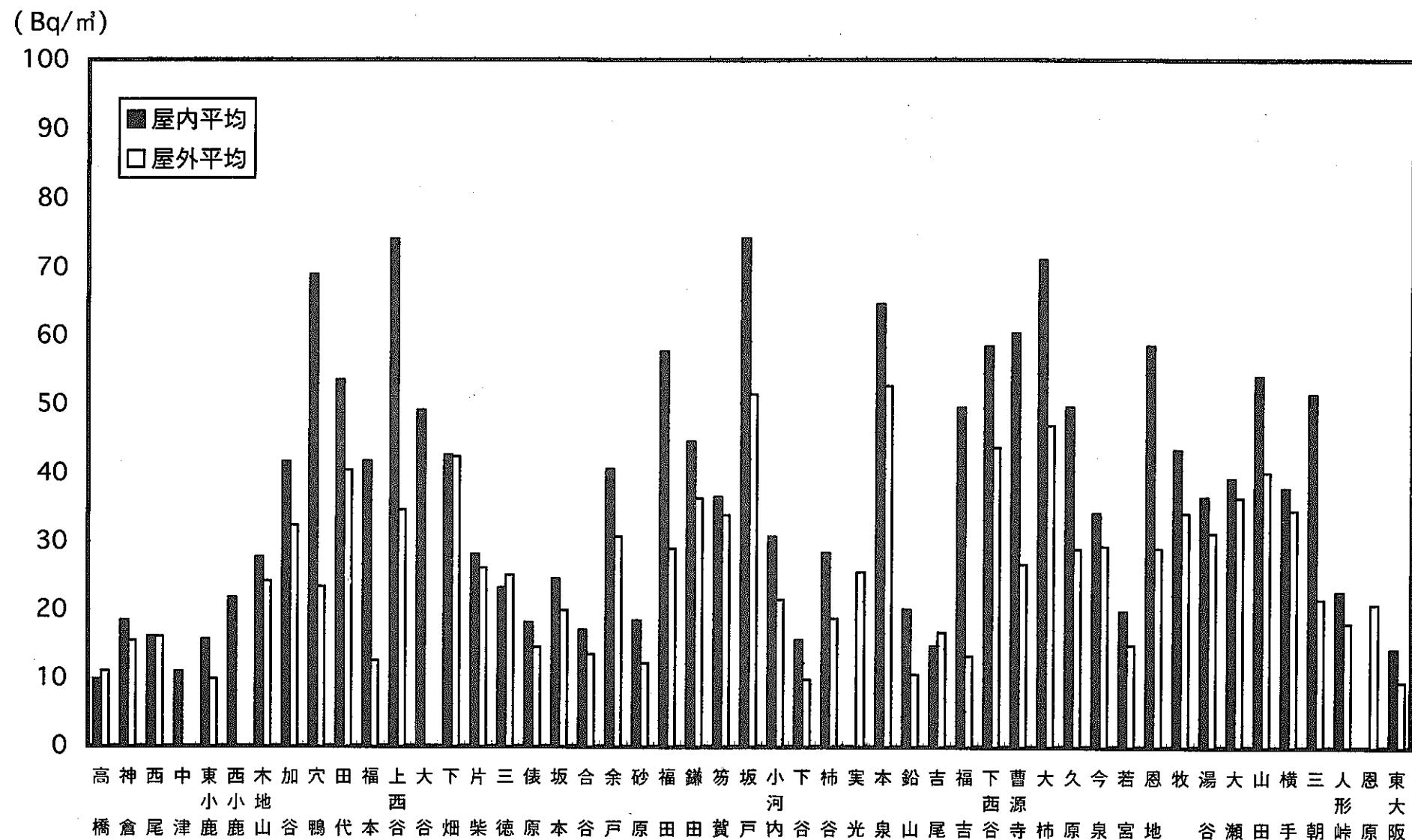


Fig. 10 三朝周辺地域における空気中ラドン濃度

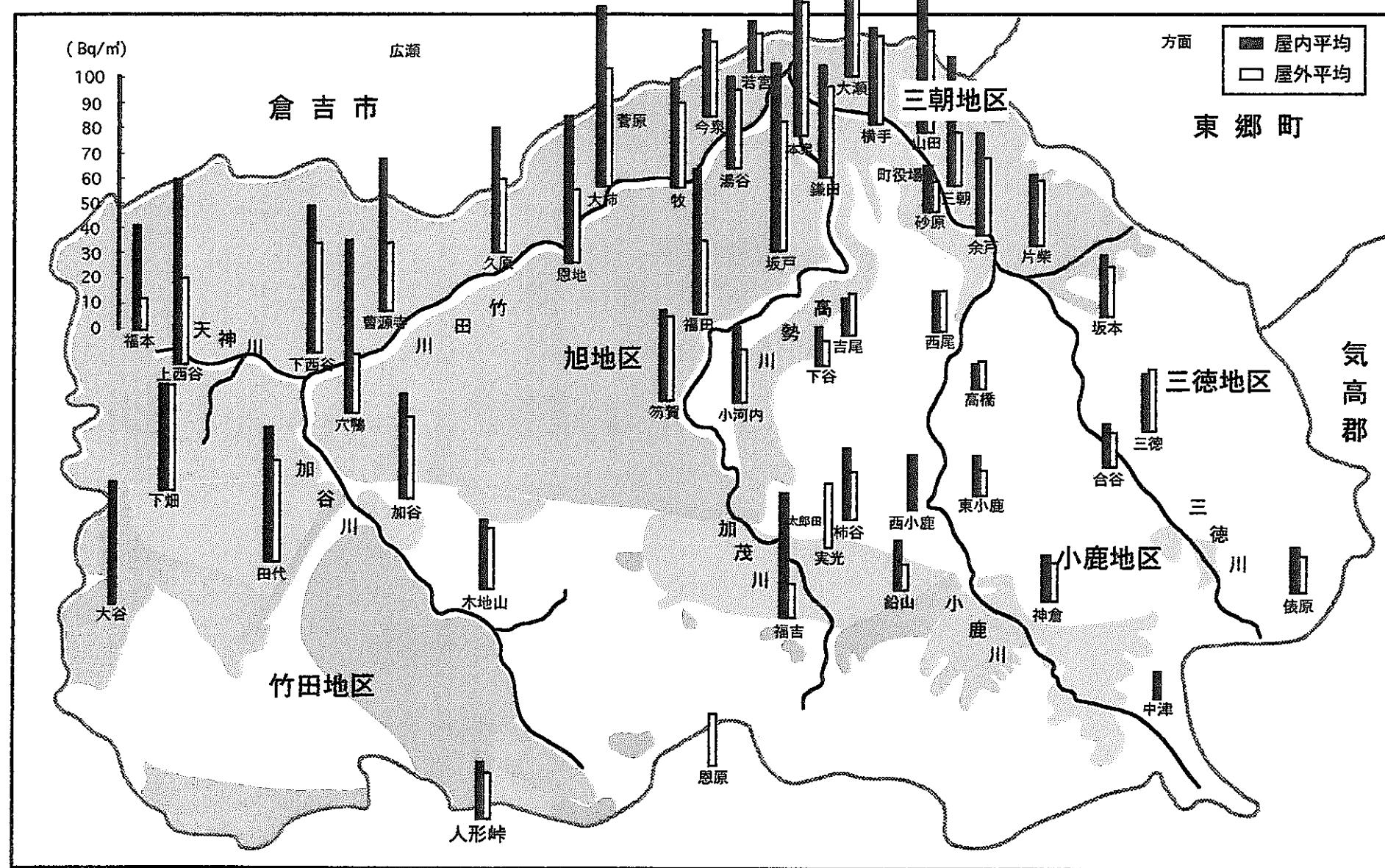


Fig. 11 三朝周辺地域における空気中ラドン濃度

■	細粒花崗岩類
■	小鴨花崗岩
■	人形仙型花崗岩
■	三軒屋（奥津型）
■	花崗閃綠岩
□	第三紀及び火山岩類

分類して、黒雲母花崗岩を多く含む小鴨花崗岩層、角内石黒雲母を含む人形仙花崗岩、流紋岩、安山岩を含む火山岩および玄武岩、流紋岩を含む三朝層群に地域を分け平均値を計算し Table 4 に示し、地質層による影響を検討した。高濃度地域の小鴨花崗岩および人形仙花崗岩における屋内および屋外ラドン濃度は火山岩層の地域の濃度より高く、屋内においては2～3倍、屋外においても約2倍となり、地層の違いによってラドン濃度に影響することがわかった。屋内／屋外比については平均値で高ラドン濃度を示す花崗岩地層地域は1.5、低ラドン濃度を示す火山岩層の地域は1.2であった。

3.1.2 鳥取・三朝周辺地域における水中ラドン濃度

1998年11月に測定した三朝周辺地域の水中ラドン濃度は、Table 5, Fig.12 に示し、現在までに実施した三朝周辺地域の水中ラドン濃度の経時変化を Table 6 に示した。今年度に測定した結果は旅館泉源水で、最高値 721Bq/l を示した。今までの三朝地域の温泉水のラドン濃度は8～4802Bq/l に変動し、最高値はたばこや旅館で採取した温泉水であったが、源泉から直接温泉水を引いている旅館は水中ラドン濃度が高く、源泉の位置、採取時期など環境条件に依存してかなりの範囲に変動、ばらつきがあり、温泉の使用状況、温泉水の水道水などによる希釀などによっても変動するものと思われる。河川水中のラドン濃度は最高値でも 11.1Bq/l で、三徳川の河川水の経時変化は1997年まで Fig.16 に示した様に 1.7～21Bq/l と河川水についてはほぼ同レベルで変動が少なかったため 1997 年で測定を中止した。三朝周辺地域の飲料水として使用している井戸水について、屋内空气中ラドン濃度が高い傾向を示している大柿においてやはり高く、最高 95Bq/l、福吉地区 94Bq/l を示した。山水、湧水については小河内地区の延命の水と命名されている湧水で最高値 109Bq/l を示した。

3.1.3 三朝温泉街における空气中ラドン濃度の経時変化

三朝温泉街の一民家における屋内外及び浴室などのラドン濃度の経時変化を人形峠付近、屋外とともに、1998年12月までの4年間について測定した結果を Table 7, Fig.13 に示した。三朝温泉街の浴室内のラドン濃度は 33～274Bq/m³、屋内では1階居間では 31～170Bq/m³、2階で 24～110Bq/m³、屋外では 6.7～50Bq/m³ の範囲に変動し、場所によっても大きく変動するが、同一場所でも換気および温泉の涌出状況によっても非常に大きい変動分布をしているものと思われる。この期間

Table 4 三朝地域における空気中 Rn-222 濃度の地層による影響

サンプリング地域	平均 Rn-222 濃度 (Bq/m ³)		屋内/屋外 比
	屋 内	屋 外	
小鴨花崗岩 (黒雲母花崗岩)	15 ~ 194	7.7 ~ 150	1.5
	50.4 ± 17.7 *	32.8 ± 11.7 *	
人形仙型花崗岩 (角閃石黒雲母)	13 ~ 82	0 ~ 126	1.4
	35.8 ± 12.5	26.1 ± 15.5	
火山岩 (流紋岩～安山岩)	7.8 ~ 44	5.3 ~ 33	1.2
	20.2 ± 7.2	16.2 ± 5.6	
三朝層群 (玄武岩～流紋岩)	13 ~ 22	9.5 ~ 21	1.2
	17.8 ± 1.1	15.1 ± 1.3	

* 標準偏差

Table 5 三朝周辺地域における水中ラドン濃度

(1998年11月)

試 料	測 定 場 所	水中ラドン濃度 (Bq/ℓ)	
温 泉 水	三朝町(中屋旅館泉源)	721.4	± 2.7
山 水	湯 谷 (1)	1.4	± 0.8 (98.11)
	湯 谷 (2)	54.5	± 0.9 (98.11)
	福 吉	0.8	± 0.8
	鉛 山	1.6	± 0.8
	三 徳	1.0	± 0.8
	穴 鴨	ND (0.04)	(98.10)
地 下 水	延 命 の 水	109.1	± 1.6
川 水	三徳(馬場の滝)	1.0	± 0.8
〃	上 西 谷	ND	
〃(用水)	〃	1.2	± 0.6
〃(用水)	鉛 山	2.2	± 0.9
水 道 水 (井 戸 水)	三 朝 (1)	9.2	± 0.6
	三 朝 (2)	16.3	± 0.9
	三 朝 (3)	27.4	± 1.1
	三 朝 (4)	20.8	± 0.7
	山 田	31.3	± 1.1
	上 西 谷	15.1	± 0.7
	福 吉 (1)	86.1	± 1.6
	福 吉 (2)	94.3	± 1.2 (98.7)
	鉛 山	4.1	± 0.9
	大 柿	95.1	± 1.6
	湯 谷	82.8	± 1.0

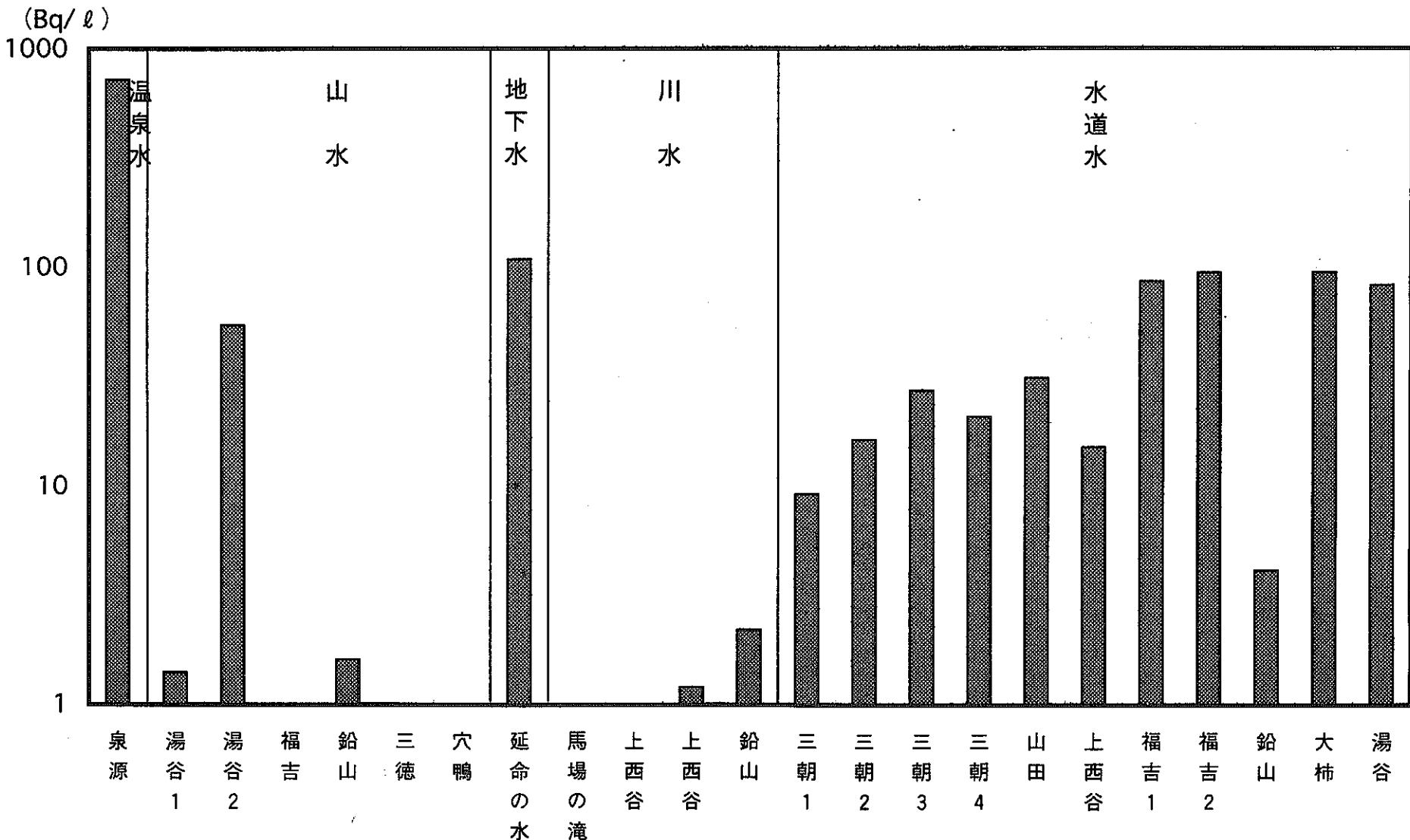


Fig. 12 三朝周辺地域における水中ラドン濃度

Table 6 水中ラドン濃度経時変化

		水中ラドン濃度(Bq/l)								
		PICO-RAD 法								
測定年月		1990.11	1992.9	1993.9	1993.11	1994.10	1995.2	1996.11	1997.11	1998.11
A	郡是寮	240.5 ± 2.9	2198.5 (泉源) 59.3 ± 0.3			63.2 ± 1.1				
B	たばこや旅館	1683.5 ± 7.6		4802.0 ± 21.6	323.5 ± 2.8	1066.0 ± 5.3				
C	岡大分室	888.0 ± 5.5	356.8 ± 2.9							
D	岡大分院	444.0 ± 3.9	166.1 ± 1.8		96.9 ± 1.3	432.0 ± 2.8				
E	淀屋	209.5 ± 2.7	201.8 ± 2.0							
	中屋源泉									721.4 ± 2.7
	中屋温泉水		49.6 ± 0.9	169.5 ± 3.2	7.8 ± 0.6	181.2 ± 1.8		265.3 ± 2.5	150.5 ± 1.9	54.5 ± 0.9
	中屋水道水									20.8 ± 0.7
	木屋		138.0 ± 1.7							118.3 ± 1.2
F	御船薬局	101.8 ± 2.0	49.4 ± 0.9			57.7 ± 1.1				159.9 ± 1.1
	御船薬局 水道水									28.0 ± 0.7
G	大橋旅館	198.0 ± 2.7	136.6 ± 1.6							
H	石湯	75.9 ± 1.7	49.6 ± 0.9	1218.0 ± 7.0	65.6 ± 1.1					
I	露天風呂	316.4 ± 3.3	379.2 ± 2.7							
J	三徳川(恋谷橋)	8.3 ± 0.9	5.0 ± 0.2		N D					
K	三徳川(大橋旅館)	10.4 ± 0.9			3.9 ± 0.2					4.6 ± 0.7
L	三徳川(大瀬)	11.1 ± 0.9	6.0 ± 0.2		1.3 ± 0.2					
	賀茂川(三朝中北)					2.3 ± 0.4				
	天神川(下西谷)					N D				
	加谷川(穴鴨)					N D				
	天神川(湯谷橋)					1.6 ± 0.3				N D

Table 7 三朝地域における空気中ラドン濃度の経時変化

(Bq/m³)

測定年月	測定場所						人形峠屋外 (動燃事業所脇)	
	屋外	浴室	居間		屋内			
			1階	2階				
1992年11月	—	238.7 ± 6.1	162.8 ± 4.2	—	162.8	—	—	
1994年9月	41.3 ± 5.9	129.4 ± 3.3	98.5 ± 3.2	—	98.5	16.8 ± 1.7	—	
10月	—	192.4 ± 4.9	116.6 ± 3.0	—	116.6	16.3 ± 2.0(21,13,15)	—	
1995年6月	9.6 ± 1.4	60.7 ± 1.8	53.8 ± 1.7	42.6 ± 1.7	48.2 ± 8.0	5.6 ± 1.4	—	
7月	17.4 ± 1.2	57.0 ± 1.5	71.1 ± 1.6	—	71.1	20.2 ± 1.3	—	
8月	17.0 ± 0.4	57.2 ± 1.2	60.4 ± 1.2	25.6 ± 0.6	43.0 ± 24.6	18.4 ± 0.4	—	
9月	29.2 ± 1.7	48.3 ± 1.7	53.4 ± 1.8	43.3 ± 1.8	48.4 ± 7.2	35.6 ± 1.8	—	
10月	18.1 ± 3.0	51.7 ± 3.3	59.3 ± 3.3	37.8 ± 3.2	48.5 ± 15.1	18.3 ± 3.0	—	
11月	21.8 ± 1.0	106.7 ± 1.6	119.9 ± 1.7	105.9 ± 1.6	112.9 ± 9.9	58.9 ± 1.3	—	
1996年1月	49.8 ± 2.7	188.4 ± 4.3	120.7 ± 3.7	110.4 ± 3.5	115.6 ± 7.3	35.1 ± 2.5	—	
2月	39.2 ± 0.9	126.5 ± 1.2	76.8 ± 1.1	55.8 ± 1.0	66.3 ± 14.8	29.2 ± 0.9	—	
3月	14.3 ± 1.1	168.2 ± 2.0	103.7 ± 1.7	85.3 ± 1.6	94.5 ± 13.0	12.6 ± 1.2	—	
4月	34.4 ± 1.1	206.6 ± 1.8	170.0 ± 1.7	109.8 ± 1.5	139.9 ± 42.6	34.4 ± 1.1	—	
5月	21.3 ± 1.8	121.6 ± 2.8	69.2 ± 2.3	52.5 ± 2.2	60.9 ± 11.8	20.7 ± 1.8	—	
6月	39.6 ± 4.5	273.9 ± 4.8	99.4 ± 2.9	73.9 ± 2.4	86.7 ± 18.0	20.9 ± 1.7	—	
7月	12.3 ± 1.0	67.8 ± 1.3	52.8 ± 1.2	24.2 ± 1.1	38.5 ± 20.2	21.9 ± 1.1	—	
8月	39.6 ± 1.8	93.2 ± 2.3	87.5 ± 2.2	58.8 ± 2.0	73.2 ± 20.3	57.8 ± 2.0	—	
9月	31.7 ± 1.5	86.0 ± 1.9	71.7 ± 1.8	56.6 ± 1.7	64.2 ± 10.7	31.3 ± 1.6	—	
10月	25.5 ± 1.6	110.2 ± 2.3	80.8 ± 2.1	63.5 ± 2.0	72.2 ± 12.2	19.4 ± 1.6	—	
11月	24.3 ± 1.5	102.7 ± 2.2	91.9 ± 2.1	73.3 ± 2.0	82.6 ± 13.2	21.3 ± 1.5	—	
12月	46.1 ± 1.1	183.5 ± 1.7	140.6 ± 1.6	89.3 ± 1.4	115.0 ± 36.3	41.6 ± 1.2	—	
1997年1月	27.9 ± 2.0	120.0 ± 2.8	91.5 ± 2.6	71.8 ± 2.5	81.7 ± 13.9	18.9 ± 1.9	—	
2月	43.6 ± 0.9	110.5 ± 1.2	121.2 ± 1.2	53.3 ± 6.6	87.2 ± 48.0	33.9 ± 0.9	—	
3月	15.7 ± 0.6	110.5 ± 1.0	117.7 ± 1.1	89.4 ± 1.0	103.6 ± 20.0	13.2 ± 0.6	—	
4月	25.1 ± 0.9	103.0 ± 1.3	71.4 ± 1.2	53.5 ± 1.1	62.5 ± 12.6	12.6 ± 0.8	—	
5月	16.3 ± 0.7	104.1 ± 1.1	73.4 ± 1.0	48.0 ± 0.9	60.7 ± 17.9	15.2 ± 0.8	—	
6月	6.7 ± 1.1	233.5 ± 1.9	63.5 ± 1.4	64.0 ± 1.4	63.7 ± 0.4	42.1 ± 1.1	—	
7月	15.4 ± 0.9	102.9 ± 1.3	74.5 ± 1.2	52.6 ± 1.2	63.6 ± 15.5	13.2 ± 1.0	—	
8月	12.4 ± 0.7	68.0 ± 1.0	41.6 ± 0.9	25.8 ± 0.8	33.7 ± 11.1	9.1 ± 0.7	—	
9月	19.6 ± 0.7	144.2 ± 1.2	79.5 ± 1.3	55.9 ± 1.2	67.7 ± 16.7	12.0 ± 0.9	—	
10月	22.3 ± 1.5	63.3 ± 1.5	30.7 ± 1.7	29.5 ± 1.7	30.1 ± 0.9	12.2 ± 1.5	—	
11月	13.6 ± 2.5	73.9 ± 3.2	40.5 ± 2.9	34.2 ± 2.8	37.4 ± 4.4	9.0 ± 2.2	—	
12月	30.6 ± 0.9	139.2 ± 1.4	95.1 ± 1.2	88.4 ± 1.2	91.8 ± 4.7	31.0 ± 1.0	—	
1997年平均	20.8 ± 9.9	114.4 ± 45.2	75.0 ± 28.7	55.5 ± 20.6	65.3 ± 23.3	18.5 ± 10.9	—	
変動	6.7 ~ 43.6	63.3 ~ 233.5	30.7 ~ 121.2	25.8 ~ 89.4	30.1 ~ 103.6	9.0 ~ 42.1	—	
1998年1月	15.4 ± 0.9	91.5 ± 1.5	76.2 ± 1.4	44.8 ± 1.2	60.5 ± 22.2	14.4 ± 1.0	—	
2月	18.7 ± 0.7	114.0 ± 1.1	73.4 ± 1.0	64.9 ± 0.9	69.2 ± 6.0	—	—	
3月	24.5 ± 0.7	130.4 ± 1.1	63.0 ± 0.9	48.4 ± 0.8	55.7 ± 10.3	—	—	
4月	8.1 ± 0.6	78.5 ± 0.9	33.7 ± 0.3	25.7 ± 0.7	29.7 ± 5.7	—	—	
5月	16.3 ± 0.7	65.6 ± 1.0	46.8 ± 0.9	41.4 ± 0.9	44.1 ± 3.8	—	—	
6月	11.2 ± 0.7	43.0 ± 0.9	55.3 ± 1.0	43.6 ± 1.0	49.5 ± 8.3	—	—	
7月	7.3 ± 0.8	33.2 ± 1.0	43.4 ± 1.1	37.1 ± 1.0	40.3 ± 4.5	—	—	
8月	16.8 ± 0.7	59.5 ± 0.9	49.5 ± 0.8	32.8 ± 0.8	41.2 ± 11.8	—	—	
9月	20.2 ± 1.3	94.4 ± 1.8	65.0 ± 1.7	52.8 ± 1.6	58.9 ± 8.6	—	—	
10月	17.7 ± 0.9	71.1 ± 1.1	62.0 ± 1.1	36.9 ± 1.0	49.4 ± 17.8	—	—	
11月	32.2 ± 0.9	100.9 ± 1.2	81.4 ± 1.1	75.4 ± 1.1	78.4 ± 4.2	—	—	
12月	38.5 ± 0.7	97.2 ± 1.0	107.6 ± 1.0	85.2 ± 1.0	96.4 ± 15.8	—	—	
1998年平均	18.9 ± 9.2	81.6 ± 28.6	63.1 ± 19.9	49.1 ± 17.8	56.1 ± 18.4	14.4	—	
変動	7.3 ~ 38.5	33.2 ~ 130.4	33.7 ~ 107.6	25.7 ~ 85.2	29.7 ~ 96.4	14.4 ~ 14.4	—	
全期間平均	23.4 ± 11.3	111.6 ± 55.3	80.4 ± 32.0	57.7 ± 23.6	71.5 ± 29.7	23.4 ± 13.2	—	
変動	6.7 ~ 49.8	33.2 ~ 273.9	30.7 ~ 170.0	24.2 ~ 110.4	29.7 ~ 162.8	5.6 ~ 58.9	—	

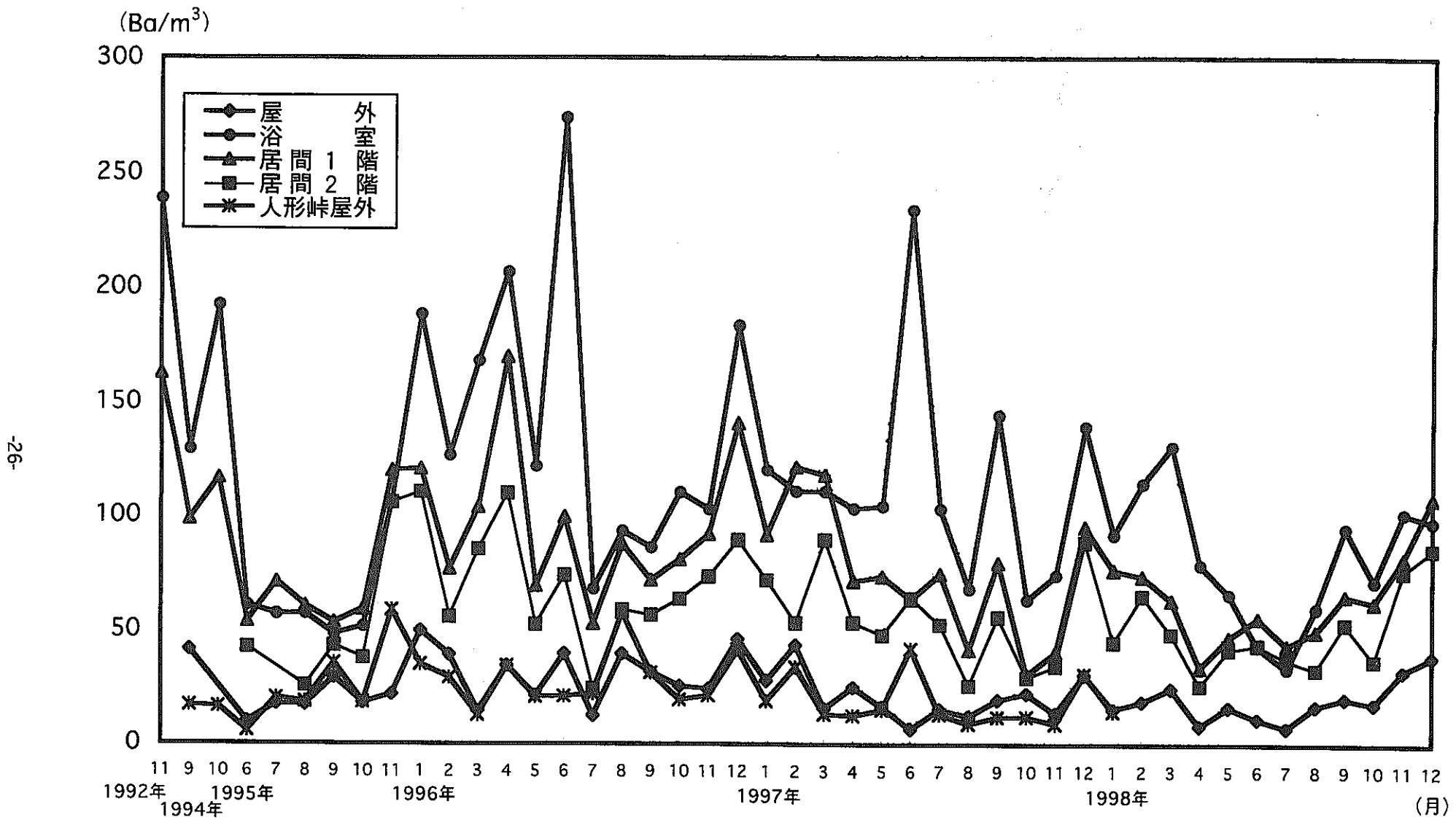


Fig. 13 三朝地域における空気中ラドン濃度の経時変化

中においては屋内・居間における Rn-222 濃度は浴室の濃度と良く似た傾向を示している。屋外における濃度は全般的に低く変動がはっきりしないが、屋内については 12~2 月が若干高い傾向を示し、7~10 月は比較的低くその他が高い濃度を示した。屋内濃度が夏に低いのは、気温が高く窓を開放しての生活により屋外の低濃度の空気により希釈されて低くなっていると思われる。11 月~6 月と屋内が高くなっているのは、寒冷地であり戸を閉め切った状況でラドン濃度が上昇しているものと思われる。この住宅は地下に浴室、1 階および 2 階が住居となっているので、暖気が上昇し、屋内ラドン濃度は高く、屋内／屋外濃度比は 3.3 と非常に高くなっている。また 1 階および 2 階のラドン濃度については、2 階は 1 階の 0.8 と低くなっている。1992 年より 1998 年までに測定した結果を場所毎に Fig.14, 15 に、屋内屋外における濃度の変動を示した。これによると、同じ場所においても年によって大きく変動していることが分かり、屋内屋外の濃度とも比較的良く似た傾向を示している。

3.1.4 三朝地域における水中ラドン濃度の経時変化

三朝地区および兵庫県川西市における水中のラドン濃度の経時変化を Table 8, Fig.16 に示した。三朝温泉水は前述した民家に涌出している温泉水で、58~283Bq/l に変動し、簡易水道水は 15~43Bq/l の範囲で、三徳川の河川水は 1.7~21Bq/l で、井戸水と温泉水の Rn-222 濃度を比較すると飲料水として使用している井戸水の濃度は温泉水のほぼ 1/5 であるが、経時変動はよく似たパターンの傾向を示した。

3.2 池田鉱泉地域におけるラドン濃度

3.2.1 池田鉱泉地域における空气中ラドン濃度

池田ラジウム鉱泉地域における 1996~1998 年の 3 年間の空气中ラドン濃度を測定した結果を Table 9, Fig.17 に示した。池田鉱泉はラジウム含有量が高く、旅館、さわらび苑において高く、民家はそれに比較して一般に低かった。屋内および屋外ラドン濃度は旅館および民家に分けて平均値で比較すると、それぞれ 322Bq/m³ および 37Bq/m³、屋外濃度は 44Bq/m³ および 14Bq/m³、屋内／屋外比は 8.7 および 3.1 であった。民家については 1 軒のみ、使用している地下水が高い民家があり、そこの屋内については特異的に高いので、それを省いて平均すると 18Bq/m³、屋内／屋外比 1.3 と対照地域と同じレベルであるが、屋外ラドン濃度は若干高い。今

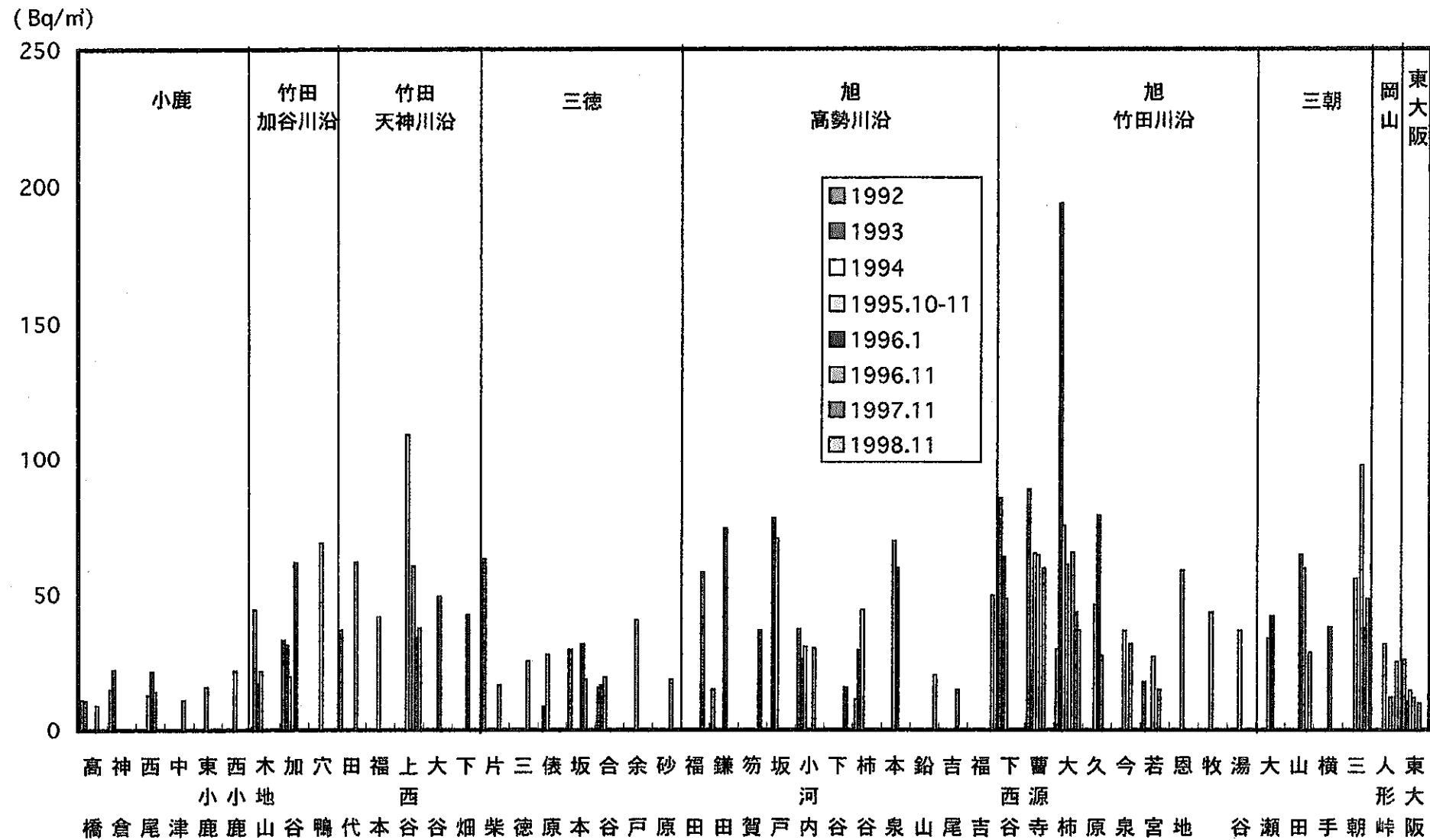


Fig. 14 三朝周辺地域屋内ラドン濃度

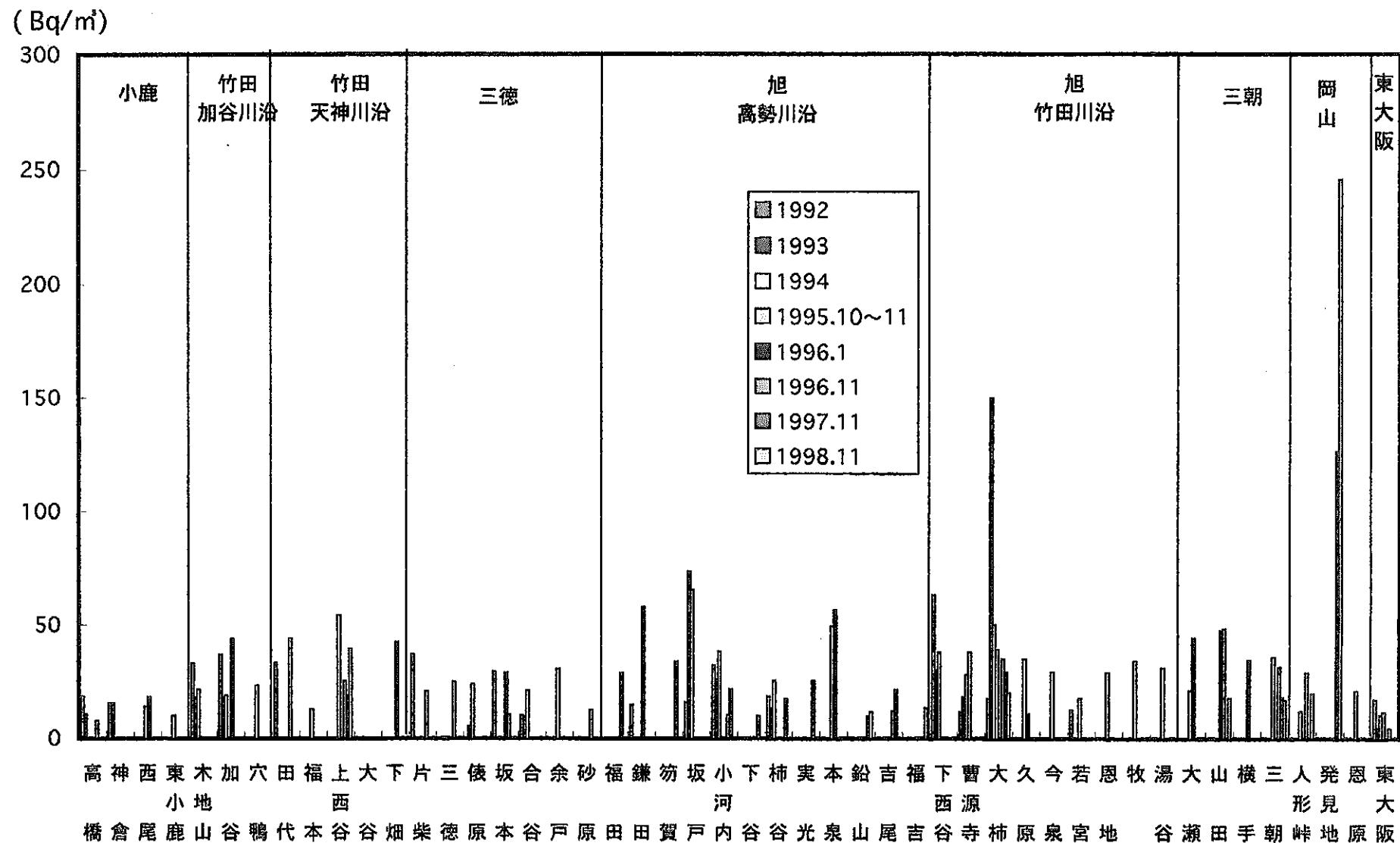


Fig. 15 三朝周辺地域屋外ラドン濃度

Table 8 三朝地域における水中ラドン濃度の経時変化

(Bq/l)

測定年月	測定場所			
	川西 井戸水	三朝 水道水	三朝 河川水	三朝 温泉水
1989年 11月	—	—	7.6 ± 0.5	95.9 ± 1.0
1990年 1月	—	—	11.1 ± 0.5	101.8 ± 1.0
1994年 9月	—	—	7.5 ± 0.5	57.7 ± 1.9
1995年 2月	—	—	3.9 ± 0.3	—
4月	12.7 ± 0.2	—	—	—
5月	15.1 ± 0.3	—	—	—
6月	12.8 ± 0.3	14.8 ± 0.6	7.8 ± 0.5	100.3 ± 1.0
7月	13.8 ± 0.4	31.7 ± 0.7	2.3 ± 0.5	161.1 ± 1.0
8月	11.7 ± 0.2	29.8 ± 0.4	10.9 ± 0.3	104.9 ± 0.6
9月	—	18.8 ± 0.5	10.0 ± 0.5	91.5 ± 0.8
10月	12.0 ± 0.5	33.2 ± 1.0	4.0 ± 0.8	130.5 ± 1.2
11月	10.7 ± 0.6	33.6 ± 0.5	7.6 ± 0.3	122.7 ± 0.8
1996年 1月	18.1 ± 0.7	23.8 ± 1.0	4.4 ± 0.8	126.7 ± 1.9
2月	19.2 ± 0.3	24.2 ± 0.4	5.4 ± 0.3	150.6 ± 0.8
3月	—	24.2 ± 0.5	3.0 ± 0.3	181.4 ± 1.1
4月	—	20.9 ± 0.4	4.0 ± 0.3	148.4 ± 0.9
5月	11.5 ± 0.6	38.6 ± 1.1	21.2 ± 1.2	133.9 ± 1.5
6月	14.1 ± 0.6	21.5 ± 0.7	5.3 ± 0.5	164.0 ± 1.5
7月	4.1 ± 0.5	31.1 ± 0.5	7.1 ± 0.4	145.7 ± 1.3
8月	5.1 ± 0.4	34.2 ± 0.7	7.1 ± 0.5	162.4 ± 1.4
9月	—	22.5 ± 0.5	5.2 ± 0.4	141.4 ± 1.1
10月	1.6 ± 0.4	34.7 ± 0.8	1.7 ± 0.5	216.5 ± 1.7
11月	9.7 ± 0.4	33.4 ± 0.7	2.6 ± 0.2	132.4 ± 1.2
12月	6.7 ± 0.4	36.8 ± 0.5	5.0 ± 0.4	151.2 ± 0.9
1997年 1月	7.3 ± 0.3	32.1 ± 0.9	4.0 ± 0.6	149.2 ± 1.6
2月	7.6 ± 0.4	32.0 ± 0.4	5.6 ± 0.3	122.0 ± 0.7
3月	7.1 ± 0.3	38.0 ± 0.7	4.4 ± 0.2	159.2 ± 0.8
4月	8.2 ± 0.2	42.0 ± 0.5	5.1 ± 0.3	157.5 ± 1.0
5月	—	35.2 ± 0.4	5.4 ± 0.3	138.3 ± 0.8
6月	9.5 ± 0.4	32.7 ± 0.5	5.6 ± 0.3	198.1 ± 1.1
7月	8.3 ± 0.3	36.0 ± 0.5	4.6 ± 0.3	195.8 ± 1.1
8月	6.8 ± 0.3	33.7 ± 0.4	8.6 ± 0.3	190.0 ± 1.0
9月	8.3 ± 0.2	21.9 ± 0.5	5.9 ± 0.3	227.7 ± 1.2
10月	6.0 ± 0.5	36.5 ± 1.1	6.6 ± 0.8	60.1 ± 1.3
11月	6.2 ± 0.2	23.6 ± 1.1	4.6 ± 0.7	283.1 ± 2.9
12月	10.8 ± 0.6	43.2 ± 0.5	8.5 ± 0.3	178.8 ± 1.0
1998年 1月	6.4 ± 0.2	34.8 ± 0.6	6.8 ± 0.6	99.0 ± 0.9
2月	7.4 ± 0.6	22.4 ± 0.5	—	197.0 ± 1.1
3月	9.0 ± 0.4	35.6 ± 0.5	—	174.1 ± 1.0
4月	4.8 ± 0.1	31.4 ± 0.3	—	195.5 ± 1.0
5月	7.5 ± 0.4	36.5 ± 0.5	—	154.6 ± 0.9
6月	11.4 ± 0.5	30.7 ± 0.5	—	219.5 ± 1.2
7月	6.4 ± 0.4	23.0 ± 0.4	—	234.1 ± 1.2
8月	4.5 ± 0.3	31.9 ± 0.4	—	169.8 ± 0.9
9月	2.6 ± 0.2	24.7 ± 0.6	—	211.0 ± 1.3
10月	5.0 ± 0.5	33.5 ± 0.5	—	107.5 ± 0.7
11月	0.9 ± 0.2	28.0 ± 0.7	—	159.9 ± 1.1
12月	1.6 ± 0.2	20.0 ± 0.4	—	121.7 ± 0.7
1998年平均	5.6 ± 3.1	29.4 ± 5.6	6.8	170.3 ± 44.0
変動	0.9 ~ 11.4	20.0 ~ 36.5	6.8 ~ 6.8	99.0 ~ 234.1
全期間平均	8.5 ± 4.3	30.2 ± 6.7	6.3 ± 3.4	153.9 ± 46.5
変動	0.9 ~ 19.2	14.8 ~ 43.2	1.7 ~ 21.2	57.7 ~ 283.1

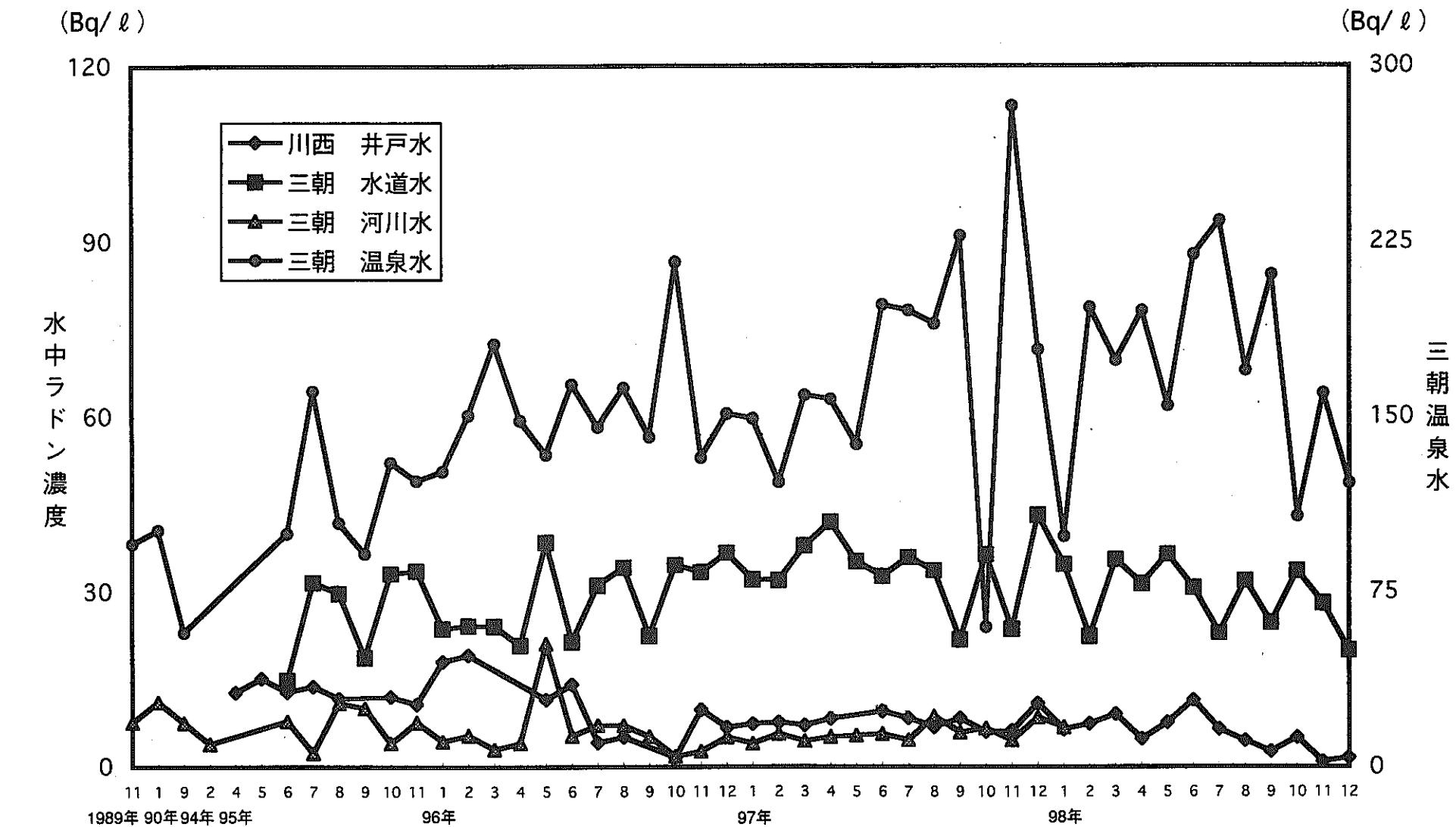


Fig. 16 鳥取・三朝地域および兵庫・川西市における水中ラドン濃度の経時変化

Table 9 池田鉱泉地域における空気中ラドン濃度

		浴 室	屋 内	屋 外	岩 室	屋 外
旅 館	96	1134.6	141 232 852	42 48 101	1623	
	97	771	566	40	9902	
	98	617.1	705		131391	678 25 113
老人ホーム	96	261.1	57 73 81 94 236 388			
	97		240	22		
	98		519	13		
民 家	96					
	97		17 (282) 25 20 20 18	12 (26) 25 24 13 22		
	98		14 13 19 9 14 32 13 18	9.2 7 11 9 7 12 12 11		
旅館+老人ホーム	Av.	695.95 ± 362.1	321.8 ± 263	44.2 ± 30.9	47639 ± 72650	678
		261.1~1134.6 (4)	57~852 (13)	13~101 (6)	1623~131391 (3)	678 (1)
民 家	Av.	—	36.8 ± 71	14.3 ± 7	—	—
		—	9~282 (14)	7~26 (14)	—	—
	Av.	—	[17.9 ± 6.0]	[13.4 ± 6.2]	—	—
		—	[9~32 (13)]	[7~25 (13)]	—	—

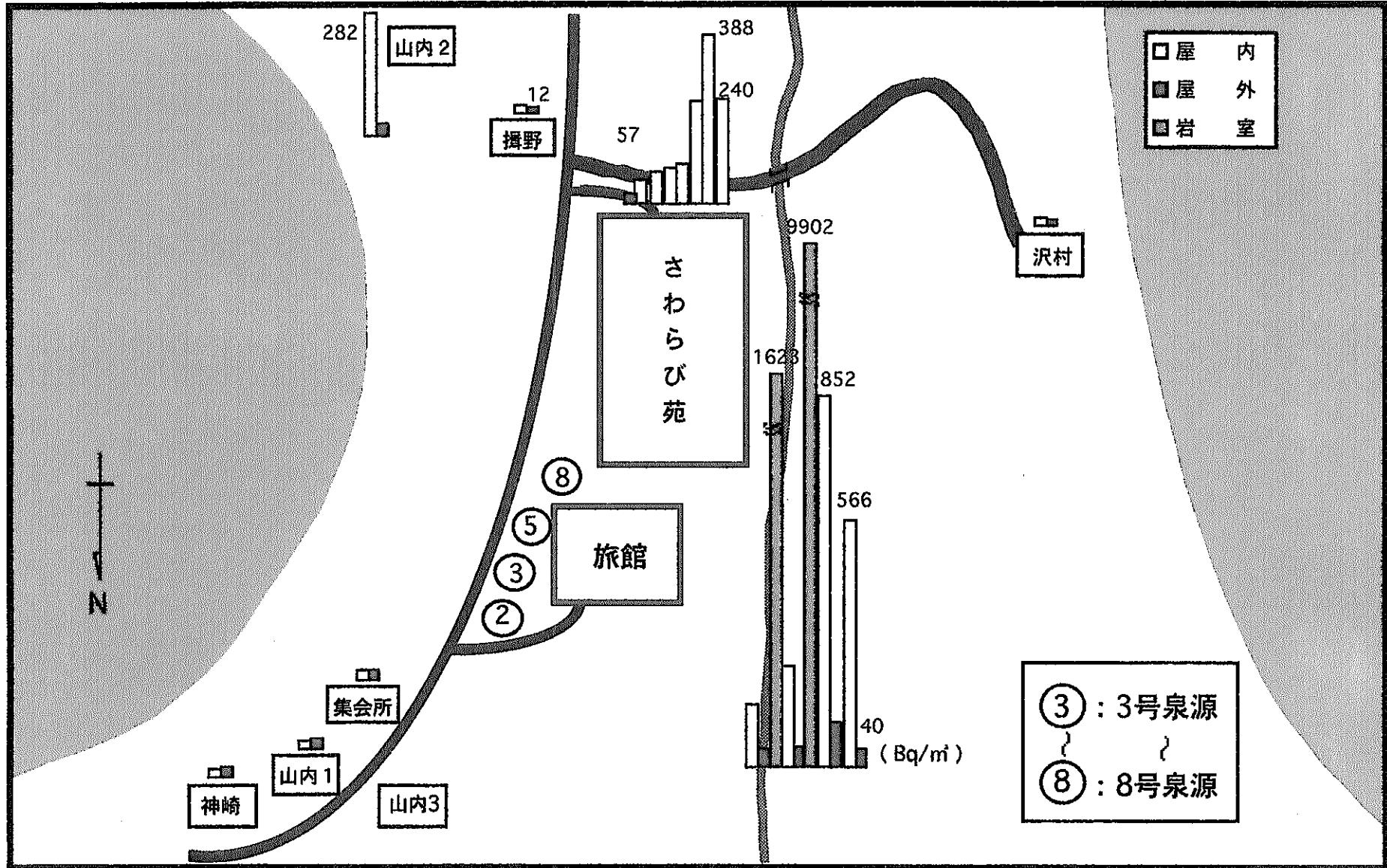


Fig. 17 池田鉱泉地域における空気中ラドン濃度

年度泉源の岩室のラドン濃度が最高値 $131\text{KBq}/\text{m}^3$ を示し、鉱泉水中のラドン濃度が泉源付近の空气中ラドン濃度にも大きく影響していることが分る。

3.2.2 池田鉱泉地域における水中ラドン濃度

Table 10 に池田鉱泉付近の飲料水、山水、泉源水などについての水中ラドン濃度を示した。これによると 1996～1998 年に採取した飲料水中の平均濃度はそれぞれ $30\text{Bq}/\text{l}$ 、変動は $2 \sim 138\text{Bq}/\text{l}$ を示し、採取日によっても又場所によっても大きく変動している。

3.3 奈良県室生・向渕における空气中ラドン濃度

Table 11 に奈良県宇陀郡室生・向渕および奈良市における空气中ラドン濃度を示した。これによると奈良・室生においては屋内ラドン濃度は倉庫内における濃度についても含め $17\text{Bq}/\text{m}^3$ で、屋外濃度は $12\text{Bq}/\text{m}^3$ 、奈良市茗荷において屋内濃度は $3.6\text{Bq}/\text{m}^3$ 、屋外濃度は $2.4\text{Bq}/\text{m}^3$ と比較的低いレベルであった。

3.4 有馬温泉および北海道モッタ温泉における空气中および水中ラドン濃度

Table 11 に有馬温泉およびモッタ温泉における温泉水中および空气中のラドン濃度を示した。1997 年採取の有馬温泉飲料水については $1.3 \sim 11\text{Bq}/\text{l}$ で比較的低レベルであった。温泉水については有馬温泉の炭酸泉源についてのみは $26\text{Bq}/\text{l}$ と高かったが、他の 5 泉源については $1.1 \sim 2.7\text{Bq}/\text{l}$ と最高値の $1/10 \sim 1/25$ と低かった。空气中ラドン濃度は試料数が少ないが有馬温泉、モッタ温泉の屋内においてそれぞれ $57\text{Bq}/\text{m}^3$ および $30\text{Bq}/\text{m}^3$ であった。

3.5 兵庫・川西市におけるラドン濃度

今回は有馬温泉の東方数十 km の川西市における民家の空气中ラドン濃度を Table 12 および Fig.18 に示した。ここは近くに平野鉱泉が涌水し三ツ矢サイダーの泉源の近くで同一水脈にあると思われる。経時変化では 7～9 月の夏期において低レベルの傾向を若干示している。屋内ラドン濃度は 1995 年～1998 年 4 年間で $6 \sim 32\text{Bq}/\text{m}^3$ (平均 $17\text{Bq}/\text{m}^3$)、屋外濃度は $1.7 \sim 30\text{Bq}/\text{m}^3$ (平均 $11.6\text{Bq}/\text{m}^3$)、平均屋内／屋外比は 1.5 であった。

3.6 東大阪における空气中ラドン濃度

高自然放射線地域の対照地域として東大阪市近畿大学原子力研究所構内において 1995 年 5 月より 1998 年 12 月における屋内外の空气中ラドン濃度測定を行った結果を Table 12 および Fig.19 に示した。屋内については研究室 (5F) と窓のな

Table 10 池田鉱泉地域における水中ラドン濃度

35

	1996.11	1997.11	1998.11	全 平 均
飲料水 (水道水、井戸水)	8.7 18	2.3 1.5 12 9.3 121 16 8.7	5.4 138	
川 水		7.2	1.9 9.6	
山 水	427 1019	131 2903 410	20 4.2 42 45 3.5 0.3 130	
泉 源			111 3.6 1.8 9.7 3497 1313 3016 2054 869	
平均	飲料水 (水道水、井戸水)	13.2 ± 6.4 9~18 (2)	24.4 ± 42.9 2~121 (7)	71.5 ± 93.4 5~138 (2) 2~138 (11)
	川 水		7.2 7 (1)	5.8 ± 5.4 2~10 (2) 2~10 (3)
	山水+泉源	290.9 ± 447 ND~1019 (6)	1598.1 ± 1588.9 131~4620 (8)	695.0 ± 1164.1 0~3497 (16) ND~4620 (30)

Table 11 奈良県, 兵庫県有馬温泉などラドン-222濃度

測定地			1997			1998				
			空気中 (Bq/m ³)		水中 (Bq/ℓ)	空気中 (Bq/m ³)				水中 (Bq/ℓ)
			屋内	屋外		浴室	倉庫	屋内	屋外	
兵庫県	有馬温泉	御幸荘	—	—	—	—	—	57.3 ± 0.9	36.5 ± 0.8	14.0 ± 0.4
		露天風呂	—	—	—	—	—	—	—	ND
		銀泉	—	—	1.3~11(5.0)	—	—	—	—	2.73 ± 0.33
		天神泉源	—	—	—	—	—	—	—	2.02 ± 0.33
		炭酸泉源	—	—	—	—	—	—	—	25.6 ± 0.49
		炭酸泉源飲料水	—	—	—	—	—	—	—	24.8 ± 0.49
		極楽泉源	—	—	—	—	—	—	—	1.06 ± 0.35
		有明泉源	—	—	—	—	—	—	—	2.46 ± 0.37
		御所泉源	—	—	—	—	—	—	—	2.27 ± 0.39
		六甲川	—	—	—	—	—	—	—	0.91 ± 0.37
		池	—	—	—	—	—	—	—	1.87 ± 0.40
奈良県	奈良市茗荷室生・向瀬		—	—	—	—	5.7 ± 1.6	3.6 ± 1.7	2.4 ± 1.6	—
			13~31(17)	9.9~17(12)	—	—	—	—	—	—
北海道	モッタ温泉		—	—	—	74.4 ± 1.2	—	30.2 ± 0.7	2.7 ± 0.8	2.96 ± 0.48

Table 12 東大阪近辺における空気中ラドン濃度の経時変化

(Bq/m³)

測定年	東 大 阪							川 西	
	地上 13m	地上 1m	地上 0.5m	地上 0.05m	屋 外	倉 庫	5 F 実験室	屋 内	屋 外
1995年 5	4.3 ± 0.3	6.1 ± 0.3	—	6.3 ± 0.3	5.6 ± 1.1	250.4 ± 1.0	8.8 ± 0.3	22.4 ± 0.4	13.5 ± 0.4
6	4.9 ± 0.3	0.3 ± 0.6	2.6 ± 0.7	2.8 ± 0.7	2.7 ± 1.9	268.5 ± 0.4	15.0 ± 0.7	15.9 ± 0.7	9.3 ± 0.6
7	3.4 ± 0.5	10.3 ± 0.6	2.5 ± 0.6	3.2 ± 0.6	4.9 ± 3.6	223.0 ± 1.4	15.9 ± 0.7	8.8 ± 0.8	6.6 ± 0.8
8	0.2 ± 0.6	1.6 ± 0.5	5.1 ± 0.4	3.4 ± 0.5	2.6 ± 2.1	141.0 ± 0.9	9.2 ± 0.3	16.4 ± 0.7	12.1 ± 0.6
9	1.9 ± 0.4	3.5 ± 0.4	—	10.7 ± 0.5	5.4 ± 4.7	222.2 ± 1.2	6.0 ± 0.4	13.1 ± 0.6	12.3 ± 0.5
10	3.9 ± 0.4	4.6 ± 0.3	5.9 ± 0.4	9.3 ± 0.5	5.9 ± 2.4	137.9 ± 0.9	7.3 ± 0.5	21.1 ± 0.9	14.5 ± 0.8
11	5.2 ± 0.5	9.3 ± 0.6	11.3 ± 0.6	11.4 ± 0.6	9.3 ± 2.9	149.6 ± 1.1	—	—	—
1996年 1	5.3 ± 0.7	7.7 ± 0.8	7.4 ± 0.7	10.0 ± 0.8	7.6 ± 1.9	310.0 ± 1.1	—	31.8 ± 1.3	20.5 ± 1.2
2	1.6 ± 0.8	6.9 ± 0.6	7.7 ± 0.6	7.7 ± 0.5	6.0 ± 3.0	153.4 ± 1.2	4.9 ± 0.8	20.3 ± 0.5	13.2 ± 0.5
3	2.0 ± 0.6	4.8 ± 0.6	4.3 ± 0.5	3.3 ± 0.6	3.6 ± 1.2	195.9 ± 1.3	6.4 ± 0.6	20.5 ± 0.7	9.5 ± 0.6
4	3.9 ± 0.5	4.7 ± 0.5	5.8 ± 0.5	9.2 ± 0.5	5.9 ± 2.3	185.9 ± 1.2	12.8 ± 0.6	—	—
5	2.7 ± 0.6	4.3 ± 0.6	4.2 ± 0.6	6.7 ± 0.6	4.5 ± 1.7	309.1 ± 2.1	8.0 ± 0.6	18.4 ± 0.8	9.9 ± 0.7
6	1.3 ± 0.8	0.7 ± 0.8	0.9 ± 0.8	2.1 ± 0.8	1.3 ± 0.6	273.3 ± 2.1	10.0 ± 0.9	18.0 ± 1.4	12.4 ± 1.4
7	7.7 ± 1.0	2.9 ± 1.0	1.1 ± 0.9	3.0 ± 0.9	3.7 ± 2.8	148.0 ± 2.0	10.9 ± 1.1	22.1 ± 1.1	16.0 ± 1.0
8	4.8 ± 0.7	4.1 ± 0.7	4.7 ± 0.6	4.6 ± 0.6	4.6 ± 0.3	240.7 ± 1.8	12.7 ± 0.7	20.1 ± 0.8	15.9 ± 0.8
9	7.0 ± 0.8	2.9 ± 0.7	3.0 ± 0.7	2.7 ± 0.7	3.9 ± 2.1	334.3 ± 2.3	8.8 ± 0.8	28.2 ± 0.6	8.6 ± 0.5
10	4.8 ± 0.7	4.3 ± 0.7	5.4 ± 0.7	6.4 ± 0.7	5.2 ± 0.9	160.6 ± 1.6	13.7 ± 0.8	22.0 ± 0.9	16.5 ± 0.8
11	7.5 ± 0.9	6.2 ± 0.8	6.7 ± 0.8	5.8 ± 0.8	6.5 ± 0.7	231.1 ± 2.1	10.4 ± 0.9	20.1 ± 0.8	14.1 ± 0.7
12	2.4 ± 0.6	2.0 ± 0.6	1.0 ± 0.6	0.5 ± 0.5	1.5 ± 0.9	107.5 ± 1.1	6.9 ± 0.6	18.1 ± 0.6	9.7 ± 0.6
1997年 1	1.7 ± 0.8	2.7 ± 0.9	3.6 ± 0.8	0.5 ± 0.8	2.1 ± 1.3	182.2 ± 1.9	8.6 ± 0.9	22.3 ± 0.7	19.4 ± 0.7
2	1.9 ± 0.7	1.6 ± 0.8	1.5 ± 0.8	0.5 ± 0.7	1.4 ± 0.6	161.0 ± 1.7	6.6 ± 0.8	15.6 ± 0.9	10.7 ± 0.9
3	2.2 ± 0.4	2.8 ± 0.4	1.8 ± 0.4	3.7 ± 0.4	2.6 ± 0.8	275.8 ± 1.1	9.9 ± 0.4	19.4 ± 0.5	10.7 ± 0.5
4	6.5 ± 0.3	6.9 ± 0.3	5.0 ± 0.3	4.5 ± 0.3	5.7 ± 1.2	248.8 ± 1.0	7.6 ± 0.3	12.7 ± 0.5	6.0 ± 0.5
5	5.9 ± 0.5	5.1 ± 0.5	5.0 ± 0.4	6.1 ± 0.4	5.5 ± 0.6	326.8 ± 1.3	13.0 ± 0.5	15.0 ± 0.9	13.6 ± 0.4
6	2.8 ± 0.7	6.6 ± 0.7	8.4 ± 0.7	10.6 ± 0.7	7.1 ± 3.3	310.0 ± 1.8	10.8 ± 0.7	10.9 ± 0.8	4.9 ± 0.7
7	6.0 ± 0.5	5.5 ± 0.4	10.9 ± 0.4	7.6 ± 0.4	7.5 ± 2.5	359.7 ± 1.4	17.4 ± 0.5	8.6 ± 0.6	2.4 ± 0.6
8	3.5 ± 0.4	4.3 ± 0.4	2.6 ± 0.4	2.7 ± 0.4	3.3 ± 0.8	196.0 ± 1.3	8.5 ± 0.6	12.7 ± 0.6	10.5 ± 0.8
9	8.3 ± 0.4	6.4 ± 0.4	3.4 ± 0.4	4.2 ± 0.4	5.5 ± 2.2	180.7 ± 1.0	13.2 ± 0.5	11.2 ± 0.5	13.5 ± 0.5
10	6.4 ± 0.4	6.4 ± 0.4	7.3 ± 0.4	7.7 ± 0.4	7.0 ± 0.6	204.0 ± 1.0	10.7 ± 0.5	13.7 ± 0.9	9.5 ± 0.9
11	6.0 ± 0.5	7.7 ± 0.5	7.3 ± 0.4	5.5 ± 0.4	6.6 ± 1.0	208.0 ± 1.4	8.5 ± 0.6	21.8 ± 0.4	15.6 ± 0.4
12	13.7 ± 0.5	8.1 ± 0.4	7.3 ± 0.4	5.1 ± 0.4	8.6 ± 3.7	131.9 ± 0.9	16.6 ± 0.5	24.5 ± 0.6	29.9 ± 1.0
1998年 1	5.8 ± 0.6	6.8 ± 0.6	7.0 ± 0.6	7.3 ± 0.5	6.7 ± 0.7	100.0 ± 1.1	11.1 ± 0.7	13.3 ± 0.5	10.1 ± 0.5
2	4.3 ± 0.7	4.8 ± 0.6	4.7 ± 0.6	4.9 ± 0.5	4.6 ± 0.2	133.8 ± 1.3	9.6 ± 0.7	12.3 ± 0.8	13.4 ± 0.8
3	3.3 ± 0.6	4.3 ± 0.6	4.5 ± 0.6	2.4 ± 0.5	3.6 ± 1.0	203.3 ± 1.5	6.2 ± 0.7	10.4 ± 0.7	5.7 ± 0.6
4	6.2 ± 0.6	6.1 ± 0.6	4.3 ± 0.5	5.4 ± 0.5	5.5 ± 0.9	267.5 ± 1.6	12.8 ± 0.7	15.3 ± 0.8	9.8 ± 0.8
5	0.8 ± 0.5	1.4 ± 0.5	0.5 ± 0.5	0.4 ± 0.5	0.8 ± 0.5	273.3 ± 1.5	10.3 ± 0.6	15.7 ± 0.7	9.3 ± 0.6
6	7.3 ± 0.8	7.1 ± 0.7	6.6 ± 0.7	5.7 ± 0.7	6.7 ± 0.7	209.9 ± 1.7	15.5 ± 0.8	6.0 ± 0.6	1.7 ± 0.6
7	1.8 ± 0.7	1.6 ± 0.6	2.2 ± 0.6	1.5 ± 0.6	1.8 ± 0.3	254.0 ± 1.6	10.5 ± 0.7	8.1 ± 0.7	4.0 ± 0.7
8	3.7 ± 0.6	3.0 ± 0.5	2.7 ± 0.5	4.8 ± 0.5	3.5 ± 0.9	202.7 ± 1.4	11.4 ± 0.7	13.6 ± 0.7	5.9 ± 0.7
9	1.9 ± 0.6	1.3 ± 0.6	1.0 ± 0.6	1.7 ± 0.6	1.5 ± 0.4	258.9 ± 1.6	6.7 ± 0.7	13.7 ± 0.5	6.0 ± 0.4
10	5.7 ± 0.4	6.3 ± 0.4	5.2 ± 0.4	5.1 ± 0.4	5.6 ± 0.5	183.4 ± 1.0	14.7 ± 0.5	19.9 ± 0.6	13.0 ± 0.6
11	8.5 ± 0.5	8.9 ± 0.4	7.0 ± 0.4	7.5 ± 0.4	8.0 ± 0.8	205.0 ± 1.0	12.0 ± 0.5	26.9 ± 0.5	21.9 ± 0.5
12	9.3 ± 0.5	8.9 ± 0.5	9.5 ± 0.5	10.8 ± 0.5	9.6 ± 0.8	157.4 ± 1.1	13.3 ± 0.6	17.9 ± 0.4	14.1 ± 0.4
1998年平均	4.9 ± 2.7	5.0 ± 2.8	4.6 ± 2.7	4.8 ± 3.0	4.8 ± 2.7	204.1 ± 54.5	11.2 ± 2.8	14.4 ± 5.5	9.6 ± 5.5
変 動	0.8 ~ 9.3	1.3 ~ 8.9	0.5 ~ 9.5	0.4 ~ 10.8	0.8 ~ 9.6	100 ~ 273	6.2 ~ 15.5	6.0 ~ 26.9	1.7 ~ 21.9
全期間平均	4.6 ± 2.7	4.9 ± 2.5	4.9 ± 2.7	5.2 ± 3.1	4.9 ± 2.3	215.7 ± 64.4	10.6 ± 3.2	17.0 ± 5.7	11.6 ± 5.4
変 動	0.2 ~ 13.7	0.3 ~ 10.3	0.5 ~ 11.3	0.4 ~ 11.4	0.8 ~ 9.6	100 ~ 360	4.9 ~ 17.4	6.0 ~ 31.8	1.7 ~ 29.9

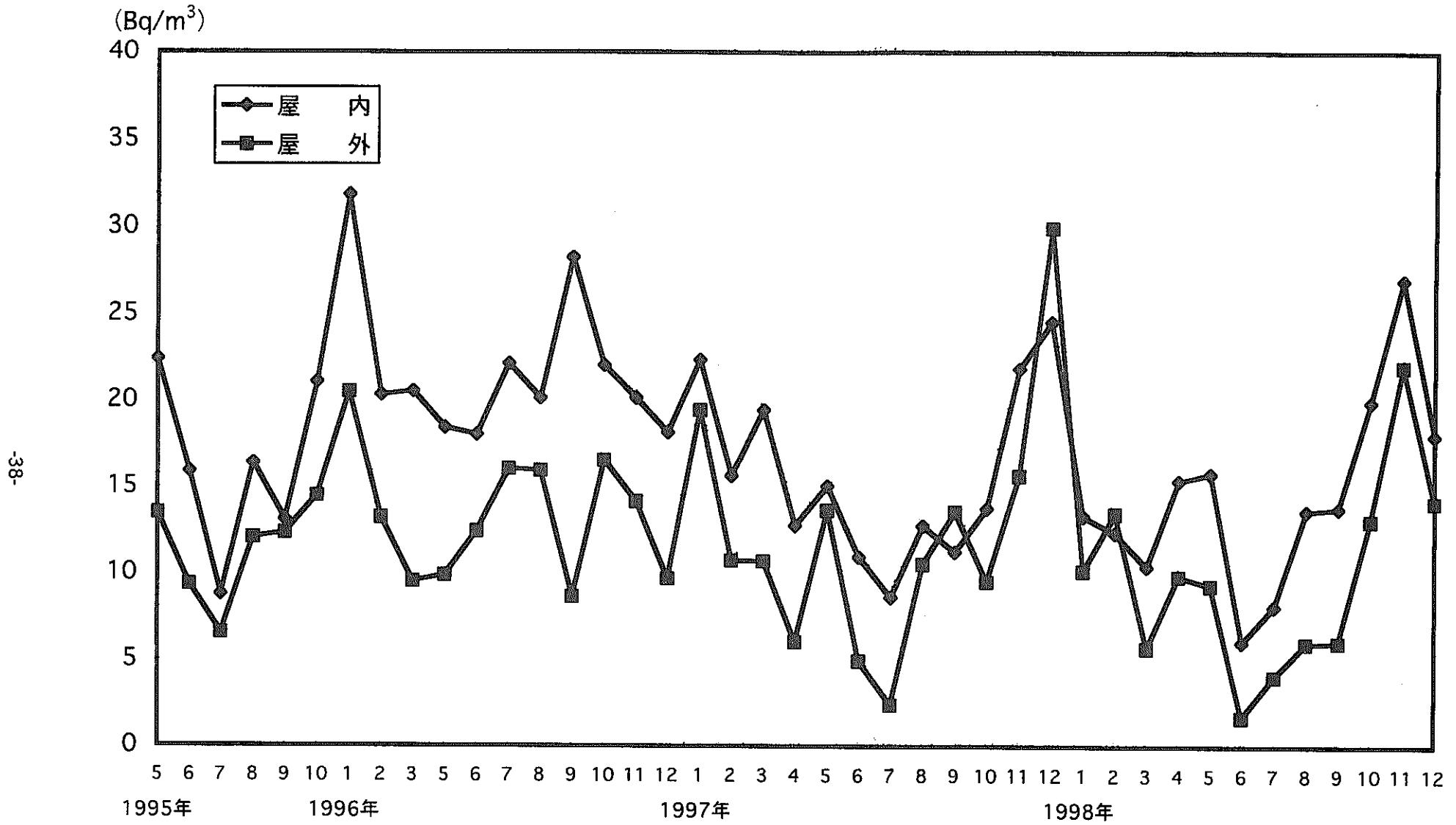


Fig. 18 川西市における空气中ラドン濃度の経時変化

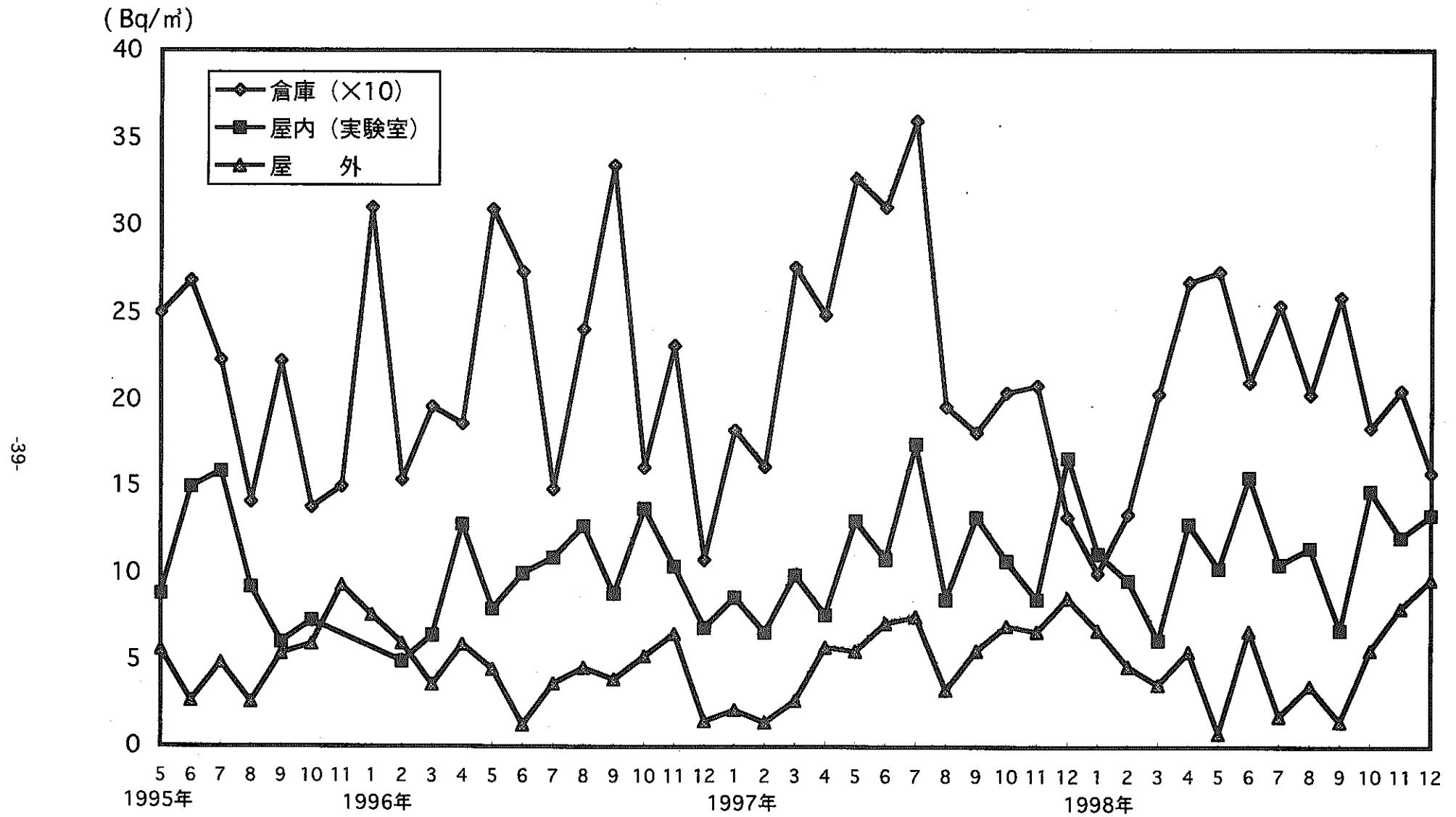


Fig. 19 東大阪における空気中ラドン濃度の変動

い倉庫において測定した。屋外については地表面より 5 cm, 50cm, 1 m, 13m の高さで測定を行い、屋外は平均で示した。Fig.20 に屋外 3 点と屋内について示した。1998 年 1 年間の屋内ラドン濃度は $6.2 \sim 15.5 \text{Bq}/\text{m}^3$ に変動し平均値 $11.0 \text{Bq}/\text{m}^3$, 4 年間の変動は $4.9 \sim 17.4 \text{Bq}/\text{m}^3$, 平均値 $11 \text{Bq}/\text{m}^3$ 、地表面より 1 m における屋外ラドン濃度は $0.3 \sim 10.3 \text{Bq}/\text{m}^3$ で、平均値は $4.9 \text{Bq}/\text{m}^3$ で屋内／屋外比は 4 年間の平均値による比は 2.1 であった。地表面からの高さによるラドン濃度は 4 年間の平均値で地表面より 5.2, 4.9, 4.9 および $4.6 \text{Bq}/\text{m}^3$ と地表面からの高さが上がるほどラドン濃度は若干低くなる傾向となり、土壌起源による影響と思われる。倉庫は人の出入りおよび開放が少なく、空気の流入混合が少ないため $100 \sim 360 \text{Bq}/\text{m}^3$ と高く平均値 $216 \text{Bq}/\text{m}^3$ と研究室内 $11 \text{Bq}/\text{m}^3$ の 20 倍を示した。屋外ラドン濃度は 10 ~ 1 月がやや高く、夏低い傾向を示し、屋内（倉庫）は 5 月 ~ 8 月に高く、10 ~ 2 月に低く、三朝、川西市の経時変化の傾向と若干異なり屋内の変化が逆の傾向となっている。東大阪市のラドン濃度は低く変動により差がはっきりしないので、もう少し継続して調査したいが、東大阪市の研究室は 1 年中扉の開閉のみで窓は開放せず、空調設備が冷暖房を調節していることが影響しているかもしれない。

3.7 シンチセル法による空气中ラドン濃度

3.7.1 鳥取・三朝地域における空气中ラドン濃度

パイロンルーカスセル(300A)容量 300 ml を用いて、現地で空気を瞬時にサンプリング（グラブサンプリング）し、シンチレーション計数装置で測定した結果を Table 13 に示した。同じ時期にサンプリング 24 時間の活性炭吸着法によるピコラド検出法による結果との比較を行った。サンプリング法に瞬時に空気を吸引する法と 24 時間設置という差があるが、ほとんどの場合同じレベルの結果が得られている。換気状況あるいは、サンプリング時期や場所など微妙に環境状況が異なることを考えるとよく一致していると思われる。ルーカス法では屋外での空气中の Rn-222 濃度の測定は検出限界以下となり、屋外での測定には適当ではないが、吸引しながらの連続測定ではサンプリング量が多くなり、測定が可能となる。

3.7.2 島根・池田鉱泉地域における空气中ラドン濃度

パイロンルーカスセル(300A)を用いて、島根県・池田鉱泉地域における空气中 Rn-222 濃度を測定した結果を Table 14 に示した。池田鉱泉地域において測定した結果によると、泉源の近くなど Rn-222 濃度が高い場所での結果が大きく相違し

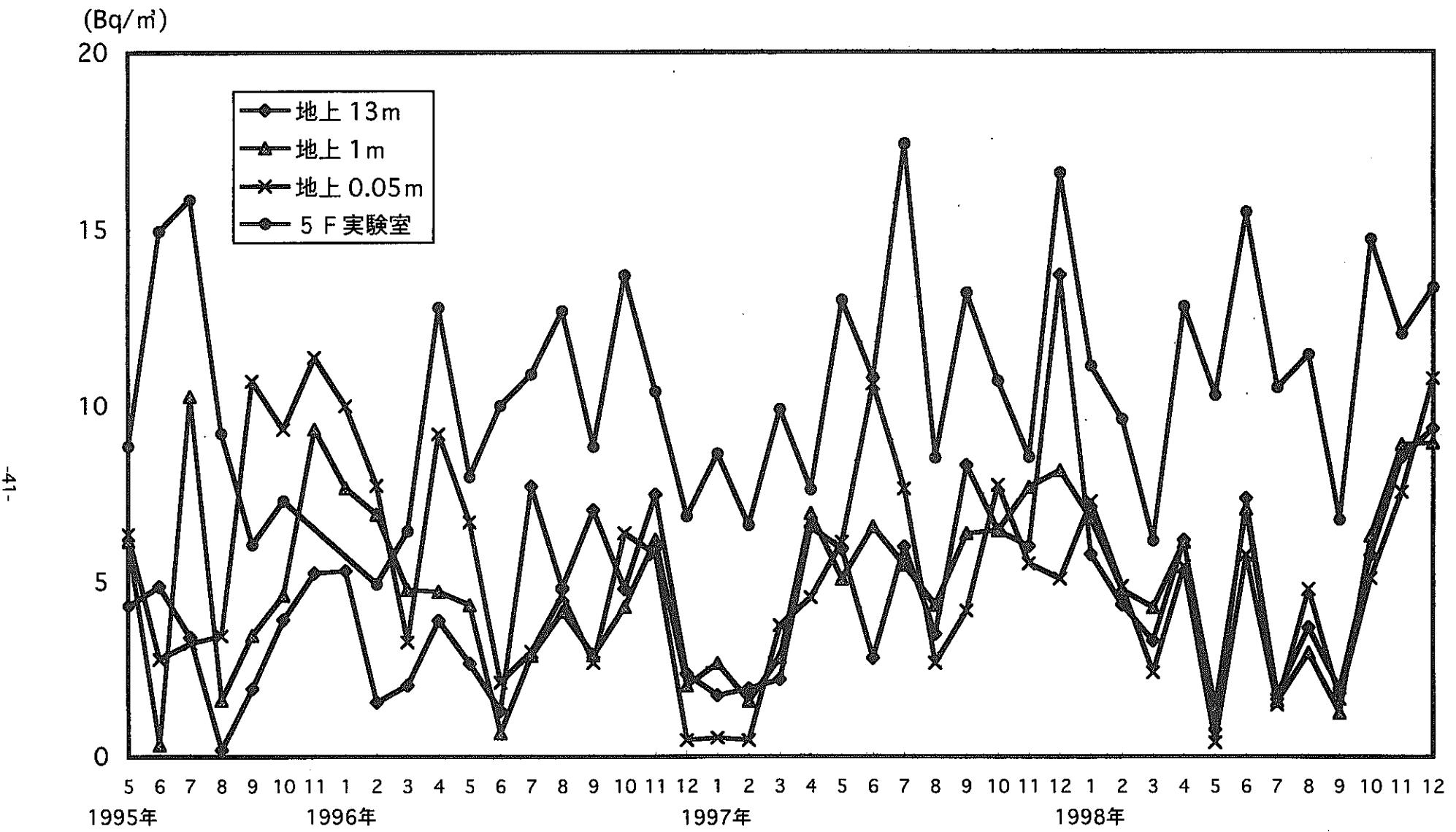


Fig. 20 東大阪における空気中ラドン濃度の経時変化

Table 13 三朝地域におけるラドン濃度

年月日	測定場所	ラドン濃度 (Bq/m³)				
		パイロンルーカスセル法			ピコラド検出法	
1995年 11月14日	三朝	福本(Y)	屋内	72.1	± 5.7	34~49
		福本(K)	屋内	64.4	± 5.4	—
		上西谷(J)	屋内	51.8	± 4.8	77~141
		久原(A)	屋内	32.9	± 3.8	29~63
		久原(S)	屋内	30.0	± 3.0	—
		曹源寺(H)	屋内	32.7	± 1.9	59~70
		穴鴨(Y)	屋内	39.6	± 3.8	47~90
		三朝(N)	屋内	60.5	± 1.4(連続測定)	33~120
1996年 11月9日	三朝	片柴(S)	屋内	(8.8	± 6.4)	17.1 ± 2.1
			屋外	ND		19.3 ± 2.3
		上西谷(T)	屋内	185.7	± 12.0	58.9 ± 2.9
			屋外	120.1	± 14.0	24.3 ± 2.5
		大柿(Y)	屋内	29.5	± 7.2	63.9 ± 3.0
			屋外	21.4	± 6.6	33.7 ± 2.7
1997年	三朝	上西谷	屋内	20.0	± 4.0	34.0
			屋外	11.8	± 3.9	18.7
		福田	屋内	13.8	± 4.0	57.7
		大柿	屋内	64.7	± 8.2	43.2
			屋外	21.9	± 5.2	29.1
		下谷	屋内	ND		15.6
			屋外	ND		9.9
1998年 11月16日	人形峠 三朝	露頭発見地	屋外	389.1	± 17.6	267.0 ± 2.1
		上西谷(T)	屋内	15.0	± 4.9	37.4 ± 1.0
			屋外	(0.8	± 2.0)	39.5 ± 1.0
		福吉(Ya)	屋内	8.9	± 3.2	49.5 ± 1.1
		鉛山	屋内	(2.7	± 3.8)	20.1 ± 0.9
	旅館	客室	屋内	68.3	± 7.4	31.9 ± 1.1
		浴室	屋内	107.1	± 9.7	—
		浴室	屋内	517.6	± 21.4	488.7 ± 2.9
	三朝	大柿(Yo)	屋内	15.1	± 3.8	36.6 ± 1.2
			屋外	15.0	± 4.9	19.9 ± 1.0
11月17日	三朝	鉛山	屋内	(0.0	± 2.6)	—
			屋外	(0.0	± 2.6)	—

() ND

Table 14 池田地域におけるラドン濃度

年月日	測定場所	ラドン濃度 (Bq/m³)					
		パイロンルーカスセル法			ピコラド検出法		
1996年 11月10日	旅館	客室 1F	屋内	192.6	± 14.4	232	± 4.5
		1 F	屋内	178.1	± 13.6	—	—
		2 F	屋内	78.0	± 10.3	—	—
		食堂	屋内	60.7	± 9.6	141	± 3.6
		浴室	屋内	140.5	± 36.0	1135	± 9.0
		庭	屋外	16.0	± 6.3	48.0	± 2.8
		3号鉱泉	屋外	65.5	± 9.6	101.3	± 3.6
		入口	屋外	53.7	± 9.1	—	—
		南庭岩室前(鉱泉扉前)	屋外	280.8	± 16.7	—	—
		玄関	屋外	36.4	± 8.3	—	—
		川辺	屋外	37.6	± 7.7	42.4	± 2.9
	さわらび苑	事務室	屋内	65.5	± 9.6	388	± 5.6
		ホール	屋内	41.8	± 8.6	81.0	± 3.2
		客室	屋内	51.0	± 9.0	57.2	± 2.8
		ヘルパー部屋	屋内	78.1	± 9.8	93.7	± 3.3
1997年 11月26日	周辺地域	集会所	屋内	12.5	± 4.9	24.7	
		山内宅1	屋外	ND		25.0	
		山内宅2	屋内	ND		17.1	
		山内宅2	屋外	10.5	± 3.6	24.3	
		沢村宅	屋内	ND		281.7	
		沢村宅	屋外	ND		25.9	
		楫野宅	屋内	ND		19.8	
		楫野宅	屋外	ND		12.6	
		神崎宅	屋内	ND		18.3	
		神崎宅	屋外	22.9	± 4.8	12.4	
		神崎宅	屋外	18.1	± 4.8	19.9	
		沢村宅への道	屋外	ND		22.4	
1998年 11月17日	周辺地域	旅館	客室 2F	屋内	591.4	± 20.6	
		旅館	浴室	屋内	1340.2	± 31.0	
		旅館	3号鉱泉	屋外	172.9	± 12.0	505.7
		旅館	庭	屋外	ND		39.8
		旅館	南庭	屋外	73007.8	± 226.1	9901.7
		さわらび苑	庭	屋外	1421.6	± 31.9	21.6
		さわらび苑	事務所	屋内	182.2	± 14.9	240.2
		周辺地域	山内宅1	屋内	20.4	± 3.9	6.9
		周辺地域	山内宅2	屋内	20.6	± 4.0	19.3
		周辺地域	楫野宅	屋内	ND		1.3
		周辺地域	山内宅3	屋内	(2.1)	± 1.3)	8.5
1998年 11月18日	周辺地域	岡本宅	屋内	12.3	± 3.1	32.4	± 1.6
		神崎宅	屋内	28.6	± 4.7	11.7	± 1.3
		河村宅	屋内	14.3	± 3.3	14.2	± 1.5
		さわらび苑	事務室	屋内	14.3	± 3.3	18.3
		さわらび苑	集会所	屋内	298.7	± 15.0	± 1.5
		旅館	南庭岩室前(鉱泉扉前)	屋外	14.3	± 4.4	651
		旅館	8号鉱泉	屋外	4663.9	± 59.4	678.2
		旅館	浴室	屋外	352.7	± 16.4	± 5.1
		旅館	客室	屋外	491.9	± 19.3	617.1
		旅館	客室	屋内	601.9	± 21.4	± 5.0
		旅館	客室	屋内	ND		705.4

() ND

ている。これは、Rn-222 の発生が連続的に生じているかどうかは分らず、これはパイロンルーカスセルとピコラド検出器を使用した場合の結果が逆転している場合もあることに示唆されていると思われる。いずれも屋外でのデータであるので、低濃度の空気により拡散、希釈が瞬時であるか連続的であることで大きく影響される。いずれもサンプリングの時間の得られる時間により方法を選択することが必要となる。高濃度 Rn-222 で連続的に発生している時にはルーカスセル法を不連続的に発生する場所での 1 日の平均濃度という時にはピコラド法を利用するなど選択出来る。

3.8 土壤中 γ 放射性核種分析

3.8.1 鳥取・三朝地域における土壤中の γ 放射性核種

鳥取県・三朝周辺地域における空气中ラドン濃度を測定した場所で 1993～1998 年に採取した土壤試料について、 γ 放射性核種分析を実施し、Table 15,16, Fig.21 にその結果を示した。これによると、Th 系列の放射性核種である Pb-212 は ND～149Bq/kg に変動し、平均値は 71.4Bq/kg, U 系列の放射性核種である Pb-214 は ND～98Bq/kg に変動し、平均値は 40.1Bq/kg となり Th 系列核種／U 系列核種比は 1.7 となった。1998 年に採取した土についても、その範囲内にあった。Fig.22 は地域毎に核種分析結果を示したもので、Rn-222 濃度が高く地層図より花崗岩層である旭（高勢川沿）、旭（竹田川沿）、竹田地域はウラン崩壊生成核種が高いことが分る。

3.8.2 島根・池田鉱泉地域における土壤中の γ 放射性核種

島根県大田市池田鉱泉地域では採取した土壤について 1996～1998 年の測定結果を Table 15,17, Fig.23,24 に示した。池田鉱泉地域のうち旅館およびさわらび苑近辺の土壤についての Th 系列の Pb-212 濃度は 29～365Bq/kg および 24～62Bq/kg に変動し、平均値は 79.1Bq/kg および 38.7Bq/kg、U 系列の Pb-214 については 21～840Bq/kg および 11～89Bq/kg の範囲に変動、平均値は 213 および 35.2Bq/kg、鉱泉の周辺に散在する民家付近の土壤中の Pb-212 は 31～99Bq/kg、平均値 44.2Bq/kg、Pb-214 については 20～66Bq/kg、平均値は 34.2Bq/kg となった。

3.8.3 有馬温泉および奈良市近辺地域における土壤中の γ 放射性核種

有馬温泉、奈良県室生地域および奈良市鉢伏地域その他の土壤中の核種分析を行った結果をまとめて Table 18 に示した。奈良県の鉢伏、室生の両地域はウラン鉱

Table 15 1998年三朝・池田地区における土壤の γ 放射性核種濃度

(Bq/kg)

試料		測定日	測定時間 (s)	重量 (g)	試料厚 (mm)	K-40 1460.7keV	Be-7 477.6keV	Pb-212 (Th) 238.6keV	Tl-208 (Th) 583.2keV	Ac-228 (Th) 911.2keV	Pb-214 (U) 351.9keV	Bi-214 (U) 609.3keV	Ra-226 (U) 186.0keV	Cs-137 661.6keV
三朝	鉛山 入江	1998 11.30 15:00	80000	79.00	46	573 ± 23.9	N D	44.5 ± 1.87	12.9 ± 0.64	48.6 ± 2.63	20.7 ± 1.10	19.8 ± 1.24	52.5 ± 18.1	39.2 ± 0.98
	上西谷 高見	1998 11.28 17:00	150110	124	50	948 ± 1.60	4.76 ± 1.98	56.1 ± 1.24	17.3 ± 0.42	62.1 ± 1.77	26.4 ± 0.71	26.4 ± 0.88	66.1 ± 11.9	3.84 ± 0.30
	福吉 矢城	1998 12.02 18:00	227000	133	50	903 ± 13.8	7.23 ± 1.75	80.8 ± 1.14	24.5 ± 0.37	80.0 ± 1.58	41.0 ± 0.63	41.2 ± 0.74	91.8 ± 11.3	2.74 ± 0.24
	鉛山	1998 12.05 9:00	170000	94.6	43	692 ± 16.8	N D	54.7 ± 1.42	15.8 ± 0.40	54.6 ± 2.05	24.9 ± 0.68	23.5 ± 0.77	48.0 ± 13.6	12.9 ± 0.42
	平均 変動					779 ± 177	6.00 ± 1.75	59.0 ± 15.4	17.6 ± 4.93	61.3 ± 13.6	28.3 ± 8.84	27.7 ± 9.38	64.6 ± 19.7	14.7 ± 17.0
						573 ~ 948	4.76 ~ 7.23	44.5 ~ 80.8	12.9 ~ 24.5	48.6 ~ 80.0	20.7 ~ 41.0	19.8 ~ 41.2	48.0 ~ 91.8	2.74 ~ 39.2
池田	集会所	1999 1.13 13:00	80000	78.4	44	926 ± 25.8	N D	99.3 ± 2.12	28.5 ± 0.85	98.5 ± 3.60	65.9 ± 1.65	62.7 ± 1.81	157 ± 18.3	8.04 ± 0.62
	神崎	1999 1.12 14:00	80000	72.1	35	628 ± 22.8	121 ± 8.64	32.8 ± 1.63	10.6 ± 0.57	33.5 ± 2.34	22.5 ± 1.08	20.5 ± 1.17	53.0 ± 15.9	4.91 ± 0.68
	さわらび(1)	1998 12.17 9:45	80000	66.1	43	800 ± 28.3	13.5 ± 5.02	36.0 ± 2.08	10.4 ± 0.80	36.7 ± 3.41	33.6 ± 1.45	34.5 ± 1.65	59.3 ± 20.4	0.80 ± 0.52
	さわらび(2)	1999 1.22 13:20	80000	99.7	35	523 ± 17.0	N D	41.3 ± 1.35	11.9 ± 0.51	45.4 ± 2.43	88.8 ± 1.39	87.1 ± 1.64	702 ± 14.7	N D
	川村	1999 1.19 11:00	80000	60.4	30	785 ± 24.3	N D	43.9 ± 1.79	12.4 ± 0.64	43.0 ± 2.52	34.8 ± 1.39	34.9 ± 1.62	82.80 ± 171	16.3 ± 0.75
	岡本	1999 1.18 11:00	80000	55.9	42	433 ± 29.6	N D	34.4 ± 2.32	10.7 ± 1.04	39.9 ± 4.33	20.8 ± 1.41	22.3 ± 1.59	50.4 ± 23.2	6.76 ± 0.76
	山内(1)	1998 12.07 10:00	80000	55.9	25	755 ± 23.8	N D	33.3 ± 1.71	9.97 ± 0.56	36.1 ± 2.21	28.4 ± 1.46	25.8 ± 1.21	44.2 ± 16.6	7.90 ± 0.55
	山内(2)	1999 1.16 18:00	143000	54.6	32	421 ± 24.9	29.5 ± 7.28	31.1 ± 1.98	9.29 ± 0.60	35.5 ± 2.46	23.4 ± 1.40	23.7 ± 1.44	42.7 ± 19.4	14.2 ± 0.72
	山内(S)(3)	1999 1.25 11:00	80000	67.2	37	290 ± 21.8	N D	32.0 ± 1.79	9.35 ± 0.55	37.9 ± 2.54	26.0 ± 1.19	24.9 ± 1.27	54.5 ± 17.6	15.3 ± 0.70
	揖野	1999 1.14 11:00	80000	84.1	30	626 ± 17.6	N D	31.6 ± 1.28	9.24 ± 0.45	31.4 ± 2.04	19.5 ± 0.91	18.7 ± 0.98	37.0 ± 12.3	3.30 ± 0.41
	泉源扇	1999 1.26 13:00	80000	91.8	24	601 ± 14.9	N D	46.0 ± 1.13	13.7 ± 0.54	46.6 ± 2.00	126 ± 1.53	120 ± 1.67	639 ± 12.6	1.33 ± 0.32
	8号泉	1999 1.27 13:20	100000	98.3	37	518 ± 16.0	N D	28.6 ± 1.21	8.63 ± 0.40	28.4 ± 1.74	21.4 ± 0.77	20.4 ± 0.85	109 ± 12.2	N D
	平均 変動					609 ± 184	54.7 ± 58.2	40.8 ± 19.2	12.1 ± 5.39	42.7 ± 18.4	42.6 ± 33.7	41.3 ± 32.2	169 ± 237	7.89 ± 5.68
						290 ~ 926	13.5 ~ 121	28.6 ~ 99.3	8.63 ~ 28.5	28.4 ~ 98.5	19.5 ~ 126	18.7 ~ 120	37.0 ~ 702	0.80 ~ 16.3

Table 16 三朝土壤試料中の γ 放射性核種濃度

試料	採取日	K-40 1460.7keV	Pb-212 (Th) 238.6keV	Tl-208 (Th) 583.2keV	Pb-214 (U) 351.9keV	Bi-214 (U) 609.3keV	Ra-226 (U) 186.0keV	Cs-137 661.6keV
木地山	93.11.25	797.0 ± 17.6	92.4 ± 1.9	26.6 ± 1.1	50.1 ± 2.2	ND	119.0 ± 20.6	ND
大柿	93.11.27	800.0 ± 15.7	149.0 ± 2.4	42.5 ± 1.1	74.3 ± 2.1	63.7 ± 2.2	200.0 ± 19.3	29.0 ± 1.3
上西谷	93.11.30	831.0 ± 22.0	81.3 ± 1.7	24.9 ± 1.5	63.1 ± 3.1	54.1 ± 2.3	156.0 ± 24.7	20.2 ± 1.3
坂戸	93.12.4	794.0 ± 19.3	119.0 ± 1.9	35.0 ± 1.3	66.8 ± 2.6	57.8 ± 2.6	181.0 ± 24.0	36.4 ± 2.0
福本(1) 公民館	95.11.14	637.0 ± 21.7	58.0 ± 1.9	17.0 ± 1.2	32.0 ± 2.5	23.4 ± 2.2	ND	45.0 ± 0.9
福本(3) 温泉跡(梅)	95.11.14	827.0 ± 29.9	90.0 ± 2.7	24.0 ± 3.1	42.0 ± 3.1	36.1 ± 4.3	ND	36.0 ± 2.0
福本(4) 温泉跡(梅)	95.11.14	890.0 ± 17.2	111.0 ± 1.8	80.0 ± 2.5	44.0 ± 1.7	35.1 ± 1.6	ND	39.0 ± 1.1
福本(5) 山根宅	95.11.14	628.0 ± 52.1	ND	22.0 ± 3.6	ND	ND	ND	13.0 ± 5.5
久原(1) 石垣	95.11.15	1010.0 ± 12.0	87.0 ± 1.2	26.0 ± 1.0	34.0 ± 1.5	28.8 ± 1.3	ND	ND
久原(2) 水月堂	95.11.15	732.0 ± 22.6	63.0 ± 2.2	19.0 ± 1.4	38.0 ± 2.4	28.3 ± 2.4	ND	43.0 ± 1.9
久原(3) たら製鉄跡	95.11.15	222.0 ± 28.3	44.0 ± 4.0	12.0 ± 3.1	98.0 ± 4.5	75.4 ± 5.1	ND	ND
曹源寺 曹源寺	95.11.15	800.0 ± 28.2	73.0 ± 2.4	20.0 ± 1.7	39.0 ± 3.2	36.1 ± 3.2	ND	ND
久原(4) 安藤宅	95.11.15	720.0 ± 32.4	69.0 ± 3.9	18.0 ± 1.7	ND	29.3 ± 3.3	ND	12.0 ± 1.7
恩原 料理屋	95.11.15	387.0 ± 40.6	68.0 ± 3.4	19.0 ± 2.8	37.0 ± 3.6	ND	ND	10.0 ± 2.4
穴鴨 山崎宅	95.11.15	589.0 ± 23.3	38.0 ± 2.1	10.0 ± 1.3	25.0 ± 2.9	17.9 ± 2.3	75.0 ± 27.2	24.0 ± 1.5
福本(2) 温泉跡(杉)	95.11.15	1440.0 ± 30.2	97.0 ± 2.6	29.0 ± 1.7	40.0 ± 4.2	29.6 ± 3.2	ND	ND
本泉 三朝中学	95.11.16	722.0 ± 28.9	66.0 ± 2.2	18.0 ± 1.4	29.0 ± 2.4	22.5 ± 2.5	ND	72.0 ± 1.4
吉尾(1)	96.11	964 ± 23.7	55.1 ± 3.1	15.2 ± 1.6	29.6 ± 2.7	ND	ND	12.5 ± 2.5
片柴	96.11	1010 ± 11.4	119 ± 1.2	33.4 ± 0.8	41.6 ± 1.6	34.7 ± 1.5	ND	ND
柿谷	97.11	673 ± 40.6	56.6 ± 3.5	16.6 ± 1.7	38.2 ± 3.6	ND	92.3 ± 46.0	8.5 ± 1.8
吉尾(2)	97.11	902 ± 28.4	117 ± 3.6	32.1 ± 1.6	93.7 ± 3.8	78.1 ± 3.3	210 ± 35.6	ND
吉尾(3) 公民館1	97.11	460 ± 38.2	59.0 ± 3.5	17.3 ± 2.5	32.9 ± 3.9	29.5 ± 3.4	86.9 ± 40.5	2.7 ± 1.7
吉尾(4) 公民館2	97.11	963 ± 41.0	76.6 ± 3.7	25.6 ± 3.5	29.4 ± 4.8	25.5 ± 3.4	42.0 ± 44.2	1.8 ± 1.7
鉛山	97.11	734 ± 32.9	38.0 ± 3.3	10.6 ± 1.6	21.7 ± 3.0	ND	36.9 ± 3.10	19.1 ± 1.7
小河内 公民館	97.11	998 ± 27.3	43.1 ± 2.3	13.0 ± 1.2	17.7 ± 2.6	17.2 ± 2.3	54.9 ± 26.7	2.3 ± 1.0
実光	97.11	957 ± 28.2	33.7 ± 2.3	9.78 ± 1.3	24.8 ± 3.1	21.7 ± 2.6	56.4 ± 26.7	2.0 ± 1.2
三朝 町役場	97.11	832 ± 44.6	60.5 ± 3.6	17.3 ± 2.3	31.1 ± 4.2	25.6 ± 4.2	58.2 ± 43.9	4.0 ± 3.5
三朝 中屋旅館	97.11	632 ± 38.1	53.2 ± 3.3	15.6 ± 1.6	35.9 ± 3.3	ND	86.6 ± 43.2	8.0 ± 1.7
三徳川 砂	97.11	914 ± 19.4	30.8 ± 1.6	9.19 ± 0.7	22.2 ± 1.6	19.5 ± 1.4	51.8 ± 19.2	1.6 ± 1.0
鉛山 入江	98.11	573 ± 23.9	44.5 ± 1.9	12.9 ± 0.6	20.7 ± 1.1	19.8 ± 1.2	52.5 ± 18.1	39.2 ± 1.0
上西谷 高見	98.11	948 ± 1.6	56.1 ± 1.2	17.3 ± 0.4	26.4 ± 0.7	26.4 ± 0.9	66.1 ± 11.9	3.8 ± 0.3
福吉 矢城	98.11	903 ± 13.8	80.8 ± 1.1	24.5 ± 0.4	41.0 ± 0.6	41.2 ± 0.7	91.8 ± 11.3	2.7 ± 0.2
鉛山	98.11	692 ± 16.8	54.7 ± 1.4	15.8 ± 0.4	24.9 ± 0.7	23.5 ± 0.8	48.0 ± 13.6	12.9 ± 0.4
平均		787 ± 218	71.4 ± 28.7	22.1 ± 13.1	40.1 ± 19.8	34.6 ± 17.1	92.9 ± 54.7	19.3 ± 18.1
人形峠 ウラン鉱床	94.11	413 ± 26.0	27.0 ± 3.0	13.0 ± 3.0	1410.0 ± 11.0	1210.0 ± 9.0	3293 ± 51.0	ND
人形峠 ウラン鉱床	95.11.15	663 ± 57.3	24.0 ± 5.2	12.0 ± 3.5	827.0 ± 1.3	677.7 ± 11.6	ND	3.4 ± 3.4
人形峠 ウラン鉱床	97.11	497 ± 105	76.9 ± 9.7	15.9 ± 7.0	1450 ± 24.8	1210 ± 22.7	6520 ± 216	11.0 ± 6.1
平均		524 ± 127	42.6 ± 29.7	13.6 ± 2.0	1229 ± 348.7	1033 ± 307	4907 ± 2282	7.2 ± 5.4

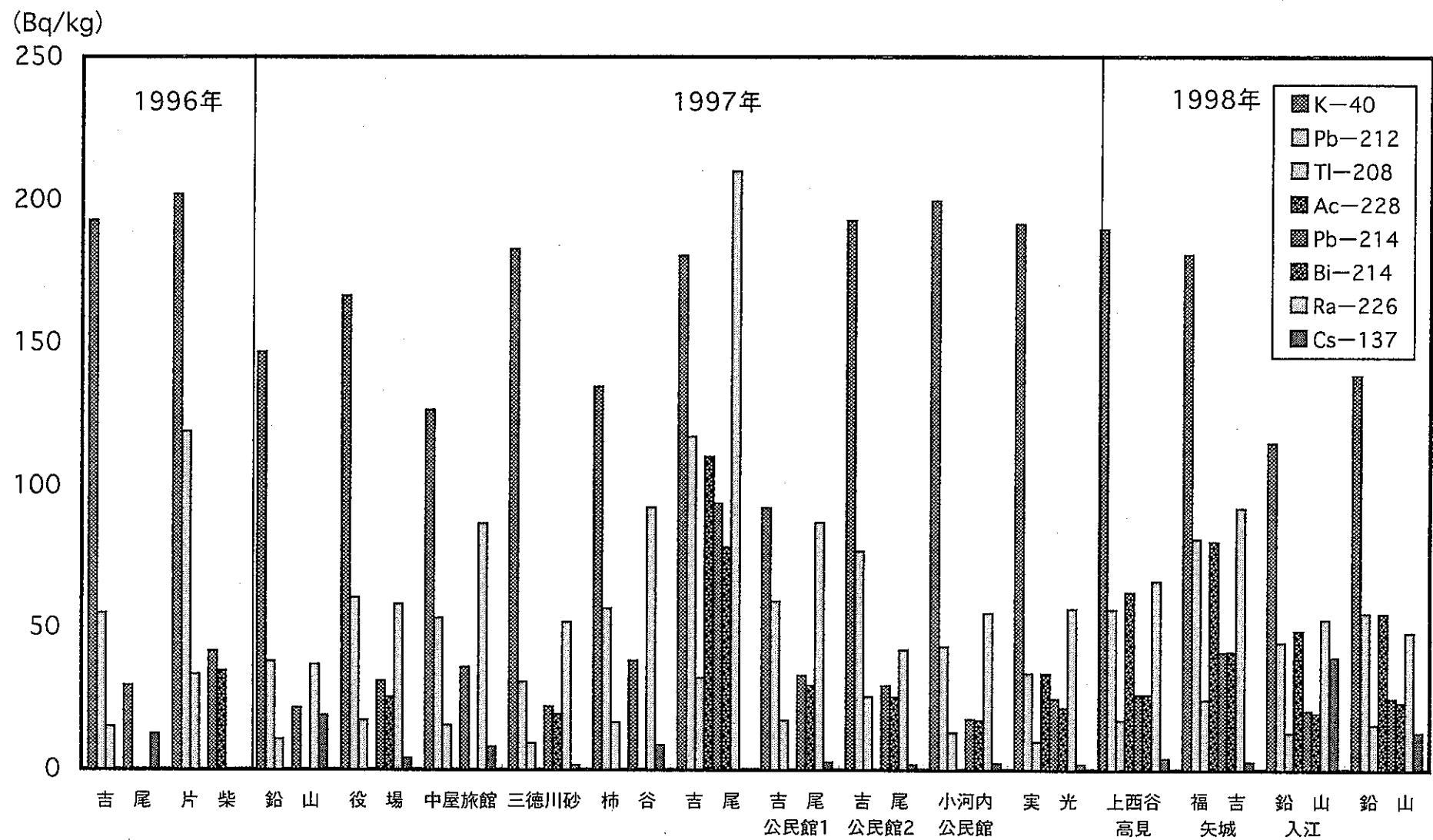


Fig. 21 三朝土壤試料中の γ 放射性核種濃度

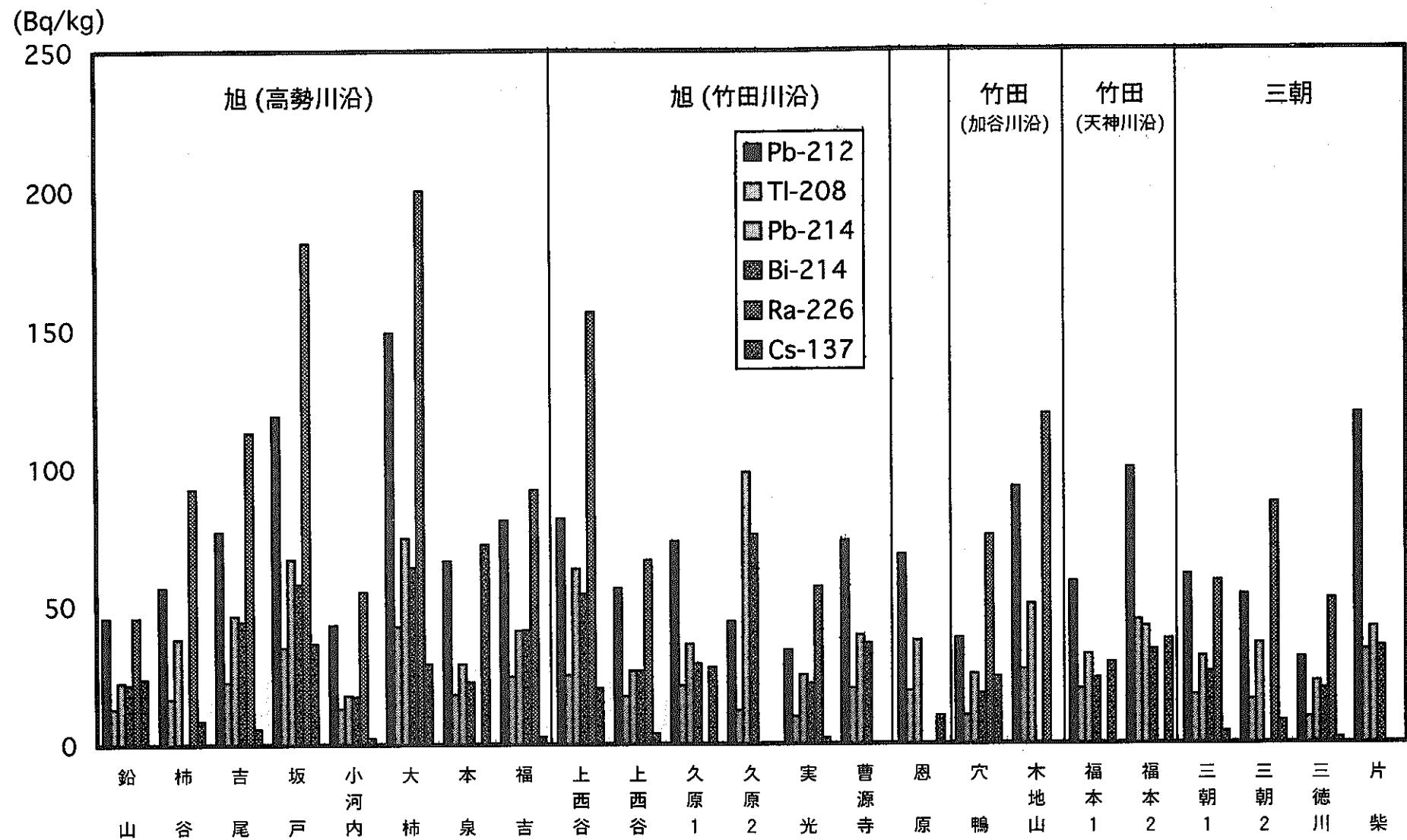


Fig. 22 三朝土壤試料中の γ 放射性核種濃度

Table 17 池田土壤試料中の γ 放射性核種濃度

試 料	採取日	K-40	Pb-212 (Th)	Tl-208 (Th)	Ac-228 (Th)	Pb-214 (U)	Bi-214 (U)	Ra-226 (U)	Cs-137
		1460.7keV	238.6keV	583.2keV	911.2keV	351.9keV	609.3keV	186.0keV	661.6keV
3号泉源	96.11	1190 ± 27.3	365 ± 5.3	106 ± 3.5	ND	563 ± 9.3	461 ± 6.1	ND	ND
5号泉源	96.11	868 ± 13.9	44.0 ± 0.9	11.9 ± 0.8	ND	438 ± 2.8	372 ± 2.5	1780 ± 20.4	ND
旅館庭(1)	96.11	838 ± 15.0	30.1 ± 1.5	8.38 ± 0.9	ND	29.1 ± 1.8	ND	ND	ND
旅館庭(2)	96.11	773 ± 10.9	54.0 ± 1.0	15.7 ± 0.8	ND	83.7 ± 1.6	72.7 ± 1.6	356 ± 14.2	ND
旅館 煙土	96.11	1230 ± 58.8	32.9 ± 4.91	ND	ND	23.2 ± 5.5	ND	ND	ND
8号岩室 砂	97.11	1090 ± 22.8	87.6 ± 2.1	25.0 ± 1.3	ND	840 ± 4.7	730 ± 4.6	1580 ± 32.5	ND
8号泉源 砂	97.11	1020 ± 30.9	66.9 ± 2.2	18.6 ± 2.1	ND	98.9 ± 3.2	82.0 ± 3.0	233 ± 44.2	ND
8号泉源 石	97.11	1020 ± 36.1	55.4 ± 3.3	17.7 ± 1.8	ND	58.8 ± 4.0	46.1 ± 4.0	126 ± 37.9	ND
旅館1 石	97.11	1020 ± 25.5	73.2 ± 2.4	21.8 ± 1.4	66.6 ± 5.2	164 ± 3.6	144 ± 3.4	442 ± 30.7	ND
旅館2 土	97.11	596 ± 26.5	65.0 ± 2.6	18.8 ± 1.5	ND	111 ± 3.8	96.5 ± 3.4	402 ± 37.2	ND
泉源 扉	98.11	601 ± 14.9	46.0 ± 1.1	13.7 ± 0.5	46.6 ± 2.0	126 ± 1.5	120 ± 1.7	639 ± 12.6	1.3 ± 0.3
8号泉源	98.11	518 ± 16.0	28.6 ± 1.2	8.6 ± 0.4	28.4 ± 1.7	21.4 ± 0.8	20.4 ± 0.9	109 ± 12.2	ND
旅館 平均		897 ± 237.6	79.1 ± 91.8	24.2 ± 27.6	47.2 ± 19.1	213 ± 261	214 ± 232	630 ± 620	—
しらすな	96.11	951 ± 27.2	42.0 ± 2.2	11.7 ± 1.4	ND	24.8 ± 2.7	22.2 ± 2.5	ND	ND
水道原水付近	96.11	475 ± 27.6	23.7 ± 17	6.15 ± 1.0	ND	10.7 ± 1.9	9.72 ± 1.8	ND	ND
駐車場	96.11	915 ± 19.8	62.0 ± 1.8	ND	ND	30.9 ± 2.3	27.2 ± 2.5	ND	6.29 ± 1.1
さわらび苑(1)	97.11	628 ± 23.8	26.9 ± 2.0	8.5 ± 1.2	ND	22.5 ± 2.3	18.8 ± 2.5	42.2 ± 33.1	3.60 ± 1.1
さわらび苑(2)	98.11	800 ± 28.3	36.0 ± 2.1	10.4 ± 0.8	36.7 ± 3.4	33.6 ± 1.5	34.5 ± 1.7	59.3 ± 20.4	0.8 ± 0.5
さわらび苑(3)	98.11	523 ± 17.0	41.3 ± 1.4	11.9 ± 0.5	45.4 ± 2.4	88.8 ± 1.4	87.1 ± 1.6	702 ± 14.7	ND
さわらび苑 平均		715 ± 202.5	38.7 ± 13.7	9.7 ± 2.4	41.1 ± 6.2	35.2 ± 27.4	33.3 ± 27.6	267.8 ± 376.1	3.6 ± 2.7
平均		836.4 ± 237.4	65.6 ± 76.8	19.7 ± 23.6	44.7 ± 14.3	153.8 ± 227.1	146.5 ± 201.6	539.2 ± 575.9	3.0 ± 2.5
旅館西側川向こう	97.11	1090 ± 34.4	47.4 ± 2.9	14.7 ± 2.0	ND	47.6 ± 3.3	43.4 ± 3.3	104 ± 32.8	ND
楓野	97.11	938 ± 28.6	46.3 ± 2.5	16.1 ± 1.5	ND	29.9 ± 2.8	27.3 ± 2.8	67.9 ± 25.0	6.50 ± 1.4
沢村	97.11	746 ± 26.3	47.9 ± 2.3	14.1 ± 1.2	ND	38.5 ± 2.3	33.8 ± 2.5	103 ± 27.1	15.2 ± 1.4
沢村 道 岩	97.11	833 ± 30.7	55.7 ± 2.4	15.3 ± 1.4	ND	51.1 ± 2.8	41.4 ± 3.0	96.8 ± 30.3	ND
山内	97.11	743 ± 26.9	45.7 ± 3.1	12.4 ± 1.3	ND	34.4 ± 2.7	29.3 ± 2.9	95.2 ± 27.8	6.00 ± 1.1
山内 煙	97.11	501 ± 25.2	32.8 ± 2.3	10.3 ± 1.2	ND	27.7 ± 2.5	22.7 ± 2.8	72.6 ± 30.4	15.2 ± 1.6
集会所	97.11	900 ± 25.1	99.3 ± 2.1	28.5 ± 0.9	98.5 ± 3.6	65.9 ± 1.7	62.7 ± 1.8	157 ± 18.3	8.0 ± 0.6
神崎	97.11	412 ± 23.3	32.8 ± 1.6	10.6 ± 0.6	33.5 ± 2.3	22.5 ± 1.1	20.5 ± 1.2	53.0 ± 15.9	4.91 ± 0.7
集会所	98.11	926 ± 25.8	47.4 ± 2.9	14.7 ± 2.0	ND	47.6 ± 3.3	43.4 ± 3.3	104 ± 32.8	ND
神崎	98.11	628 ± 22.8	46.3 ± 2.5	16.1 ± 1.5	ND	29.9 ± 2.8	27.3 ± 2.8	67.9 ± 25.0	6.50 ± 1.4
川村	98.11	785 ± 24.3	43.9 ± 1.8	12.4 ± 0.6	43 ± 2.52	34.8 ± 1.4	34.9 ± 1.6	83 ± 171.0	16.3 ± 0.7
岡本	98.11	433 ± 29.6	34.4 ± 2.3	10.7 ± 1.0	39.9 ± 4.33	20.8 ± 1.4	22.3 ± 1.6	50.4 ± 23.2	6.8 ± 0.8
山内 (1)	98.11	755 ± 23.8	33.3 ± 1.7	10.0 ± 0.6	36.1 ± 2.21	28.4 ± 1.5	25.8 ± 1.2	44.2 ± 16.6	7.90 ± 0.6
山内 (2)	98.11	421 ± 24.9	31.1 ± 2.0	9.3 ± 0.6	35.53 ± 2.46	23.4 ± 1.4	23.7 ± 1.4	42.7 ± 19.4	14.2 ± 0.7
山内 (3)	98.11	290 ± 21.8	32.0 ± 1.8	9.4 ± 0.6	37.9 ± 2.54	26.0 ± 1.2	24.9 ± 1.3	55 ± 17.6	15.3 ± 0.7
楓野	98.11	626 ± 17.6	31.6 ± 1.3	9.2 ± 0.4	31.4 ± 2.0	19.5 ± 0.9	18.7 ± 1.0	37.0 ± 12.3	3.30 ± 0.4
平均		689 ± 228.1	44.2 ± 16.7	13.4 ± 4.8	44.5 ± 22.1	34.2 ± 12.9	31.4 ± 11.5	77.1 ± 31.8	9.7 ± 4.7
池田 全平均		767 ± 241.4	55.5 ± 57.3	16.5 ± 17.1	44.6 ± 18.8	97.5 ± 174.1	88.9 ± 152.2	275.1 ± 435.8	8.1 ± 5.2

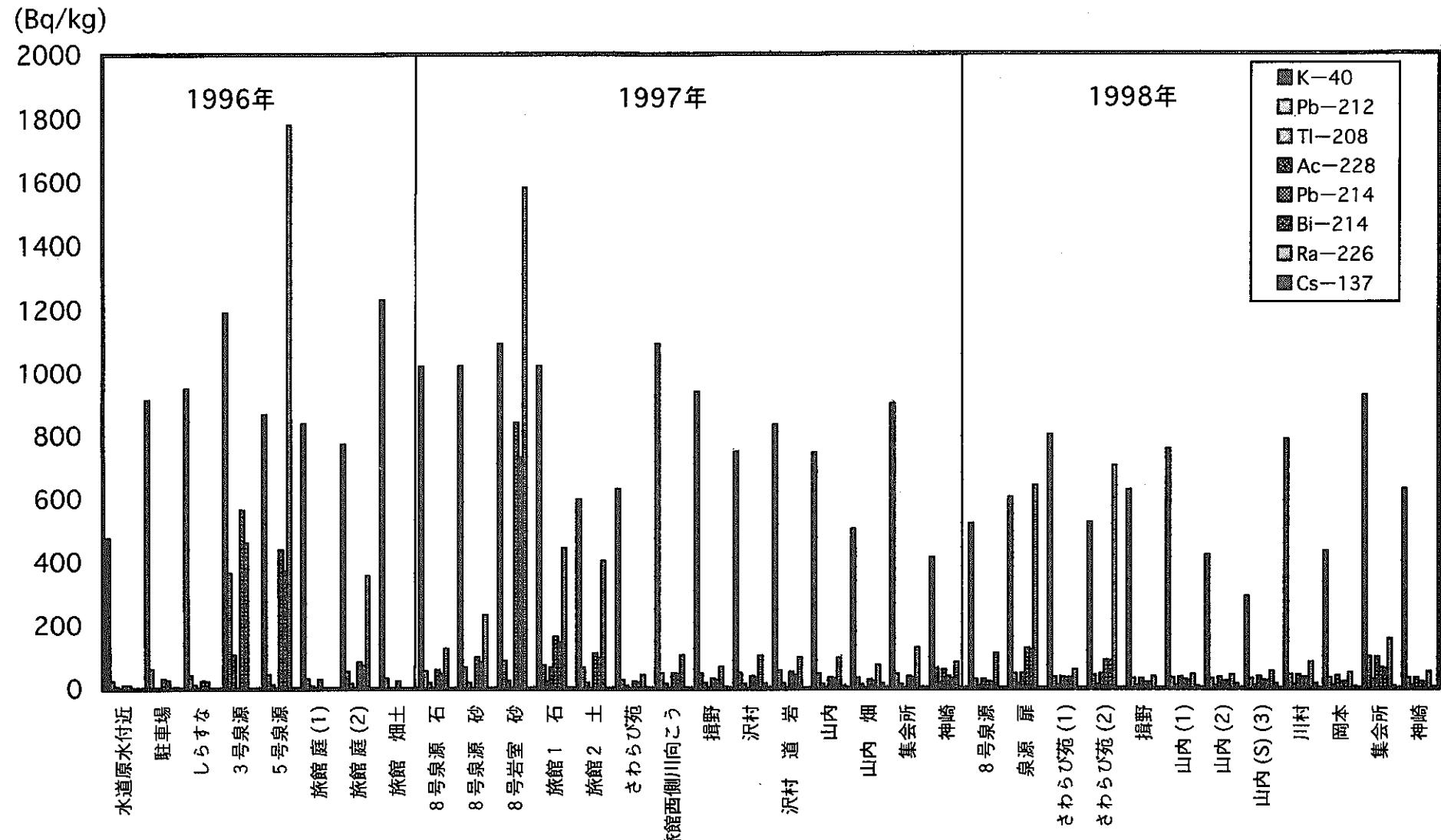


Fig. 23 池田鉱泉における土壤中の γ 放射性核種濃度

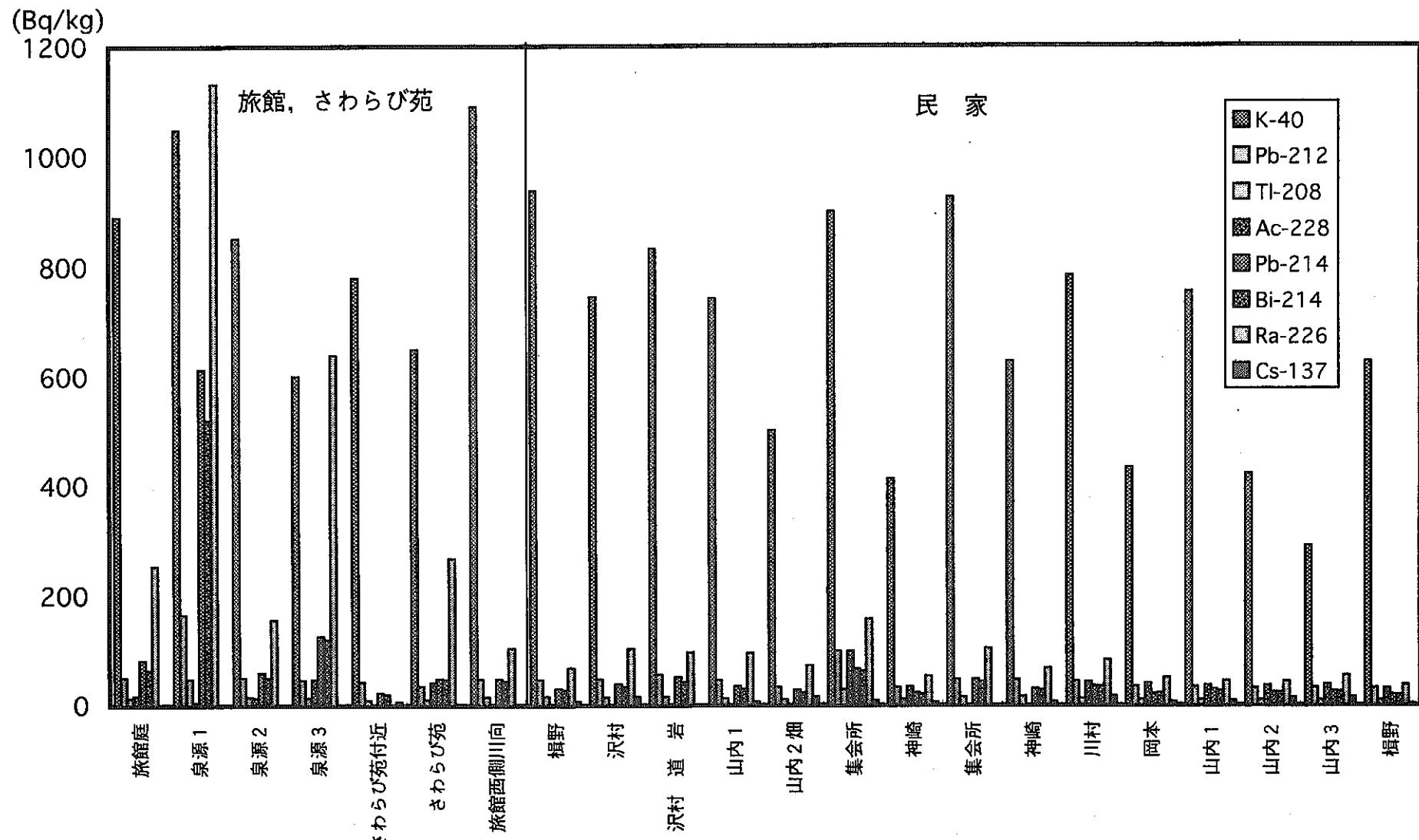


Fig. 24 池田鉱泉における土壤中の γ 放射性核種濃度

Table 18 有馬温泉および奈良市地域における土壤中の γ 放射性核種濃度

試料		採取年日 1998	測定日 1998	測定時間 (s)	K-40 1460.7keV	Pb-212 238.6keV	Tl-208 583.2keV	Ac-228 911.2keV	Pb-214 351.9keV	Bi-214 609.3keV	Ra-226 186.0keV	Cs-137 661.6keV
奈良県 奈良市	鉢伏	7.4	7.27 14:20	160000	531 \pm 22.4	46.0 \pm 1.97	14.0 \pm 1.00	— \pm —	28.8 \pm 2.10	23.6 \pm 3.07	54.2 \pm 26.4	— \pm —
	鉢伏 ^{外山} (田)	7.4	9.14 9:00	100000	714 \pm 24.3	54.1 \pm 2.25	15.5 \pm 1.46	— \pm —	29.4 \pm 2.91	24.9 \pm 2.81	38.6 \pm 27.0	— \pm —
	鉢伏 湧水(土)	7.4	7.21 10:10	135000	788 \pm 22.3	42.4 \pm 1.79	13.2 \pm 0.89	— \pm —	27.5 \pm 2.06	22.5 \pm 1.80	48.0 \pm 22.2	— \pm —
	茗荷 (岡井)	7.4	7.24 17:00	234000	478 \pm 31.8	81.1 \pm 2.97	24.7 \pm 1.77	74.9 \pm 6.52	57.1 \pm 2.93	47.8 \pm 2.64	155 \pm 36.5	— \pm —
	茗荷 (教会)	7.4	7.17 19:00	146100	715 \pm 22.7	42.5 \pm 1.85	10.8 \pm 0.60	39.4 \pm 3.48	21.3 \pm 1.53	18.1 \pm 1.90	49.7 \pm 20.9	8.79 \pm 0.64
	杣の川	7.4	7.13 16:00	200000	660 \pm 22.5	39.7 \pm 1.92	11.9 \pm 0.83	— \pm —	17.9 \pm 1.90	15.6 \pm 1.75	39.4 \pm 21.8	6.17 \pm 1.05
	平均				634 \pm 128	51.0 \pm 15.6	15.0 \pm 5.02	57.2 \pm 25.1	30.3 \pm 13.9	25.4 \pm 11.5	64.2 \pm 44.9	7.48 \pm 1.85
奈良県 室生	向測(1) (田中)	7.4	7.11 12:30	170000	746 \pm 22.6	45.3 \pm 2.45	13.8 \pm 1.11	— \pm —	36.0 \pm 2.79	31.4 \pm 1.96	104 \pm 27.0	17.9 \pm 1.20
	村越神社	7.4	9.3 16:00	240000	485 \pm 17.0	35.0 \pm 1.48	10.4 \pm 0.70	33.1 \pm 2.26	28.1 \pm 1.34	23.8 \pm 1.60	76.1 \pm 19.1	8.67 \pm 0.74
	向測(2)	7.4	7.29 15:00	160000	675 \pm 24.0	52.2 \pm 2.13	16.7 \pm 1.06	— \pm —	20.0 \pm 1.98	17.1 \pm 2.39	35.7 \pm 23.8	— \pm —
	平均				635 \pm 135	44.2 \pm 8.7	13.6 \pm 3.15	33.1	28.0 \pm 8.00	24.1 \pm 7.15	71.9 \pm 34.3	13.3 \pm 6.53
兵庫県 有馬温泉	有明	8.19	9.11 13:30	16000	1760 \pm 79.1	680 \pm 12.2	204 \pm 7.31	1100 \pm 34.1	589 \pm 15.3	520 \pm 20.0	671 \pm 213	— \pm —
	天神	8.19	9.12 9:00	60000	504 \pm 38.5	40.4 \pm 4.09	12.0 \pm 1.72	— \pm —	18.8 \pm 3.21	— \pm —	(54.4 \pm 38.8)	— \pm —
	炭酸	8.19	9.8 17:00	65000	665 \pm 26.6	39.8 \pm 2.38	11.8 \pm 1.31	— \pm —	22.9 \pm 2.77	20.9 \pm 2.51	(44.4 \pm 25.0)	— \pm —
	極楽	8.19	11.7 13:00	180000	66.2 \pm 20.1	22.6 \pm 1.56	6.9 \pm 0.75	126.0 \pm 6.81	34.6 \pm 1.58	30.6 \pm 1.92	56.2 \pm 25.8	— \pm —
	御所	8.19	9.11 8:00	52000	717 \pm 34.4	35.1 \pm 3.31	10.5 \pm 1.55	— \pm —	26.5 \pm 3.37	24.0 \pm 3.10	(54.4 \pm 34.6)	(1.90 \pm 1.48)
	池 ^(畠土)	8.19	9.4 17:00	230000	851 \pm 32.8	60.2 \pm 2.98	17.7 \pm 1.63	— \pm —	36.9 \pm 2.33	33.9 \pm 2.37	96.3 \pm 36.1	7.52 \pm 1.31
	白水嶺 ^(白砂)	8.19	9.9 11:00	70000	989 \pm 24.1	69.2 \pm 2.00	22.4 \pm 1.29	63.1 \pm 4.36	41.2 \pm 2.27	36.1 \pm 2.59	85.4 \pm 22.4	— \pm —
	平均				632 \pm 323	44.6 \pm 17.1	13.5 \pm 5.56	94.6 \pm 44.5	30.2 \pm 8.74	29.1 \pm 6.47	65.2 \pm 20.6	4.71 \pm 3.97
兵庫県 川西市	(1)	1991 11.1	3.3 9:00	80000	643 \pm 30.8	27.4 \pm 2.29	10.0 \pm 0.67	34.6 \pm 2.82	19.9 \pm 1.32	— \pm —	34.8 \pm 23.3	13.4 \pm 0.87
	(2)	1995 8.23	3.5 9:00	80000	583 \pm 19.4	27.9 \pm 1.40	8.8 \pm 0.46	33.5 \pm 2.17	19.0 \pm 0.96	19.5 \pm 1.04	32.6 \pm 13.9	2.39 \pm 0.46
	(3)	1997 6.26	3.1 10:00	80000	682 \pm 23.2	32.1 \pm 1.67	8.96 \pm 0.57	37.1 \pm 2.39	23.4 \pm 1.25	22.2 \pm 1.26	42.9 \pm 16.6	4.93 \pm 0.51
	(4)	1997 6.26	3.9 9:00	200000	657 \pm 18.9	30.9 \pm 1.55	9.59 \pm 0.36	33.4 \pm 1.51	21.4 \pm 0.70	21.1 \pm 0.75	39.6 \pm 15.8	4.75 \pm 0.34
	平均				641 \pm 42.1	29.6 \pm 2.29	9.33 \pm 0.57	34.7 \pm 1.72	20.9 \pm 1.92	20.9 \pm 1.36	37.5 \pm 4.65	6.37 \pm 4.83
福井県	敦賀	9.18	9.22 9:00	180000	539 \pm 18.5	68.5 \pm 1.76	20.1 \pm 1.17	— \pm —	38.6 \pm 1.72	31.9 \pm 1.71	106 \pm 21.0	— \pm —
北海道	モツ温泉石	8.16	9.10 9:40	8000	— \pm —	1650 \pm 20.5	477 \pm 13.0	— \pm —	1300 \pm 29.7	1130 \pm 27.8	1470 \pm 179	— \pm —
	モツ温泉湯の花	8.16	9.10 12:00	60000	(148 \pm 64.7)	86.1 \pm 6.66	28.4 \pm 5.78	— \pm —	31.7 \pm 6.73	— \pm —	(72.1 \pm 83.6)	— \pm —

の試削掘を実施した場所の近辺を調査地域としたものである。これによると、奈良県室生地域および奈良市鉢伏地域の Th 系列 Pb-212 濃度の範囲は 35～52Bq/kg および 40～81Bq/kg、平均値 44Bq/kg および 51Bq/kg、U 系列の Pb-214 濃度の範囲は 20～36Bq/kg および 18～57Bq/kg、平均値 28 および 30Bq/kg であった。ほとんど同じレベルであるが、奈良市鉢伏地域の方が若干高い。兵庫県有馬温泉で採取した土壤は有明泉源についてのみは、泉源より流れ出ている溝より採取したもので、他は近くの土壤であるため、分析した結果は有明泉源のみ少し異なり、その他の土壤については Th 系列の Pb-212 濃度の範囲は 23～69Bq/kg、平均値 45Bq/kg、U 系列の Pb-214 の範囲は 19～41Bq/kg、平均値 30Bq/kg であった。有明泉源は Th 系列、U 系列の 15 倍および 20 倍であった。北海道のモッタ温泉の湯の花が長年に涉って岩石化したものについて調べたもので、これは土壤とは少し異なり鉱石と同様それに近いものであると思われる。

3.8.4 東大阪市近畿大学周辺における土壤中の γ 放射性核種

対照地域として大阪府東大阪市の近畿大学構内土壤中の自然放射性核種濃度の測定結果および濃度の経時変化を Table 19, Fig. 25 に示した。これによると、Pb-212(Th) は 39～111Bq/kg の範囲に変動し、平均濃度は 73.2 ± 15.5 Bq/kg で、Pb-214(U) については 18～38Bq/kg、平均濃度は 30.4 ± 5.1 Bq/kg であった。兵庫県川西市の土壤について核種分析を行った結果 (Table 18)、Th 系列の Pb-212 濃度の変動範囲は、27～32Bq/kg、平均値 30Bq/kg、U 系列の Pb-214 の変動範囲は 19～23Bq/kg、平均値 21Bq/kg と低いレベルであった。Table 20 は調査した地域の土壤中の U, Th 系列の崩壊生成核種についてその濃度の変動範囲と平均濃度をまとめたものである。これによると東大阪市（原研）の土壤中の核種濃度と各採取場所の核種濃度を比較すると、Th 系列の Pb-212 についてはほぼ同じレベルであったが、川西市については若干低く、三朝温泉および池田鉱泉若干高く、同じ東大阪市でも異なることが分かった。U 系列の Pb-214 については三朝地域の土壤と東大阪の土壤との比は 1.3 と若干高い程度であった。

池田鉱泉地域の土壤については Th 系列 Pb-212 については対照地域（東大阪）と比較すると若干高いレベルであったが、U 系列 Pb-214 については鉱泉近くの旅館内の土壤については対照地域の数倍であった。民家については U 系列 Pb-214 は若干高いレベルであった。

Table 19 東大阪における土壤試料中の γ 放射性核種濃度

試料採取年月	K-40	Th系列			U系列			Cs-137	
		Pb-212	Tl-208	Ac-228	Pb-214	Bi-214	Ra-226		
1990	5	735 \pm 12.2	87.1 \pm 1.24	73.0 \pm 1.80	69.0 \pm 2.14	34.4 \pm 1.16	29.4 \pm 1.12	75.7 \pm 8.67	1.58 \pm 0.48
	7	702 \pm 26.6	84.3 \pm 2.61	58.8 \pm 3.69	64.3 \pm 4.57	35.4 \pm 2.47	30.3 \pm 2.45	74.0 \pm 17.4	ND
	10	682 \pm 13.4	97.0 \pm 1.44	73.4 \pm 2.04	74.9 \pm 2.47	34.3 \pm 1.33	30.4 \pm 1.28	93.0 \pm 10.0	1.80 \pm 0.59
1991	1	782 \pm 14.3	93.7 \pm 1.45	72.2 \pm 2.07	72.3 \pm 2.50	36.8 \pm 1.39	34.7 \pm 1.34	72.3 \pm 10.3	3.38 \pm 0.59
	4	709 \pm 12.5	85.7 \pm 1.30	68.0 \pm 1.80	—	34.1 \pm 1.20	30.3 \pm 1.20	69.0 \pm 8.90	3.93 \pm 0.52
	7	817 \pm 13.1	72.1 \pm 1.30	56.8 \pm 1.90	—	33.8 \pm 1.30	28.3 \pm 1.30	66.6 \pm 9.70	6.76 \pm 0.60
	10	753 \pm 14.2	61.9 \pm 1.30	47.6 \pm 1.80	—	26.0 \pm 1.30	23.5 \pm 1.20	60.9 \pm 9.80	6.69 \pm 0.60
1992	1	658 \pm 10.0	65.0 \pm 1.00	47.7 \pm 1.40	—	28.2 \pm 1.00	26.5 \pm 0.98	67.2 \pm 8.20	7.20 \pm 0.48
	4	758 \pm 14.2	67.6 \pm 1.30	50.3 \pm 1.90	—	31.2 \pm 1.30	25.6 \pm 1.20	56.7 \pm 9.80	6.05 \pm 0.61
	7	760 \pm 12.7	57.8 \pm 1.10	45.1 \pm 1.60	—	26.1 \pm 1.10	23.7 \pm 1.10	58.2 \pm 8.60	4.54 \pm 0.50
	10	689 \pm 12.9	44.8 \pm 1.10	33.0 \pm 1.60	—	20.1 \pm 1.10	19.4 \pm 1.10	44.8 \pm 8.70	5.25 \pm 0.52
1993	4	714 \pm 6.74	78.8 \pm 0.72	58.6 \pm 1.02	58.0 \pm 1.16	33.2 \pm 0.79	30.5 \pm 0.71	69.8 \pm 6.57	1.57 \pm 0.34
	6	695 \pm 17.0	77.0 \pm 1.70	59.0 \pm 2.40	—	33.0 \pm 1.70	30.0 \pm 1.40	119 \pm 12.0	—
	7	714 \pm 13.7	73.0 \pm 1.34	58.2 \pm 1.94	55.1 \pm 2.28	30.6 \pm 1.30	28.7 \pm 1.26	92.2 \pm 9.94	3.31 \pm 0.56
	10	695 \pm 16.7	77.4 \pm 1.66	59.1 \pm 2.38	59.6 \pm 2.85	33.0 \pm 1.63	30.3 \pm 1.38	80.9 \pm 12.1	3.61 \pm 0.71
1994	1	687 \pm 13.9	73.8 \pm 1.33	57.0 \pm 1.91	56.0 \pm 2.29	30.5 \pm 1.25	24.9 \pm 1.20	63.6 \pm 9.27	2.83 \pm 0.53
	4	582 \pm 14.0	86.7 \pm 1.50	66.7 \pm 2.14	55.8 \pm 2.46	31.1 \pm 1.37	25.8 \pm 1.32	88.8 \pm 10.7	ND
	7	785 \pm 9.42	94.6 \pm 1.14	76.1 \pm 1.52	76.5 \pm 1.84	35.8 \pm 1.11	34.5 \pm 0.93	84.4 \pm 8.66	3.75 \pm 0.48
	10	724 \pm 12.3	39.0 \pm 0.98	30.3 \pm 1.41	27.6 \pm 1.64	18.4 \pm 1.01	15.1 \pm 0.95	52.8 \pm 7.90	4.25 \pm 0.46
1995	1	807 \pm 14.5	51.0 \pm 1.21	36.9 \pm 1.71	37.8 \pm 2.05	18.8 \pm 1.20	16.1 \pm 1.12	40.7 \pm 9.46	1.90 \pm 0.53
	4	530 \pm 15.3	76.5 \pm 1.58	58.8 \pm 2.26	63.4 \pm 2.72	31.1 \pm 1.56	25.1 \pm 1.46	81.4 \pm 12.2	2.26 \pm 0.66
	7	752 \pm 13.5	61.9 \pm 1.22	48.6 \pm 1.76	51.4 \pm 2.13	25.7 \pm 1.22	22.4 \pm 1.16	60.8 \pm 9.42	3.89 \pm 0.54
	10	506 \pm 12.6	65.6 \pm 1.35	51.6 \pm 1.94	52.6 \pm 2.30	28.8 \pm 1.37	23.6 \pm 1.26	64.5 \pm 10.5	2.79 \pm 0.56
1996	1	703 \pm 10.0	67.8 \pm 0.97	51.2 \pm 1.37	50.8 \pm 1.63	28.4 \pm 0.98	24.7 \pm 0.92	55.7 \pm 7.69	3.05 \pm 0.43
	4	656 \pm 20.6	62.5 \pm 2.85	19.3 \pm 1.93	ND	30.5 \pm 2.96	29.0 \pm 2.47	ND	3.21 \pm 0.97
	7	779 \pm 15.6	66.9 \pm 2.62	17.4 \pm 1.04	ND	23.6 \pm 2.38	ND	81.6 \pm 24.0	ND
	10	826 \pm 18.9	82.6 \pm 3.69	21.6 \pm 1.17	ND	31.5 \pm 2.41	ND	103 \pm 25.0	ND
1997	1	830 \pm 10.1	111 \pm 1.58	29.3 \pm 0.74	ND	38.1 \pm 2.41	ND	107 \pm 15.0	ND
	4	613 \pm 21.3	57.4 \pm 5.06	22.2 \pm 1.47	ND	34.0 \pm 3.01	27.0 \pm 2.28	95.5 \pm 27.1	ND
	7	633 \pm 26.5	72.0 \pm 2.53	22.0 \pm 1.51	71.6 \pm 6.21	31.1 \pm 2.74	ND	ND	ND
	12	682 \pm 32.0	76.2 \pm 2.12	23.0 \pm 1.39	67.6 \pm 5.07	34.7 \pm 3.46	32.1 \pm 2.20	81.6 \pm 25.5	ND
平均		708 \pm 79.1 11.2%	73.2 \pm 15.5 21.2%	48.2 \pm 18.0 37.4%	59.1 \pm 12.7 21.5%	30.4 \pm 5.07 16.7%	26.7 \pm 4.84 18.1%	74.5 \pm 18.5 24.9%	3.80 \pm 1.69 44.4%

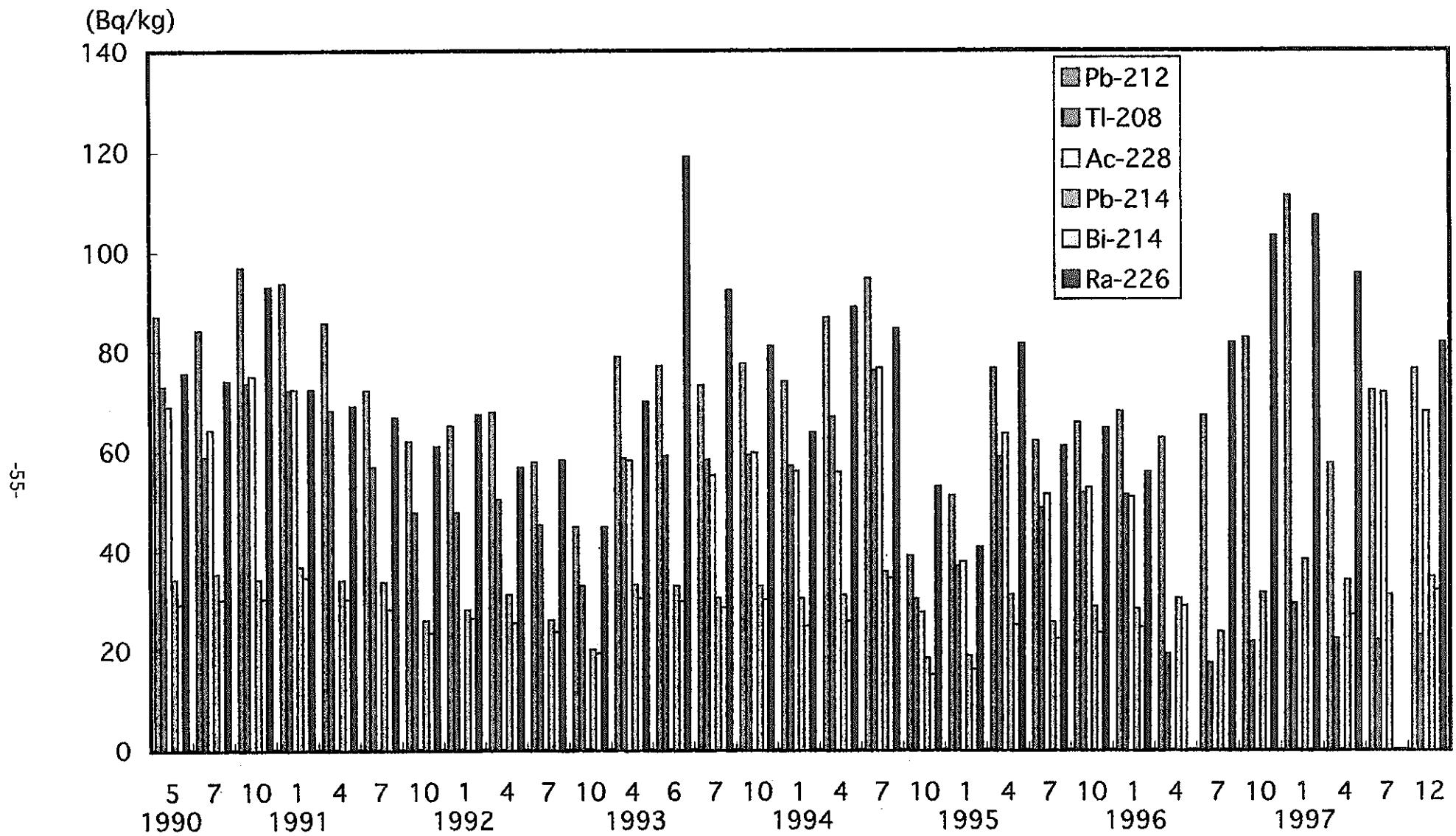


Fig. 25 東大阪における土壤試料中の γ 放射性核種濃度

Table 20 地域別の土壤試料中のU, Th崩壊生成核種濃度

	n	Pb-212 (Th)	(相対値)	Pb-214 (U)	(相対値)	Th/U比
三朝温泉	(32)	71.4 ± 28.7 31 ~ 149	1.6	40.1 ± 19.8 18 ~ 98	1.8	1.78
ウラン露頭 発見地	(3)	43 ± 30 24 ~ 77	1.0	1229 ± 349 827 ~ 1450	54.0	0.035
池田鉱泉	旅館 (18)	65.6 ± 76.8 24 ~ 365	1.5	153.8 ± 227.1 11 ~ 840	6.8	0.43
	民家 (16)	44.2 ± 16.7 31 ~ 99	1.0	34.2 ± 12.9 20 ~ 66	1.5	1.29
奈良県奈良市	(6)	51.0 ± 15.6 40 ~ 81	1.2	30.3 ± 13.9 18 ~ 57	1.3	1.68
奈良県奈良市	(3)	44.2 ± 8.7 35 ~ 52	1.0	28.0 ± 8.0 20 ~ 36	1.2	1.58
有馬温泉	(6)	44.6 ± 17.1 23 ~ 69	1.0	30.2 ± 8.7 19 ~ 41	1.3	1.48
川西市	(4)	29.6 ± 2.3 27 ~ 32	0.67	20.9 ± 1.9 19 ~ 23	0.92	1.42
福井県敦賀	(1)	68.5 ± 1.76 68.5 ~ 68.5	1.6	38.6 ± 1.72 38.6 ~ 38.6	1.7	1.77
北海道モッタ温泉 (石, 湯の花)	(2)	— 86.1 ~ 1650		— 31.7 ~ 1300		2.00
東大阪市 (近大)	(19)	74.6 ± 15.9 39 ~ 97	1.7	30.8 ± 5.1 18 ~ 37	1.4	2.42
東大阪市 (原研)	(5)	44.0 ± 12.8 27 ~ 57	1.0	22.7 ± 5.6 15 ~ 28	1.0	1.94

Th 崩壊生成核種／U 崩壊生成核種比は東大阪については 2.0～2.4 であったのに比べて池田鉱泉地域の旅館では Th/U 比は 0.43 と、U 系列崩壊生成核種の方が逆に高く 2.5 倍となった。人形峠のウラン鉱床露頭発見の地の土壤については採取場所の違いによって差はあるが、対照地域の Pb-214 量との相対値では 54 となった。東大阪市の近大構内の経時変化を調べた土壤は原研構内の土壤と比較して調べた結果 Pb-212 濃度は 27～57Bq/kg の範囲に変動し、平均濃度は 44.0Bq/kg で、Pb-214 濃度は 15～28Bq/kg、平均濃度は 22.7Bq/kg であった。これより、人形峠露頭発見の地はウラン鉱床で、池田鉱泉はラジウム鉱泉であるので、いずれもウラン系核種が高いことと一致している。

3.8.5 池田鉱泉地域の水中の γ 放射性核種

池田鉱泉地域の水中の放射性核種分析を Table 21, Fig.26 に示したが、試料水 500ml についての蒸発乾固物について測定を実施したので検出限界値近くのレベルで、感度が悪いが溶解性の高いウランの崩壊生成核種 (Pb-214, Ra-226) の検出が認められた。

核種分析において、Ra-226 濃度については測定を行っている 186keV の同じエネルギーの位置に U-235 の γ 線も放出している。Ra-226 は U-238 と平衡になつているとすると Ra-226 の放射能は 186keV のピークの放射能濃度の約 0.6 となると思われるがここでは核種分析値の Ra-226 値はすべて見かけ上の値として補正せずにそのまま今回は示した。

尚、土壤試料の γ 線エネルギースペクトルの内、三朝地域について添付図として Fig.A1～A4, 池田鉱泉地域における試料の γ 線エネルギースペクトルを Fig.B1～B12, 奈良地域の試料は Fig.C1～C9, 有馬温泉地域の試料は Fig.D1～D7, 川西地域の試料は Fig.E1～E4, 敦賀市の試料は Fig.F1, 北海道モッタ温泉地域の試料は Fig.G1～G2 に示した。

4. まとめ

環境中にはカリウム-40 をはじめウラン系列、トリウム系列などの自然放射性核種が広く分布しているが、一様な分布はしていないことから大地よりの環境 γ 線として、またラドンの発生源として種々の形態で生活環境に関与し時間的にも空間的にも大きく変動している。わが国では一般的に、花崗岩地域が多い西日本では放

Table 21 池田鉱泉地域の水中の γ 放射性核種濃度

(Bq/l)

測定場所	測定日	測定時間	重量 (s)	高さ (l)	K-40 1460.7keV	Be-7 477.6keV	Pb-212 (Th) 238.6keV	Tl-208 (Th) 583.2keV	Ac-228 (Th) 911.2keV	Pb-214 (U) 351.9keV	Bi-214 (U) 609.3keV	Ra-226 (U) 186.0keV	Cs-137 661.6keV
岩室 石水	97.1.9	80000	0.5	2	0.141 ± 1.10	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
山水 飲料水	97.1.10	80000	0.5	1	0.113 ± 1.09	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
原水	97.1.12	250000	0.5	1	0.112 ± 0.46	ND	0.229 ± 0.075	ND	ND	ND	ND	3.270 ± 0.971	ND
川水	97.1.13	80000	0.5	1	0.118 ± 0.99	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
さわらび駐車場 湿水(1)	97.1.14	80000	0.5	1	0.114 ± 0.88	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
駐車場 奥 湿水(2)	97.1.16	80000	0.5	1	0.096 ± 1.25	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
8号泉	97.1.18	270000	0.5	1	0.137 ± 0.53	ND	ND	ND	ND	0.286 ± 0.090	ND	4.02 ± 1.23	ND
3号泉	97.1.21	80000	0.5	1	0.166 ± 1.09	ND	ND	ND	ND	0.856 ± 0.257	ND	5.41 ± 1.78	ND

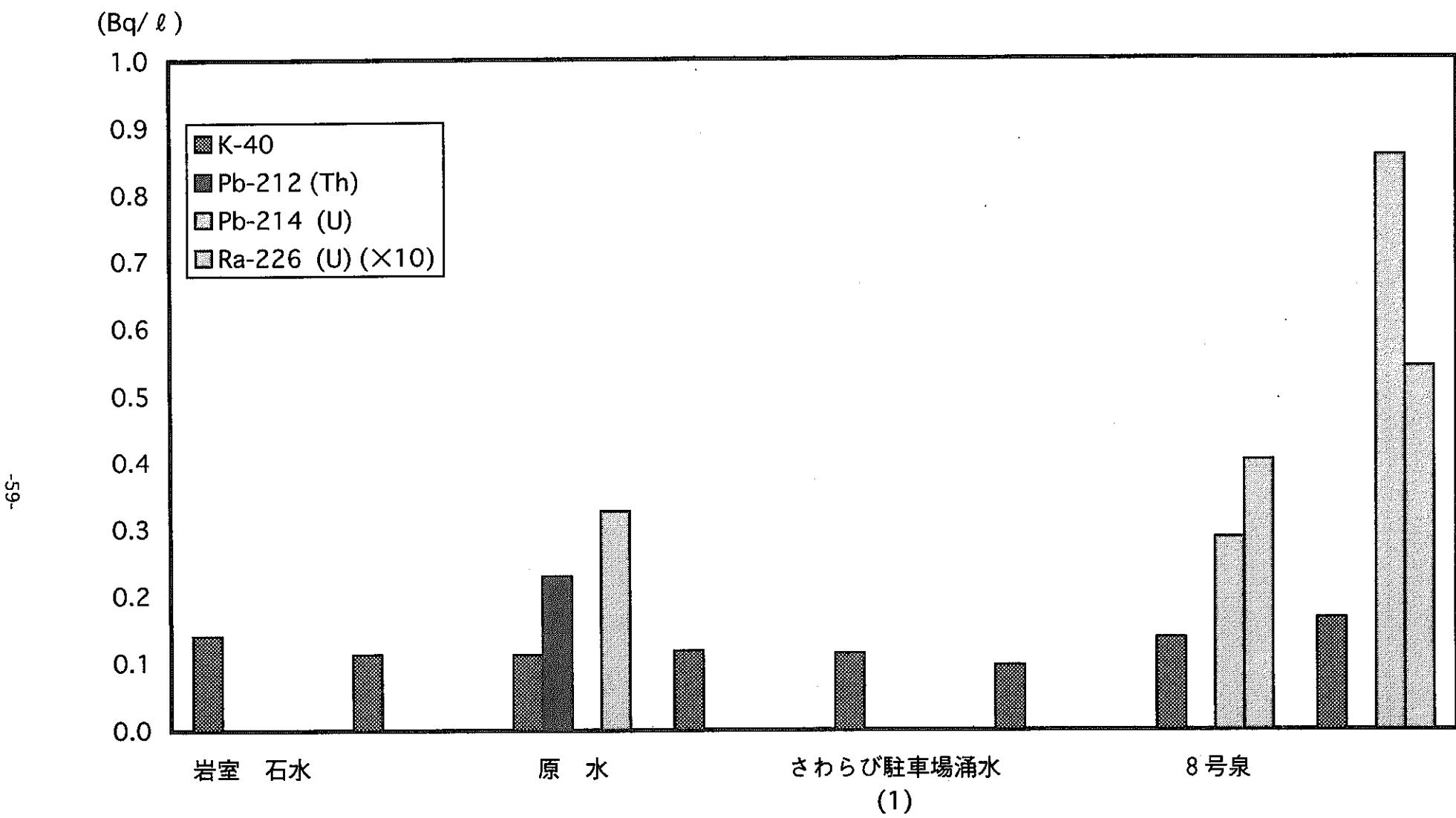


Fig. 26 池田鉱泉地域における水中の γ 放射性核種濃度

射線量率は高いので、自然放射線に対する理解を深め、花崗岩などの高自然放射線地域における自然放射性核種の挙動と分布を明らかにするために環境調査を行う。調査する地域としては、特に、中国地方の花崗岩地域である島根県太田市池田鉱泉地域、鳥取県東伯郡三朝温泉地域、近畿地方で奈良県奈良市鉢伏地域、奈良県宇陀郡室生地域、兵庫県神戸市有馬温泉、兵庫県川西市及び対照地域としては東大阪市を含む大阪府周辺とし、ラドンおよび崩壊生成核種を含む自然放射性核種の環境中における挙動と分布に関する検討を行ったので、その結果を報告する。

(1) ラドンの測定は、長い設置期間が必要だが取扱が容易なカップ式ラドン・トルンモニタ、活性炭捕集によるピコラド法および 300 ml容のシンチセルの瞬時捕集によるパイロンラドンモニタ等の方法により検討した。積分型ラドンモニタは固体飛跡検出器として硝酸セルロース（コダック社製 LR-115 type2）を用いた。ラドンモニタのそれぞれの特性により、カップ法は 3 ヶ月間設置捕集のため最小検出限界が高く感度が悪いが、設置期間の平均濃度が得られ、他の方法では 24 時間又は瞬時の短期間の平均ラドン濃度となる。ピコラド法は検出器が小さく、捕集も容易で簡便な測定で同時に多数測定が可能なため分布図などの作成に有効である。

(2) 三朝温泉地域における 1998 年 12 月まで約 4 年間に実施した空気中ラドン濃度は各地域毎の平均値で、屋外では 2~150Bq/m³、屋内ラドン濃度は 8~194Bq/m³ と幅広く変動し、一般に屋内濃度が屋外濃度より高く、その比は 1.1~2.3 に変動している。測定した地域の内、三朝地区、旭地区（竹田川沿）および竹田地区天神川沿い（竹田川上流の一部）が高く、三朝温泉地区の東南部小鹿地区および三徳地区では低濃度であった。これを地質図と比較して見ると、高ラドン濃度を示した旭、竹田、三朝温泉地域は花崗岩層に位置し、低ラドン濃度を示した小鹿、三徳地域は火山岩（安山岩及び玄武岩）層に位置していることが分った。花崗岩層に位置する地域のラドン濃度は火山岩層に位置するラドン濃度の、屋内においては 2~3 倍、屋外においては 2 倍となり、地層の違いによりラドン濃度が変化することが分った。

(3) 三朝地域、川西市において空気中屋内ラドン濃度の経時変化を観察すると、夏低く冬高くなる。夏期には、気温が高く窓を開放して生活することにより屋外の低濃度の空気により希釈されラドン濃度は低くなるものと思われる。

(4) 島根県池田鉱泉における空気中ラドン濃度は、鉱泉を利用している旅館等と

民家8軒では大きく差があり、民家では比較的低濃度で高い鉱泉源の井戸を持つ民家の近くでの空気中濃度が高く、大きく変動している。飲料水として用いている井戸水は、2~138Bq/l（平均値31Bq/l）、涌水、地下水等はND~4620Bq/l（平均875Bq/l）と採取日又は場所によっても大きく変動していた。

(5) 兵庫県有馬温泉の7源泉の温泉水中の内、岩酸泉源のラドン濃度が26Bq/lで、他は1.1~2.7Bq/lと比較的低レベルであった。

5. 参考文献

- 1) United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation
(UNSCEAR) 1988, 1993 Reports, "Sources, effect and risks of ionizing radiation", United Nations, New York (1997, 1988, 1993)
- 2) 山崎 直, 飯田孝夫, 下 道国, 池辺幸正; 屋外ラドンおよびラドン娘核種濃度の連続測定, 保健物理, 30, 149-154 (1995)
- 3) 山崎 直, 飯田孝夫, 下 道国, 池辺幸正; 昼間と夜間のラドン, トロン娘核種濃度差, Radioisotopes, 44, 251-255 (1995)
- 4) 藤波直人, 江坂 忍; 舞鶴市大気中ラドン濃度変動, 保健物理, 26, 127-128 (1991)
- 5) 下 道国, 飯田孝夫; ラドン・トロンとその娘核種－測定法の現状と課題－, JCAC, No.18, 12-29 (1990)
- 6) 松本 譲, 石橋健夫 他; 標準 γ 線を用いた室内ラドン濃度測定用電離箱の較正法, 続大気中のラドン族と環境放射能, 53-63 (1990)
- 7) 下 道国, 飯田孝夫; ラドンとその娘核種の総合比較, 続大気中のラドン族と環境放射能, 113-118 (1990)
- 8) 森嶋彌重, 古賀妙子, 河合廣, 近藤宗平, 御船政明他; 液体シンチレーションスペクトロメータによるラドンの測定, 環境ラドン, 429-437 (1991)
- 9) T. Koga, H. Morishima, et al. ; Radon measurement Using a Liquid Scintillation Spectrometer, Annual Report of Kinki University Atomic Energy Research Institute, 29, 17-24 (1992)
- 10) 古賀妙子, 稲垣昌代, 森嶋彌重他4名 ; ピコラド検出器を用いた液体シンチレーション計数法による鳥取・三朝地域におけるラドン濃度の測定(3), 近畿大学原子力研究所年報, 33, 11-23 (1996)
- 11) 仲川隆夫他; Radioisotopes, 38, 20 (1989)
- 12) 五十嵐修一他; 福井県衛生研究所報, 28, 88 (1989)
- 13) K. FUJITAKA, S. ABE and K. FUJIMONO ; Analysis of counter map of natural radiation in Japan, J. Nucl. Sci. Technol., 18, 727 (1981)
- 14) K. FUJITAKA, S. ABE and K. FUJIMONO ; Distribution of natural radiation in Japan in relation to geologic properties, J. Nucl. Sci. Technol., 18, 222 (1981)
- 15) K. MEGUMI, T. TSUJIMOTO, T. OKA and K. KATSURAYAMA ; Background radioactivity of soil in Wakasa Area (Southern Fukui Prefecture), Hoken Butsuri., 20, 259 (1985)

添付図

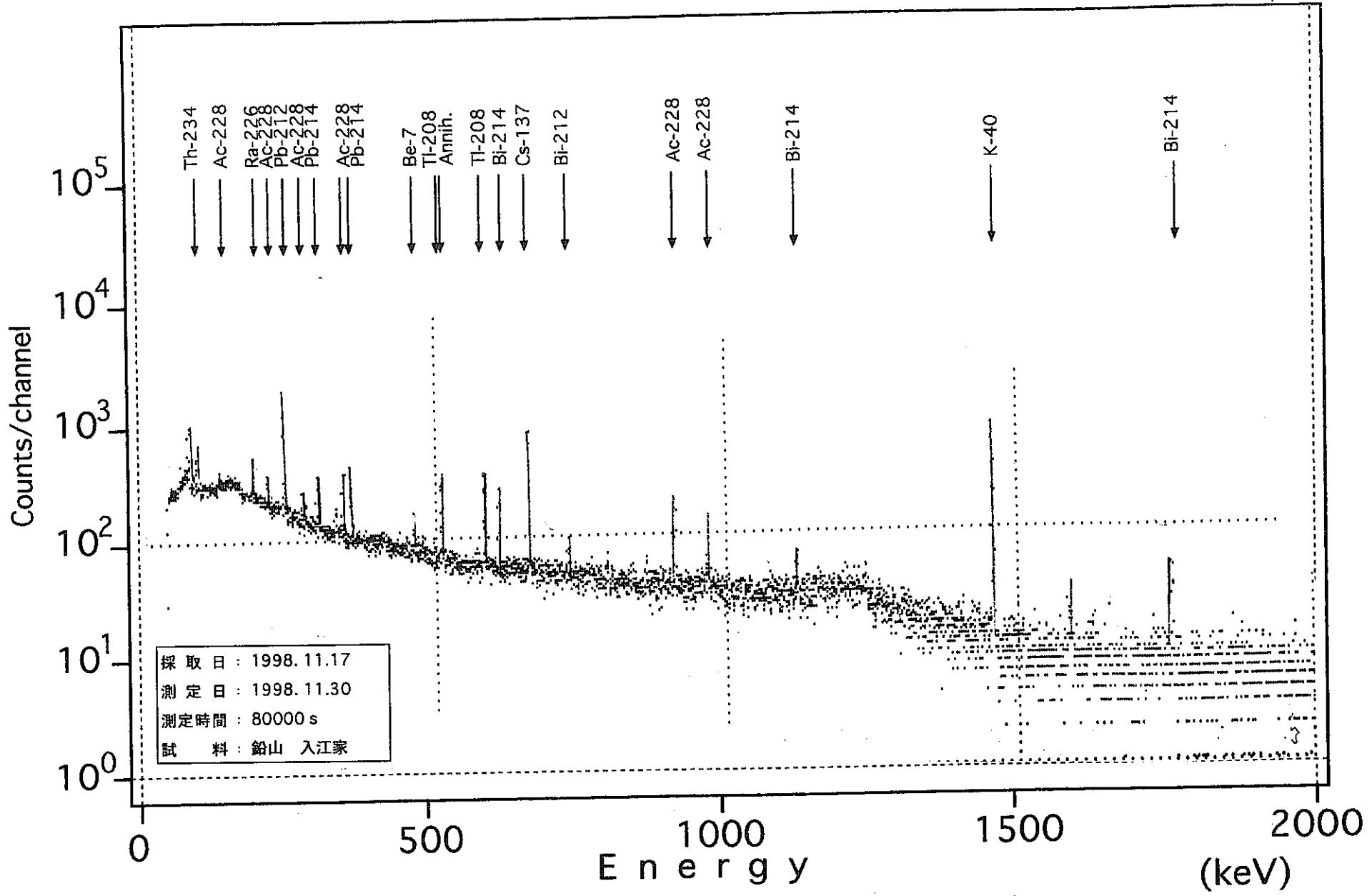


Fig. A1 γ 線エネルギースペクトル

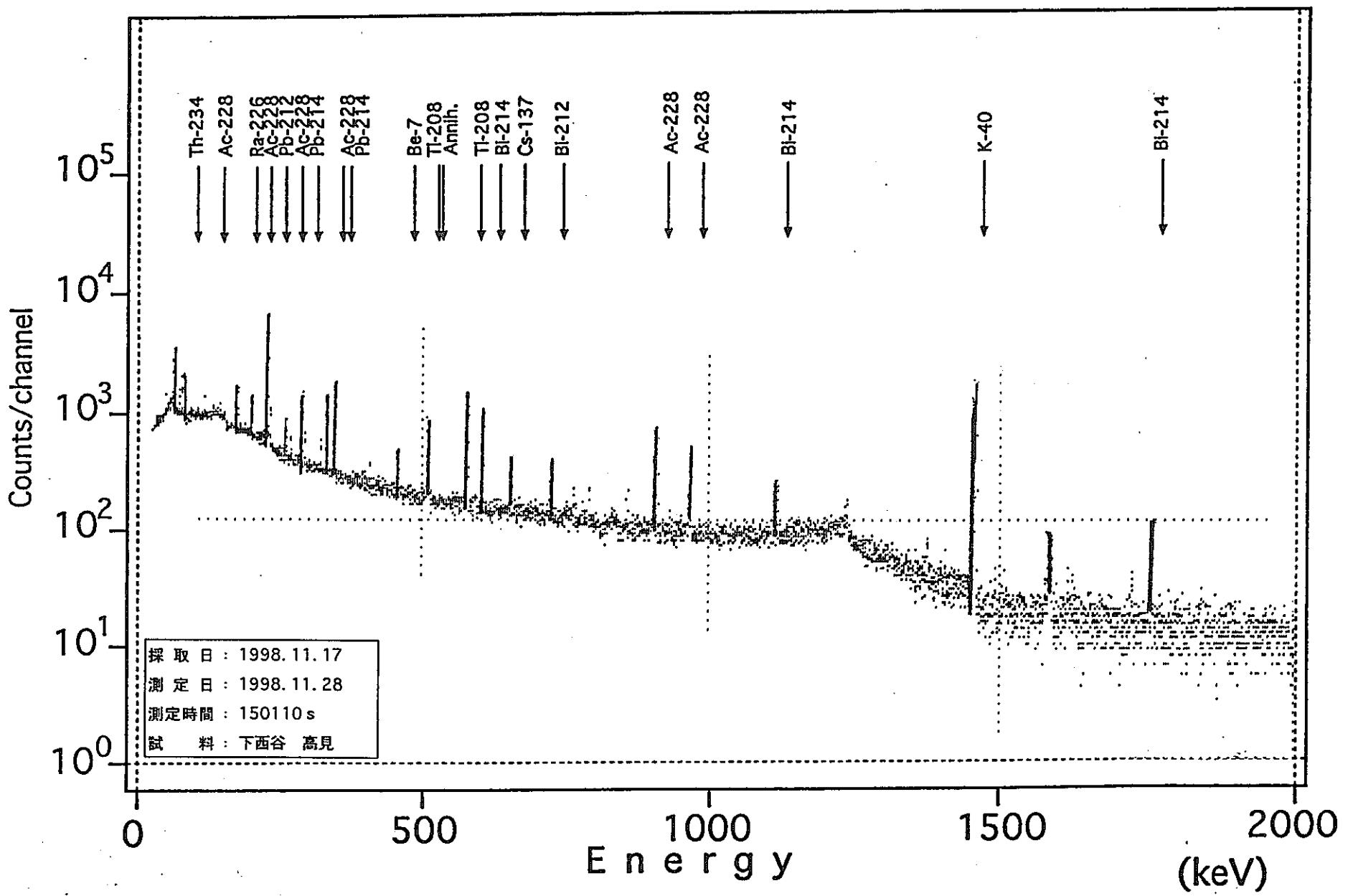


Fig. A2 γ 線エネルギースペクトル

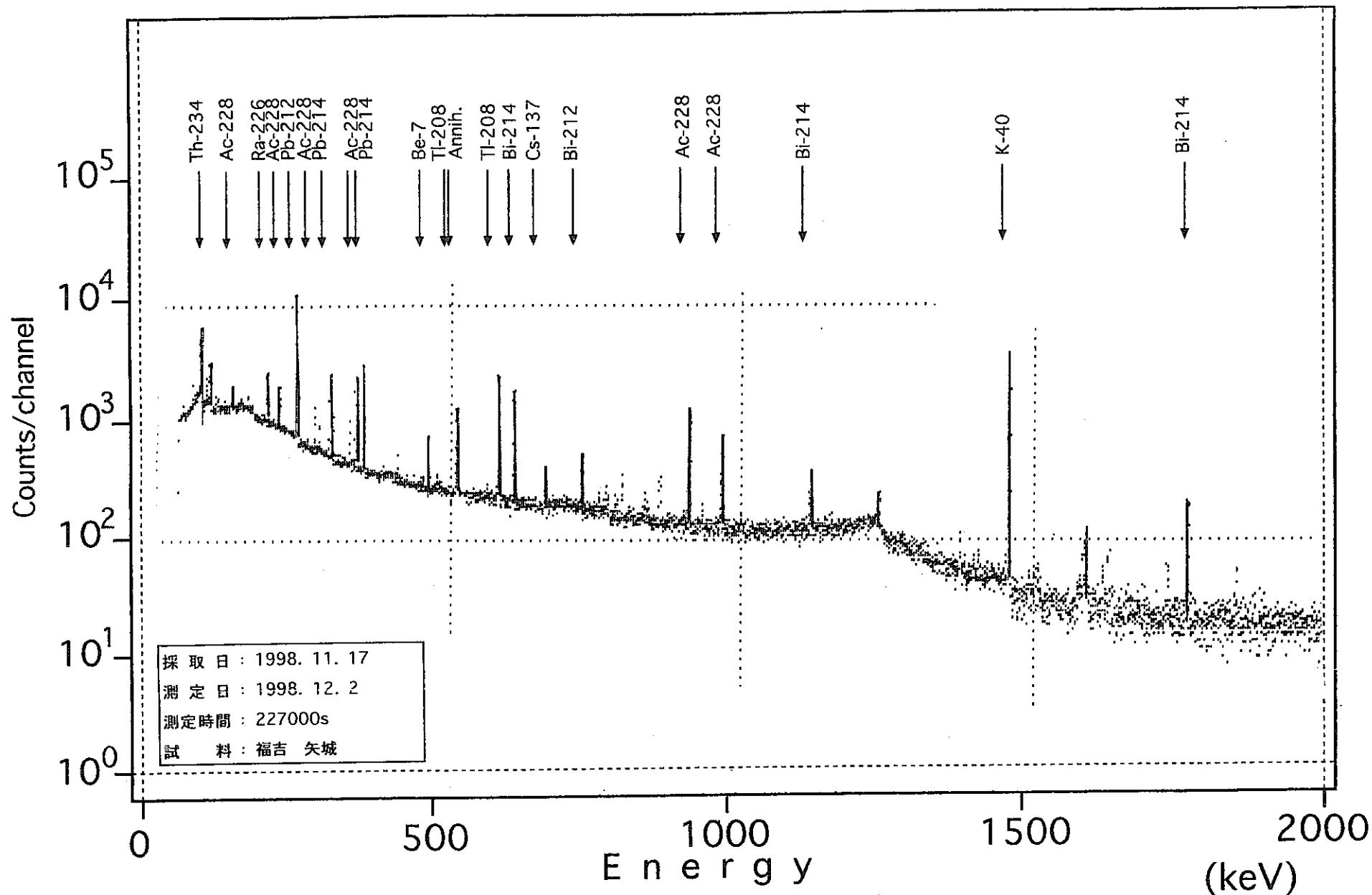


Fig. A3 γ 線エネルギースペクトル

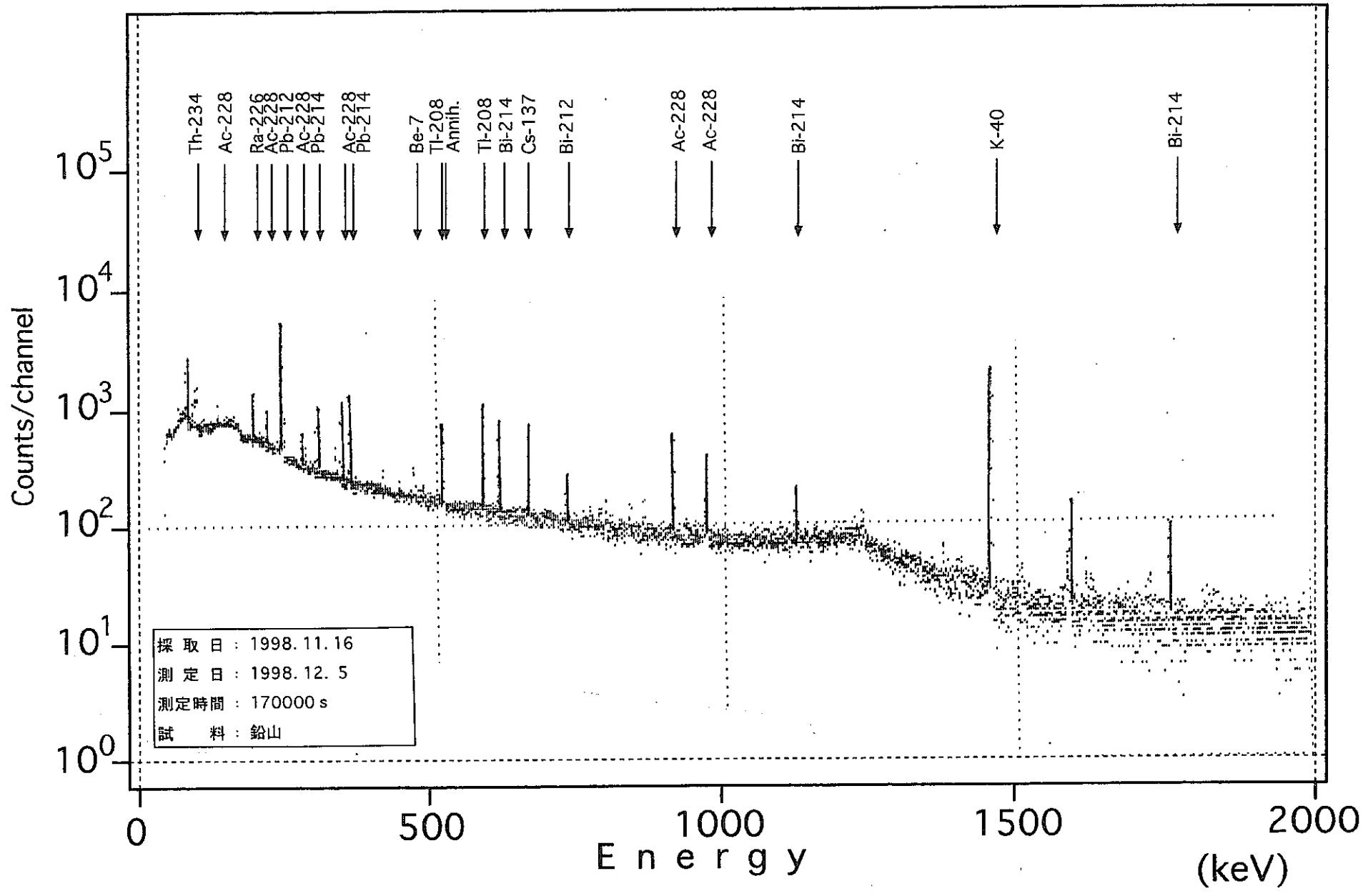


Fig. A4 γ 線エネルギースペクトル

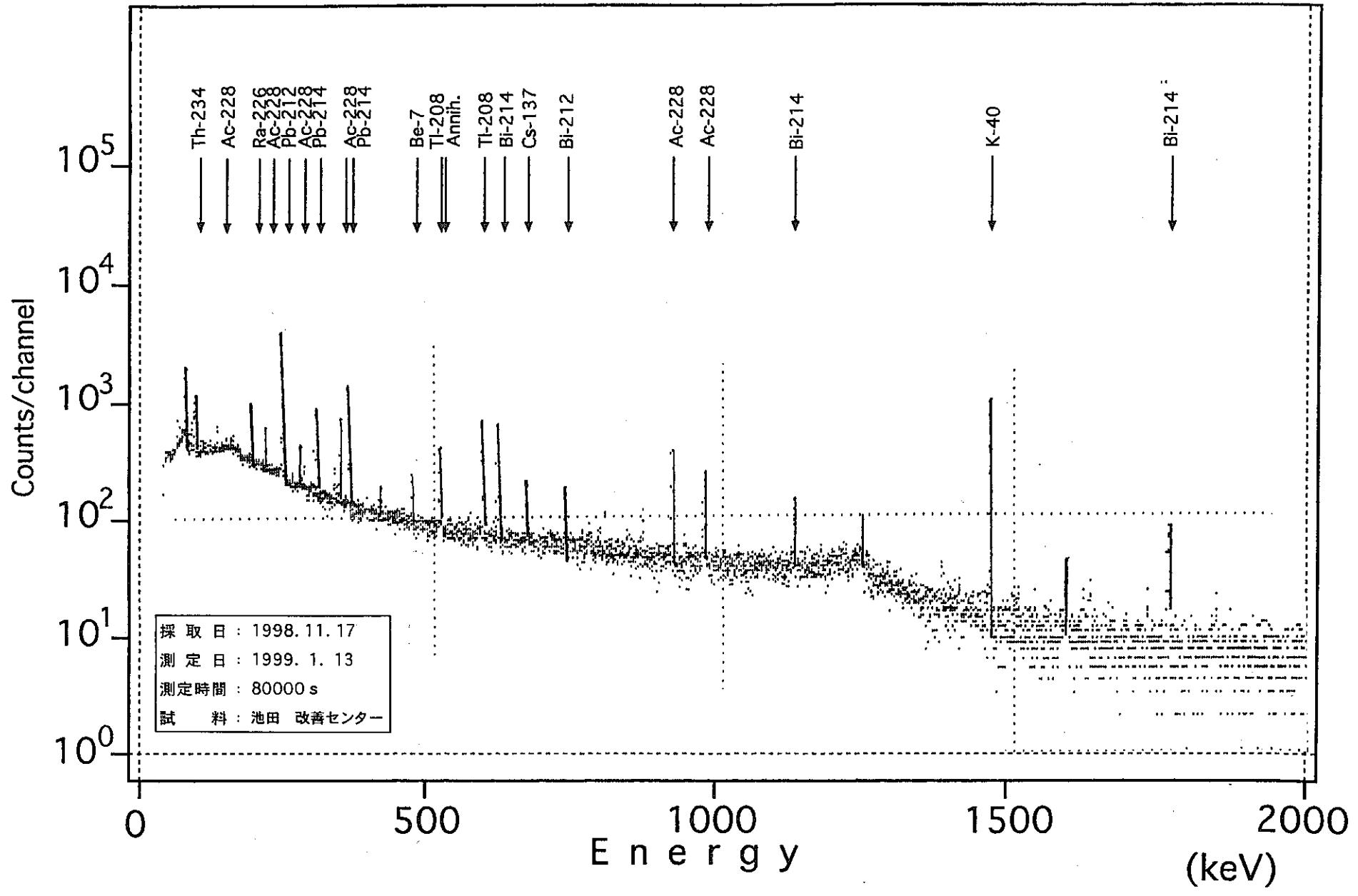


Fig. B1 γ 線エネルギースペクトル

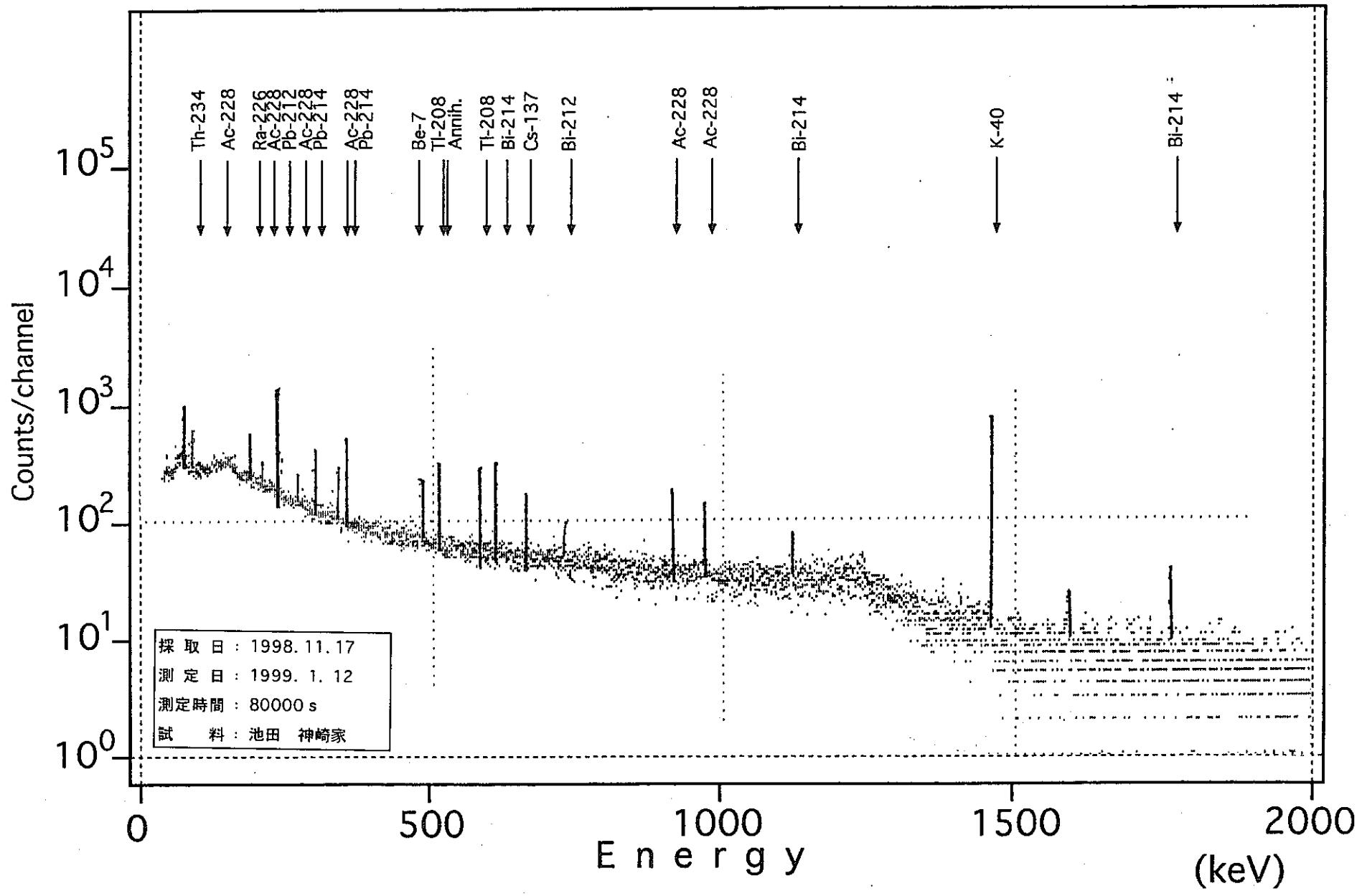


Fig. B2 γ 線エネルギースペクトル

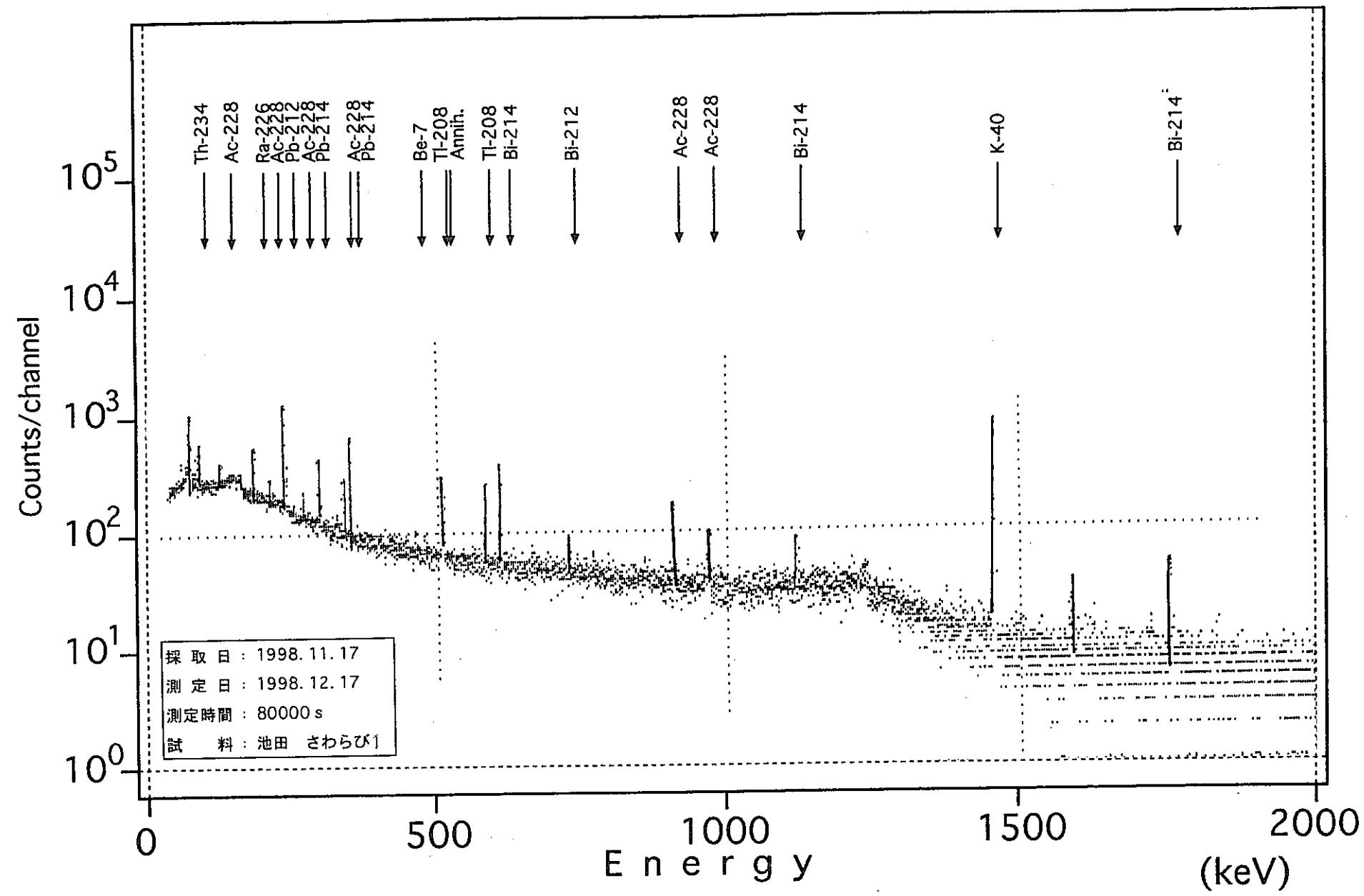


Fig. B3 γ 線エネルギースペクトル

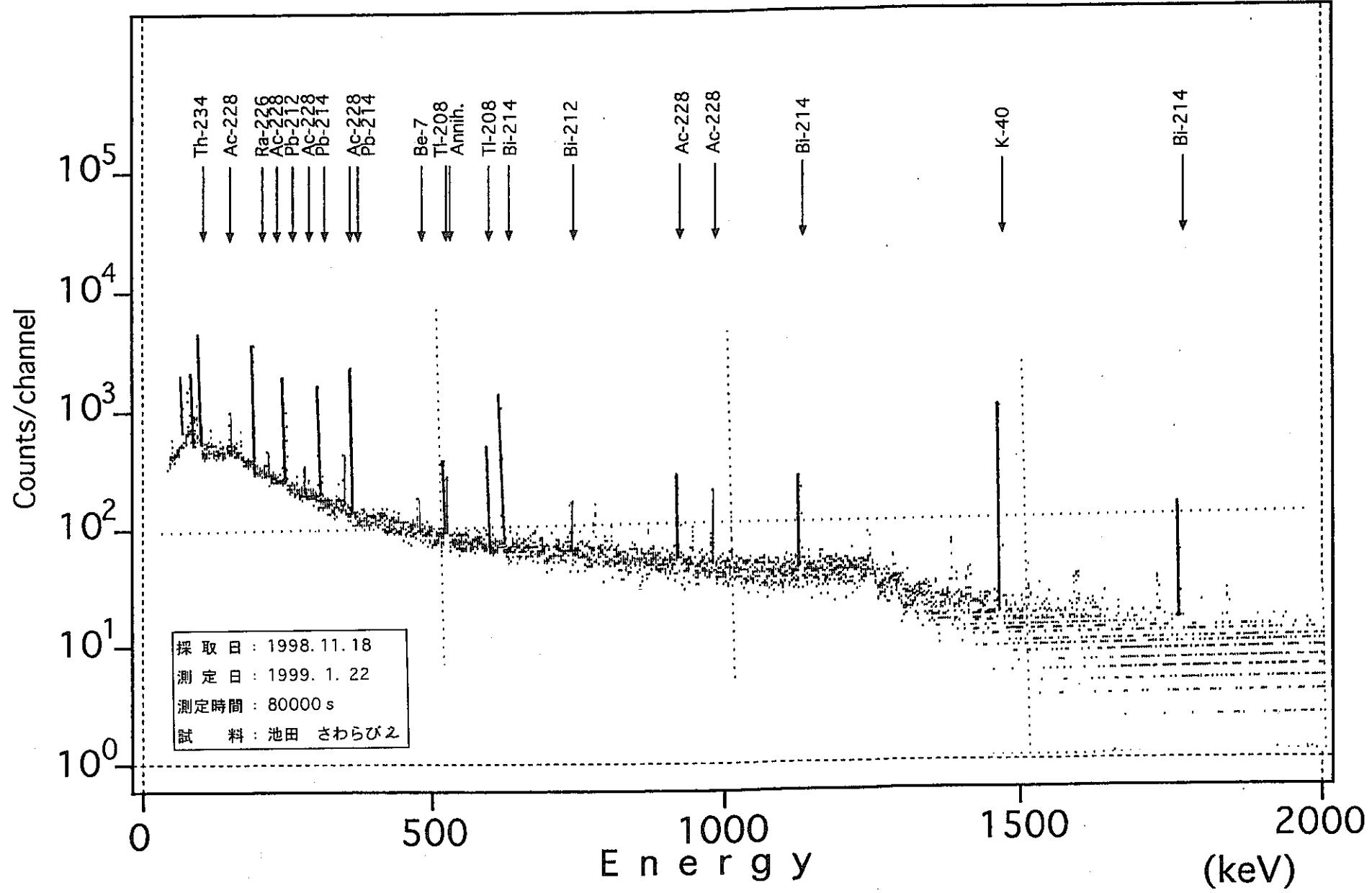


Fig. B4 γ 線エネルギースペクトル

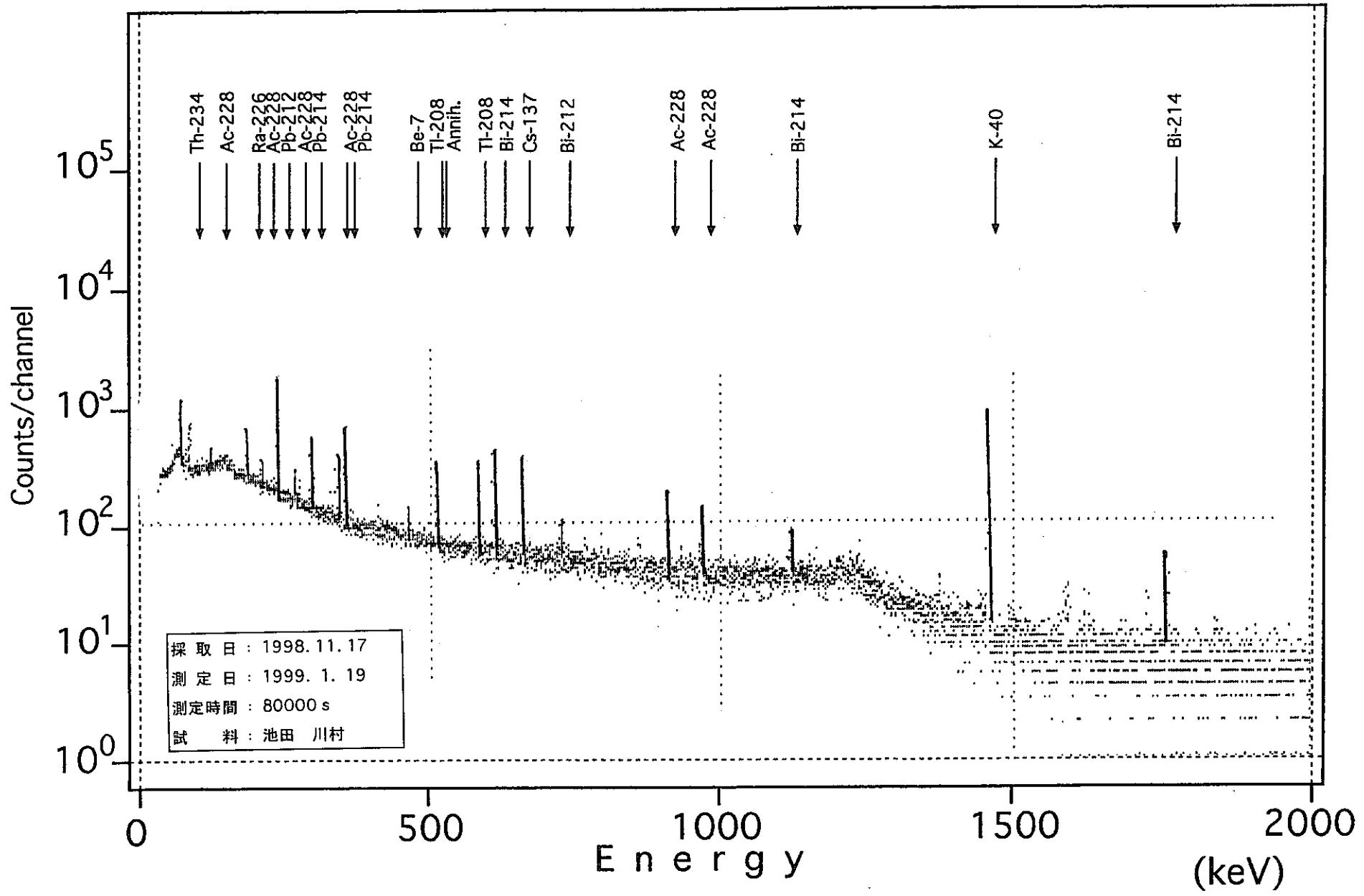


Fig. B5 γ 線エネルギースペクトル

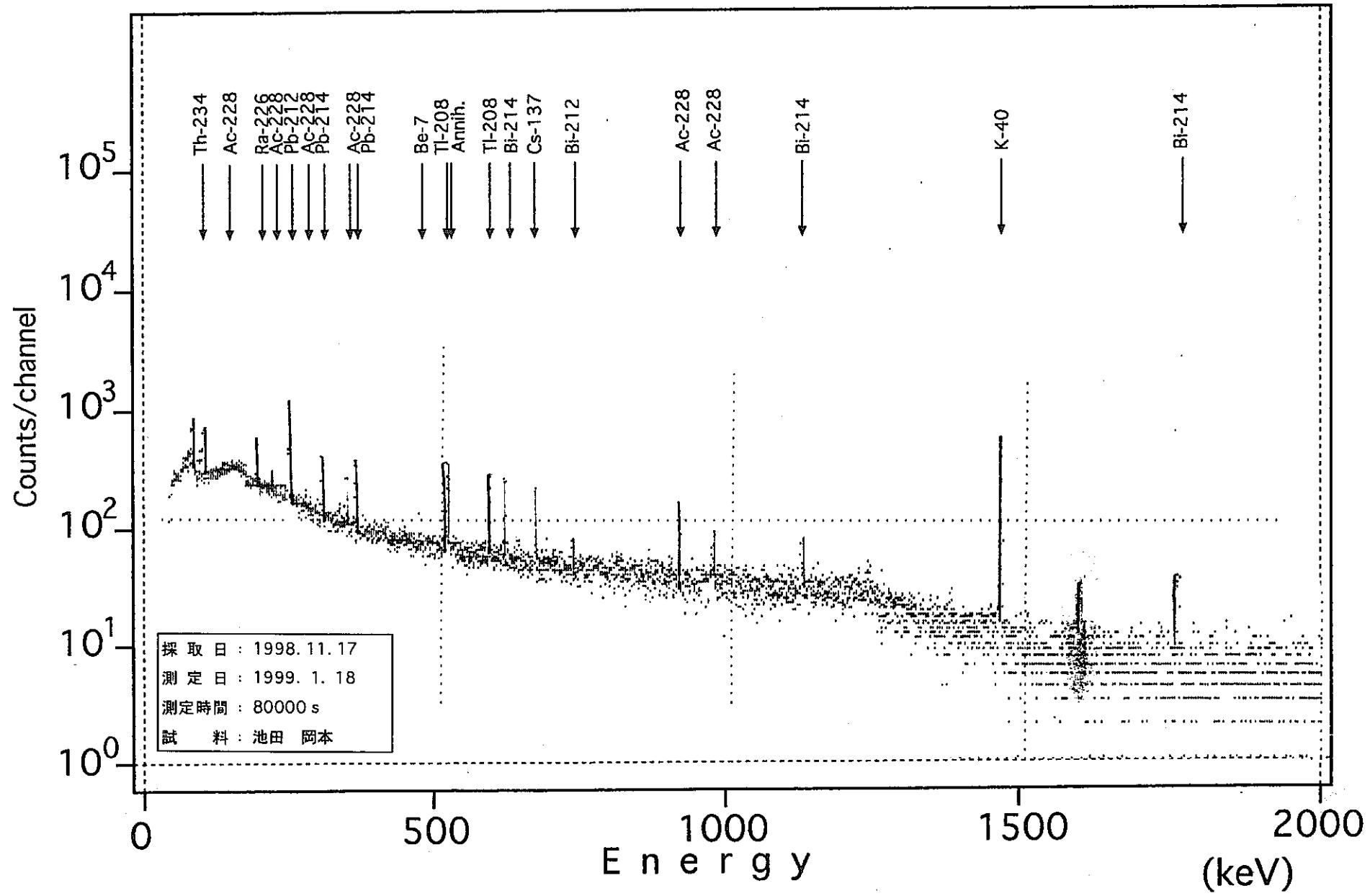


Fig. B6 γ 線エネルギースペクトル

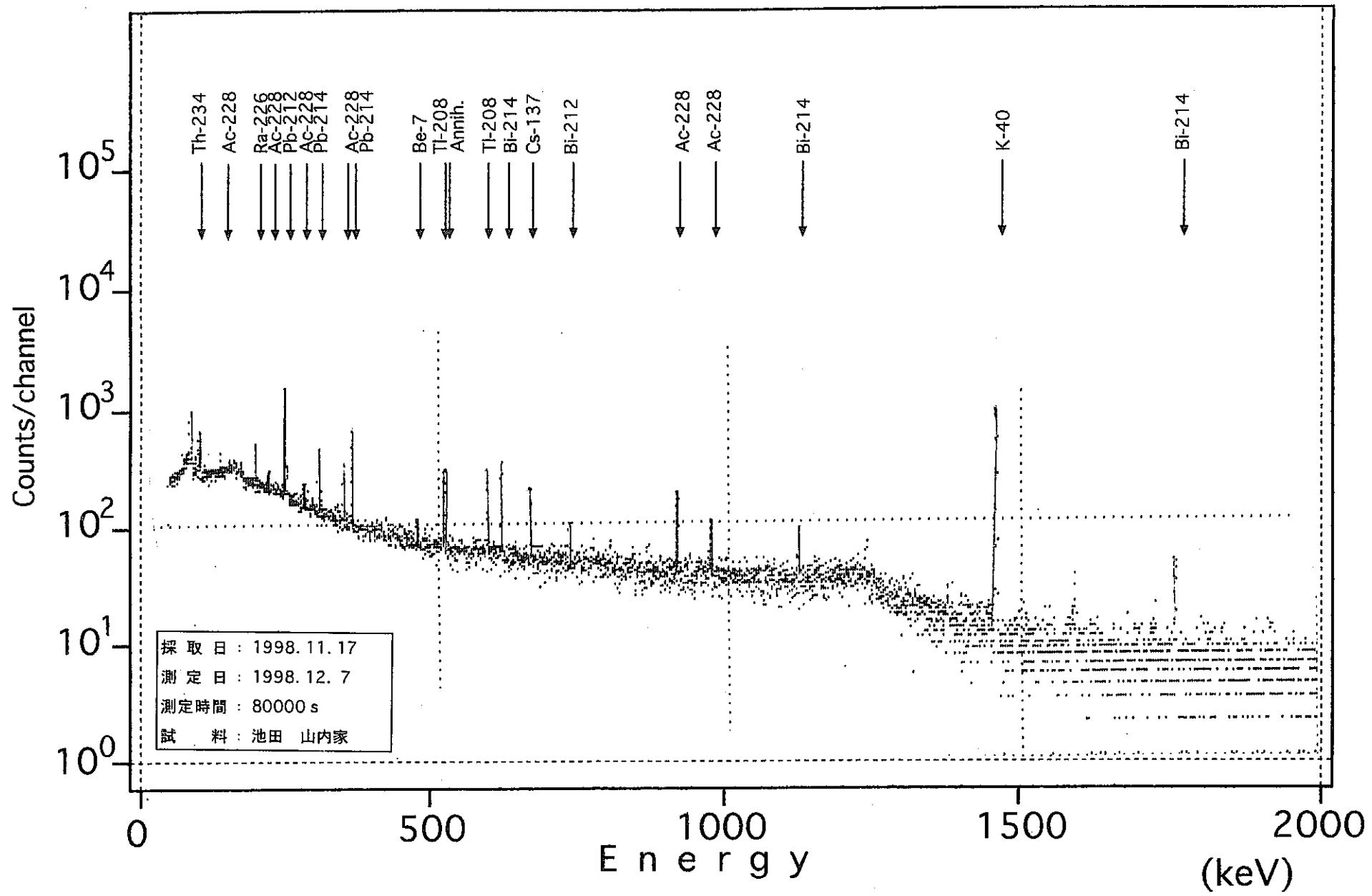


Fig. B7 γ 線エネルギースペクトル

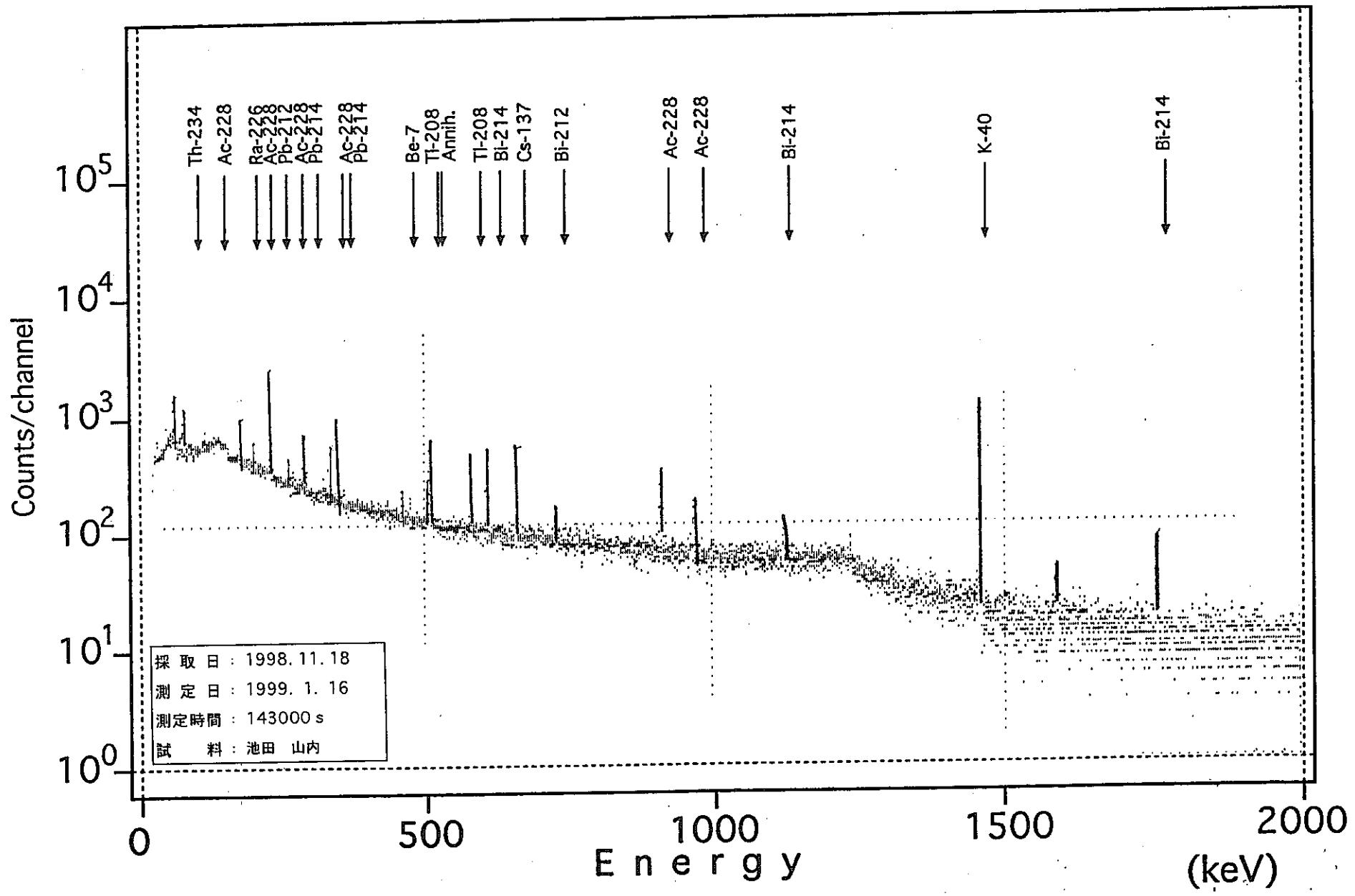


Fig. B8 γ 線エネルギースペクトル

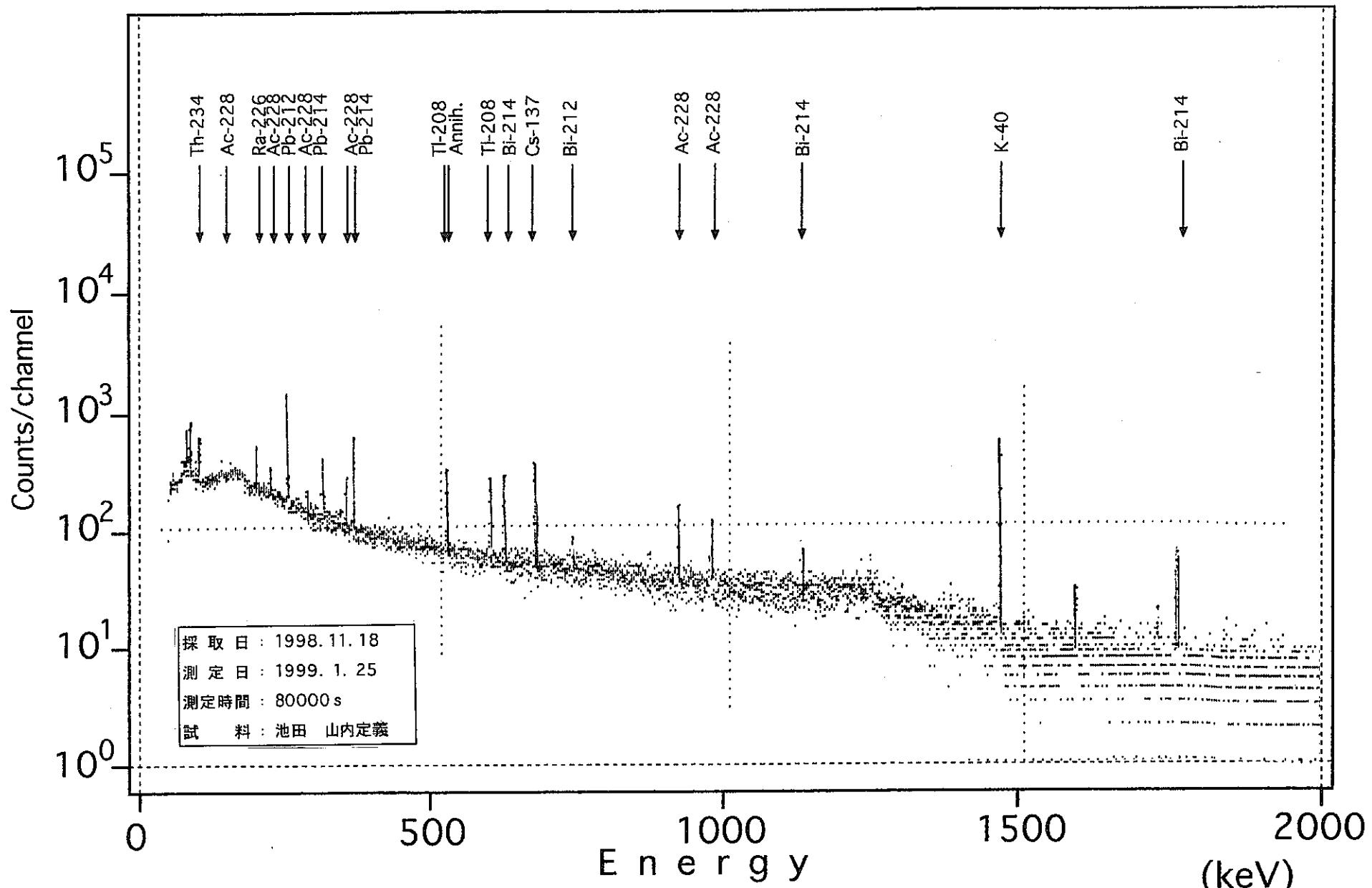


Fig. B9 γ 線エネルギースペクトル

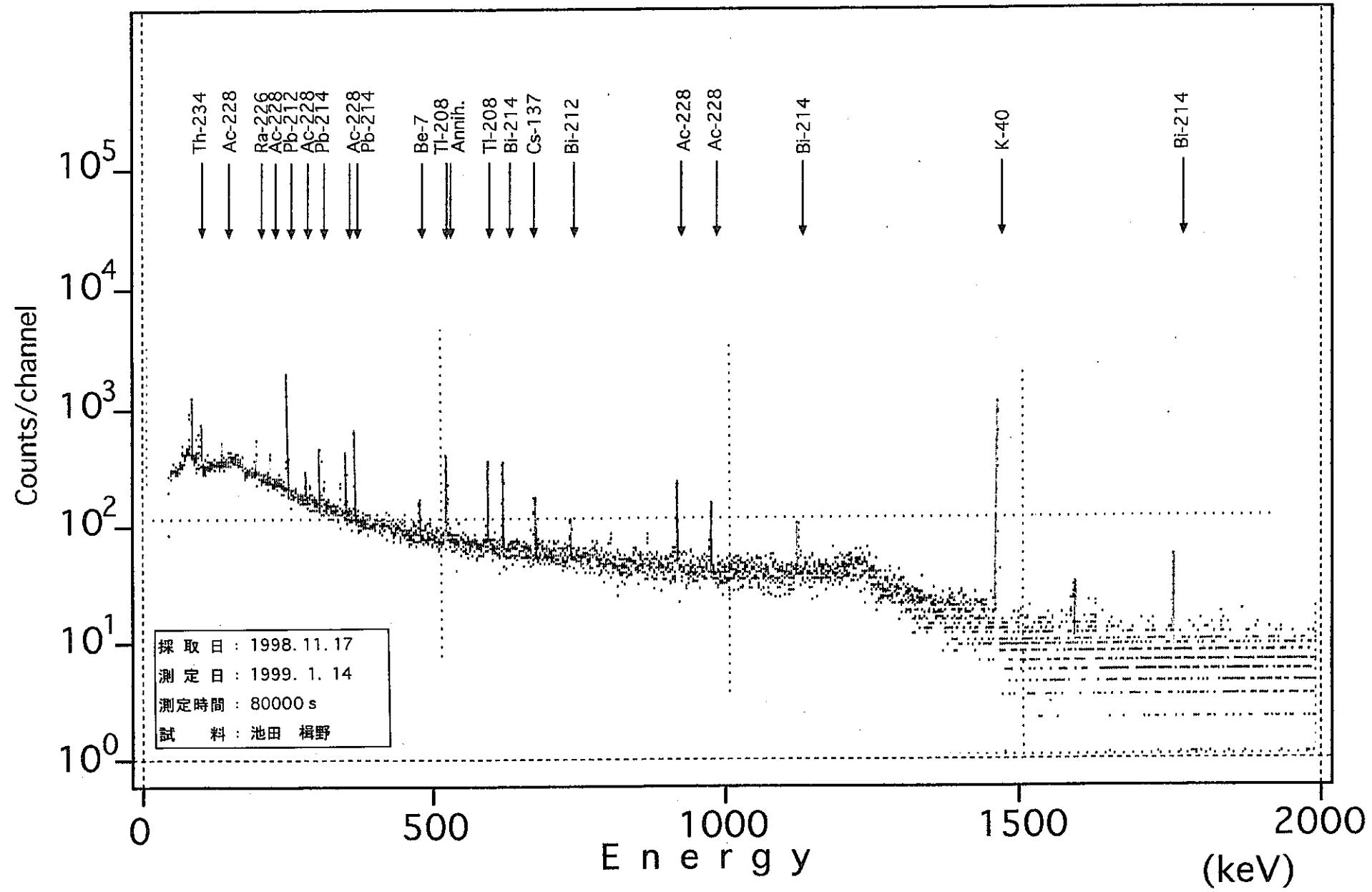


Fig. B10 γ 線エネルギースペクトル

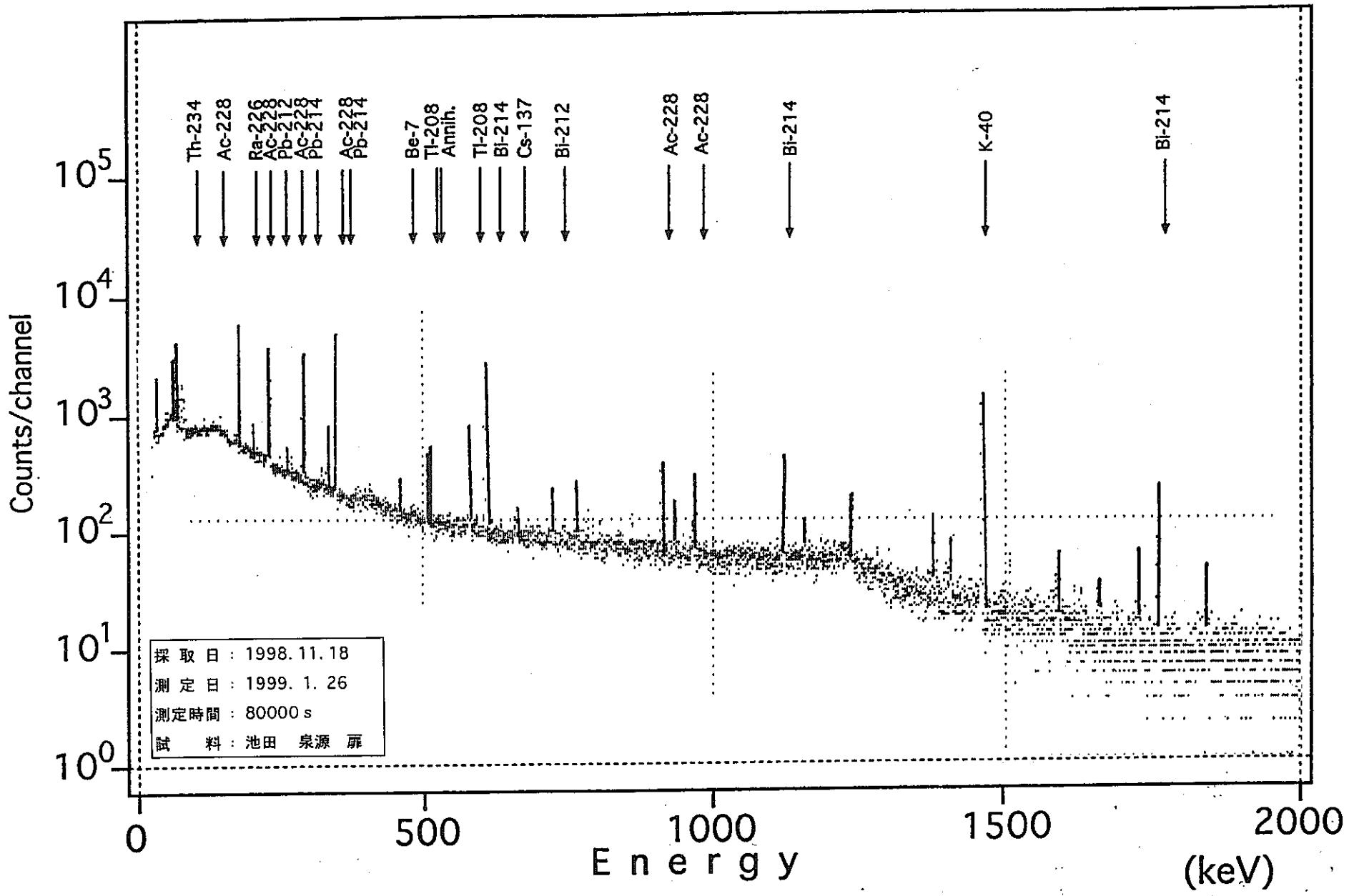


Fig. B11 γ 線エネルギースペクトル

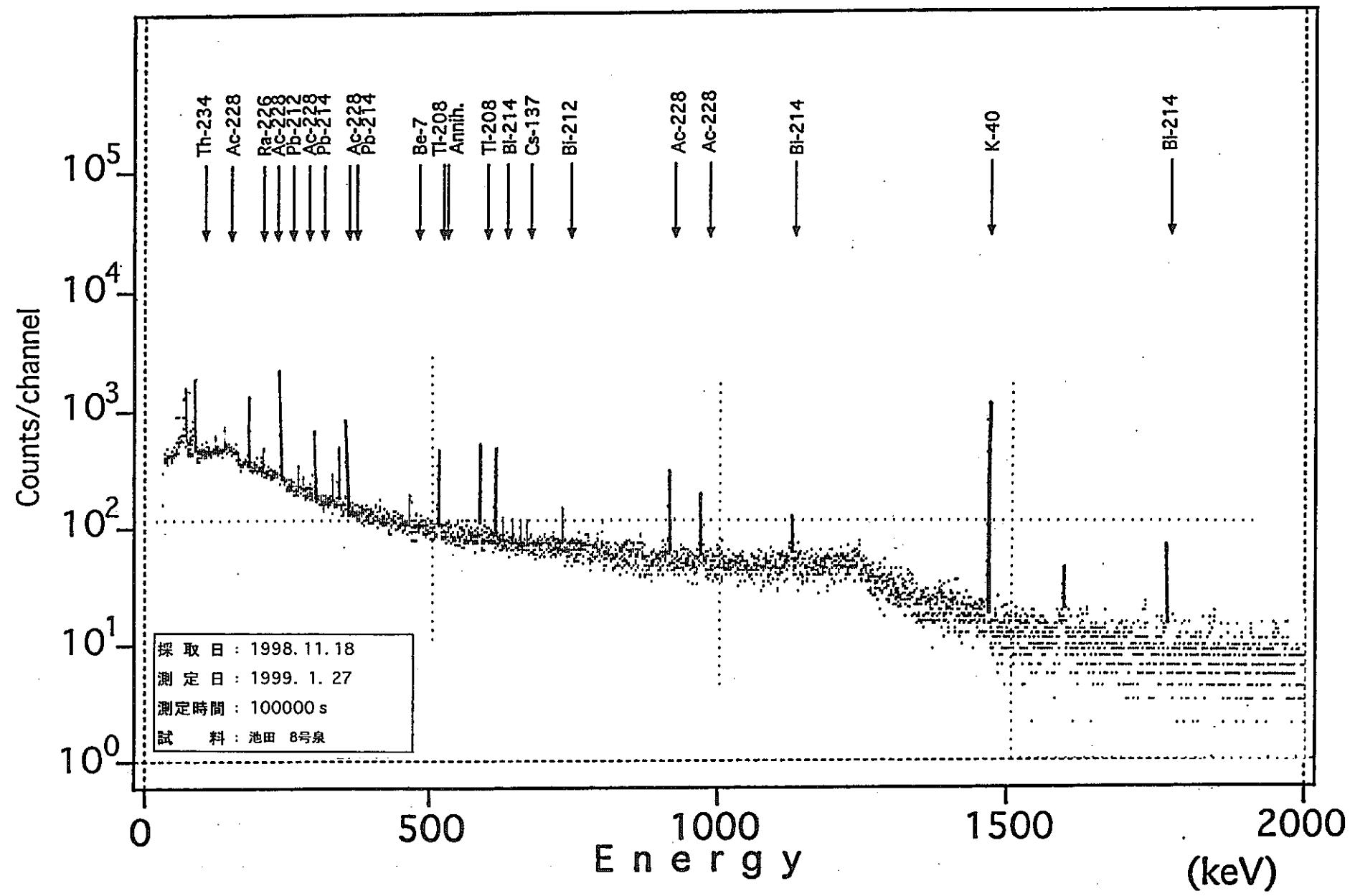


Fig. B12 γ 線エネルギースペクトル

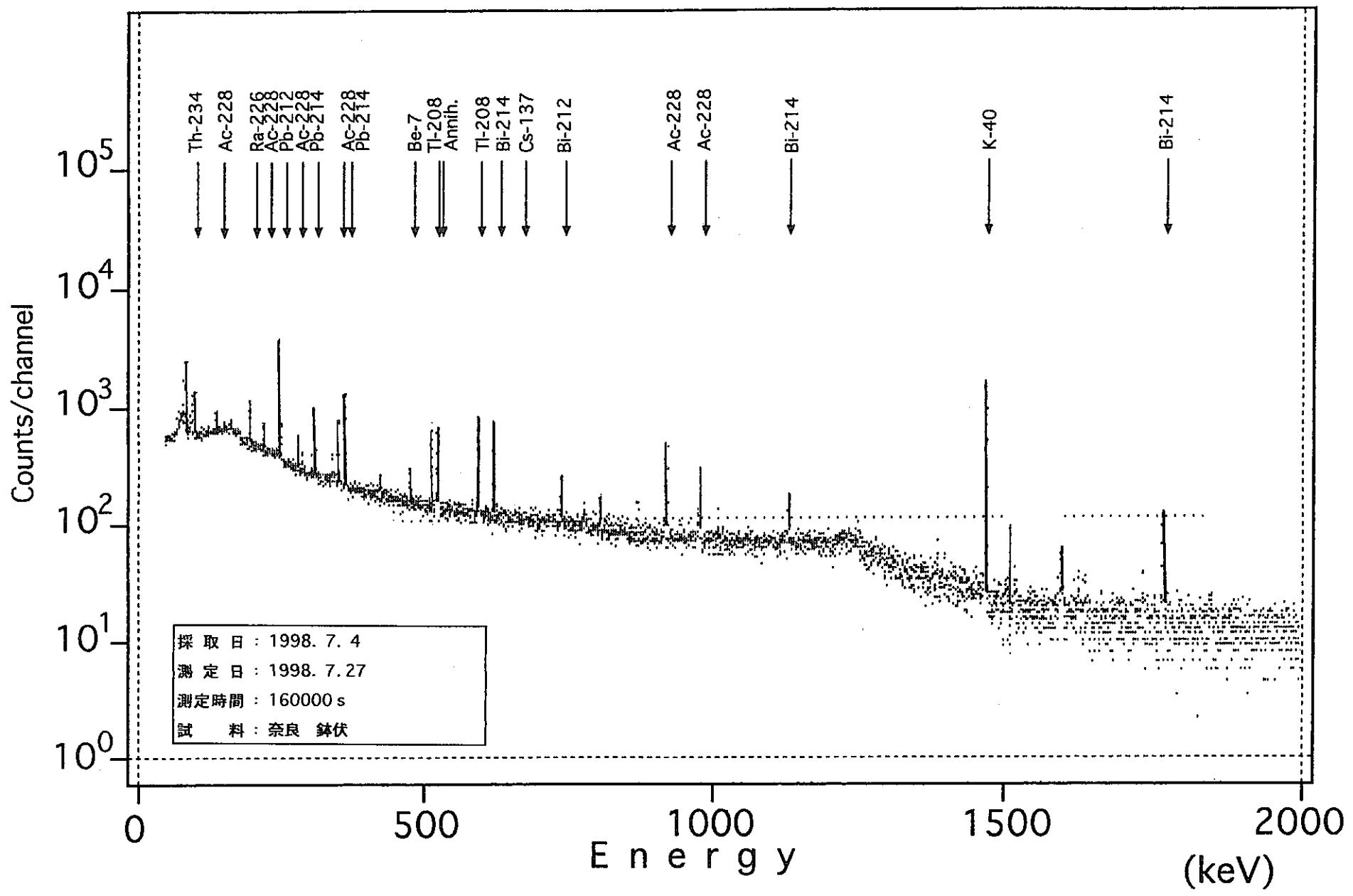


Fig. C1 γ 線エネルギースペクトル

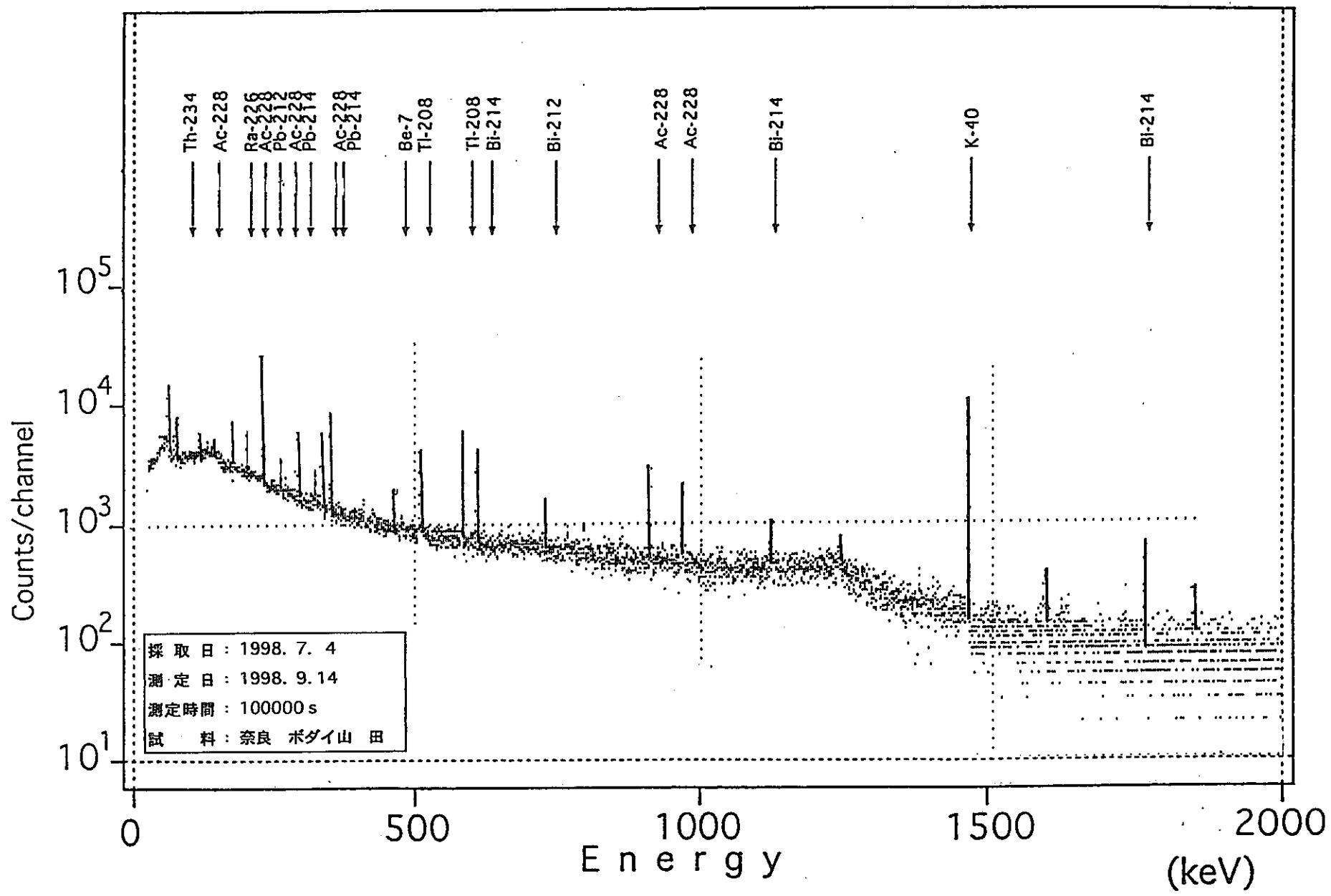


Fig. C2 γ 線エネルギースペクトル

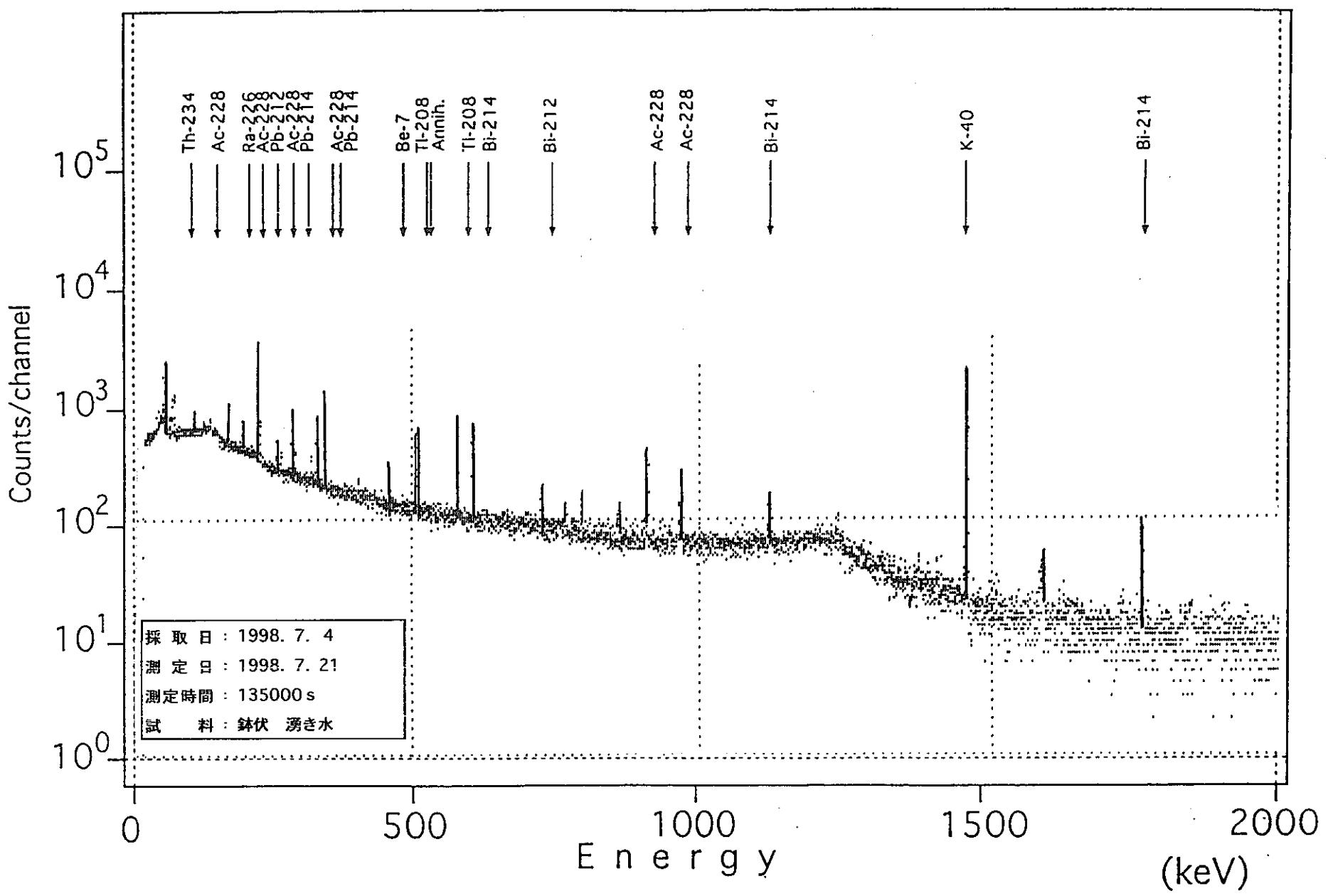


Fig. C3 γ 線エネルギースペクトル

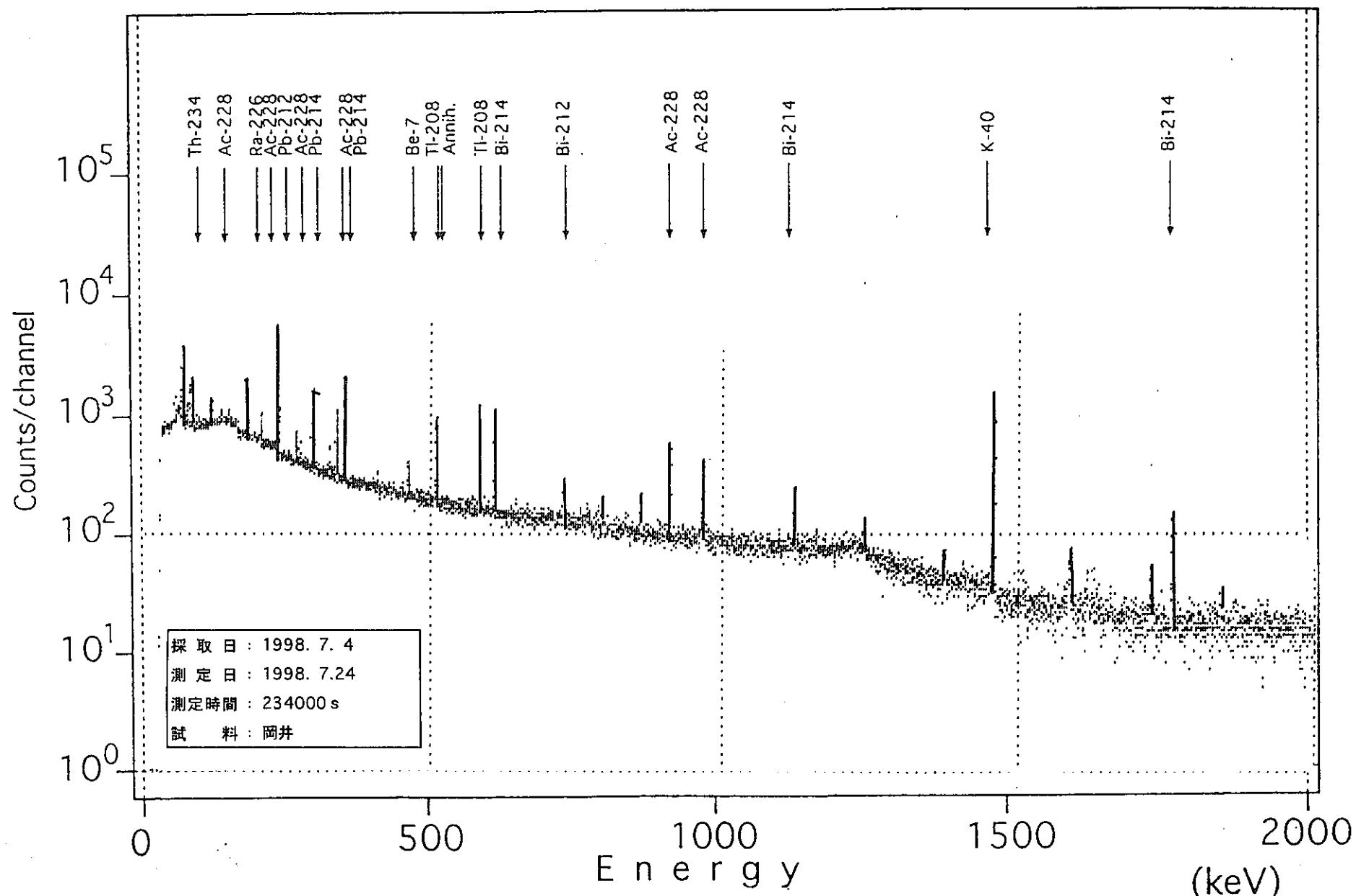


Fig. C4 γ 線エネルギースペクトル

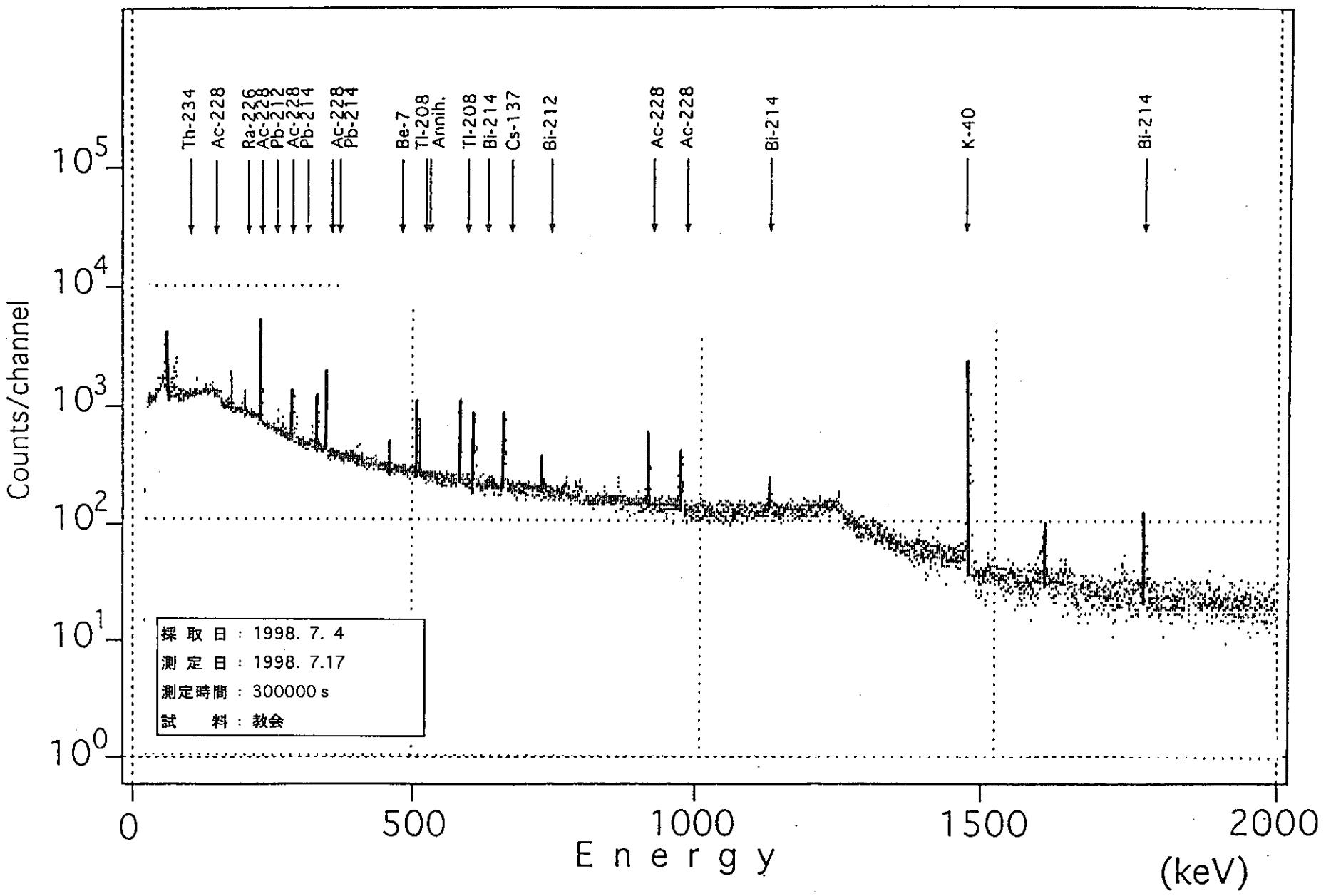


Fig. C5 γ 線エネルギースペクトル

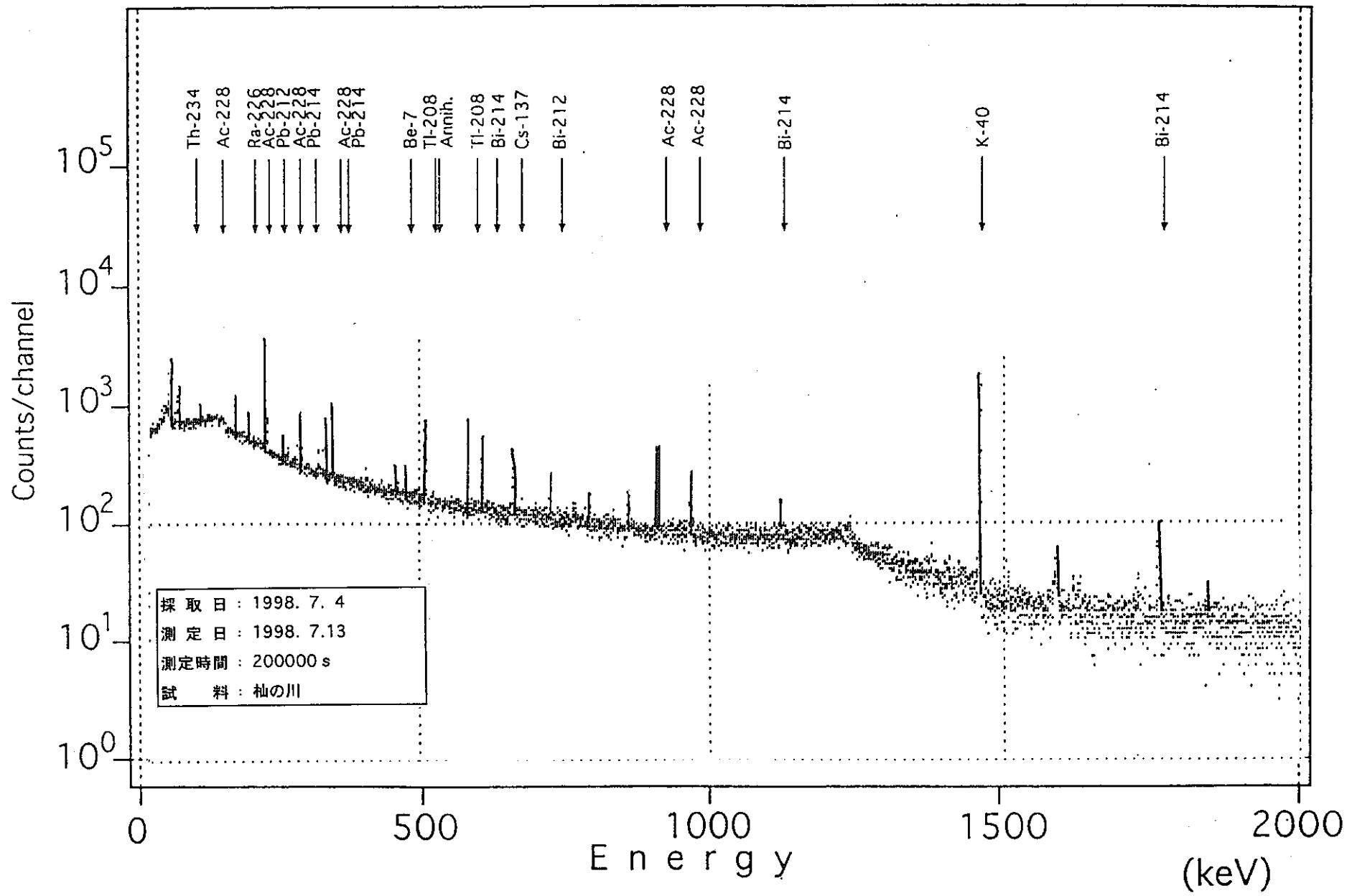


Fig. C6 γ 線エネルギースペクトル

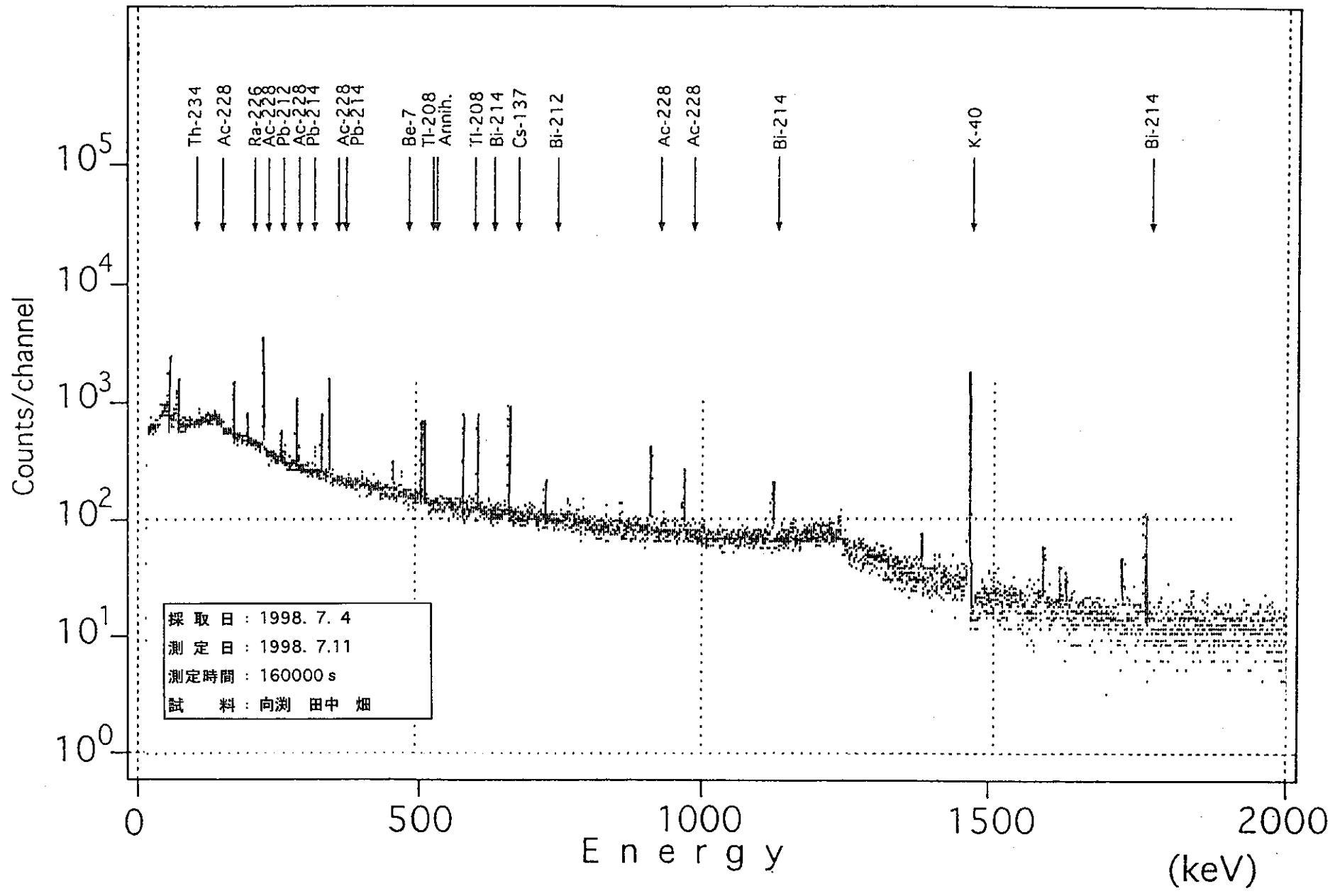


Fig. C7 γ 線エネルギースペクトル

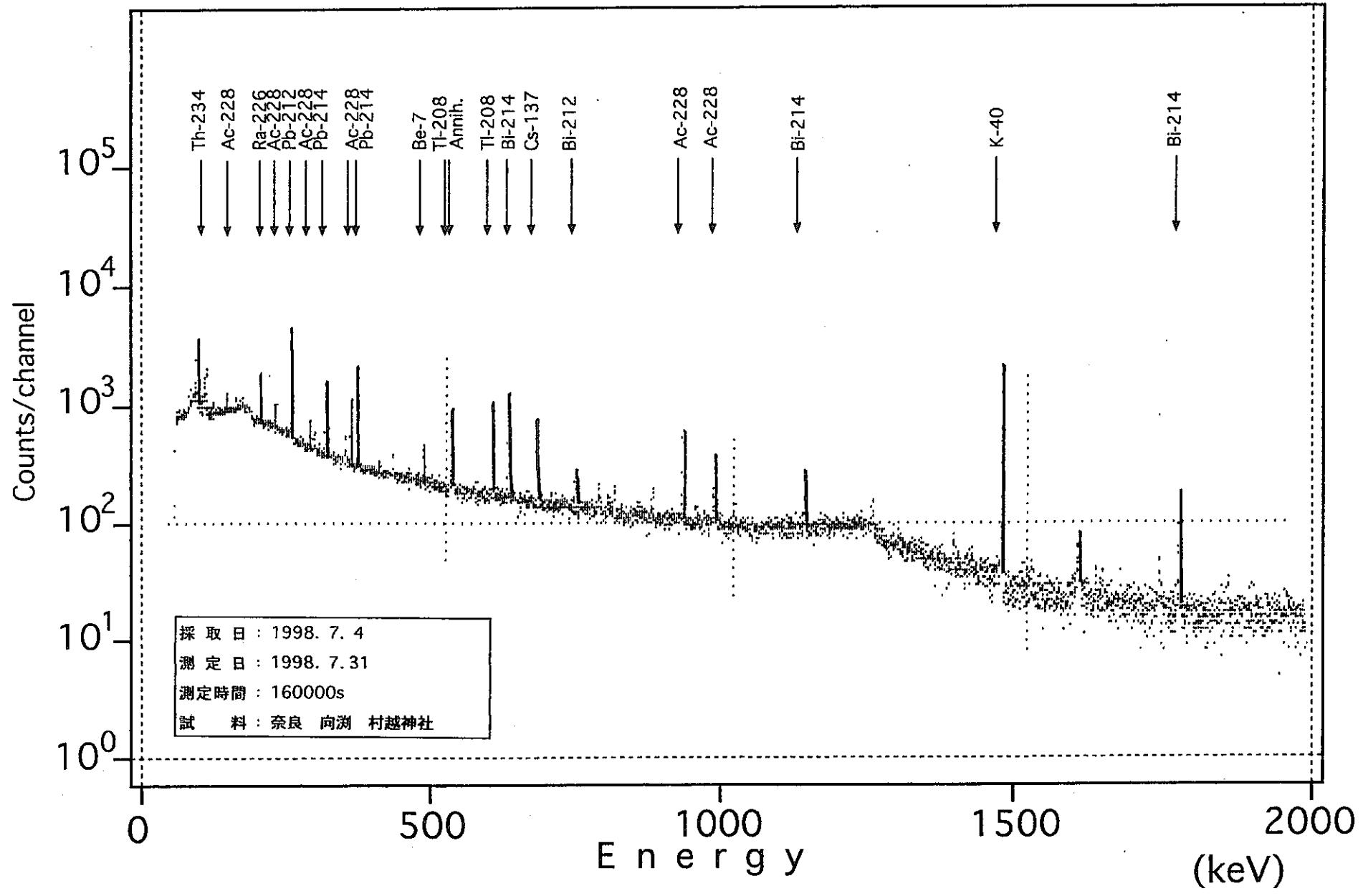


Fig. C8 γ 線エネルギースペクトル

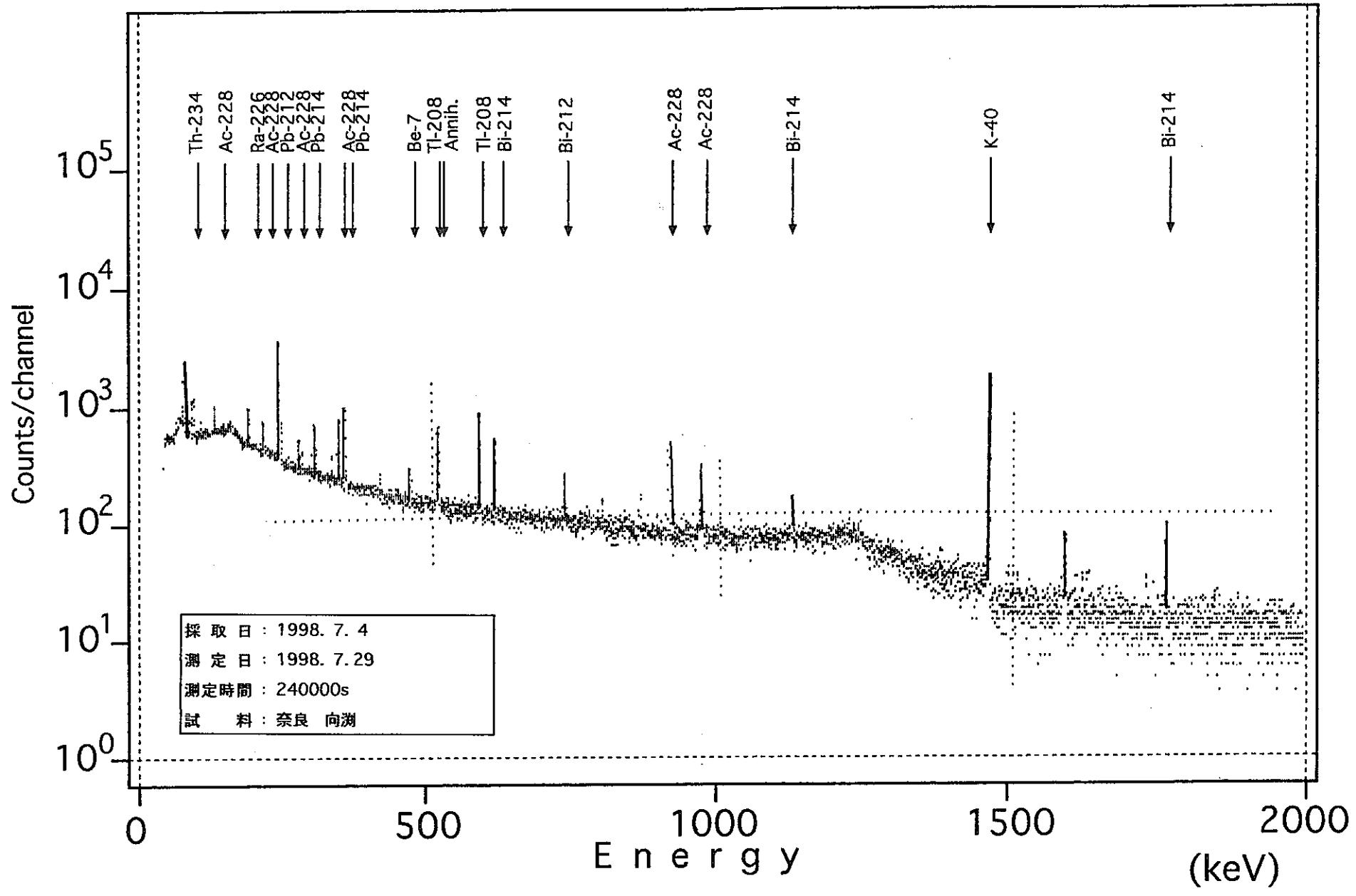


Fig. C9 γ 線エネルギースペクトル

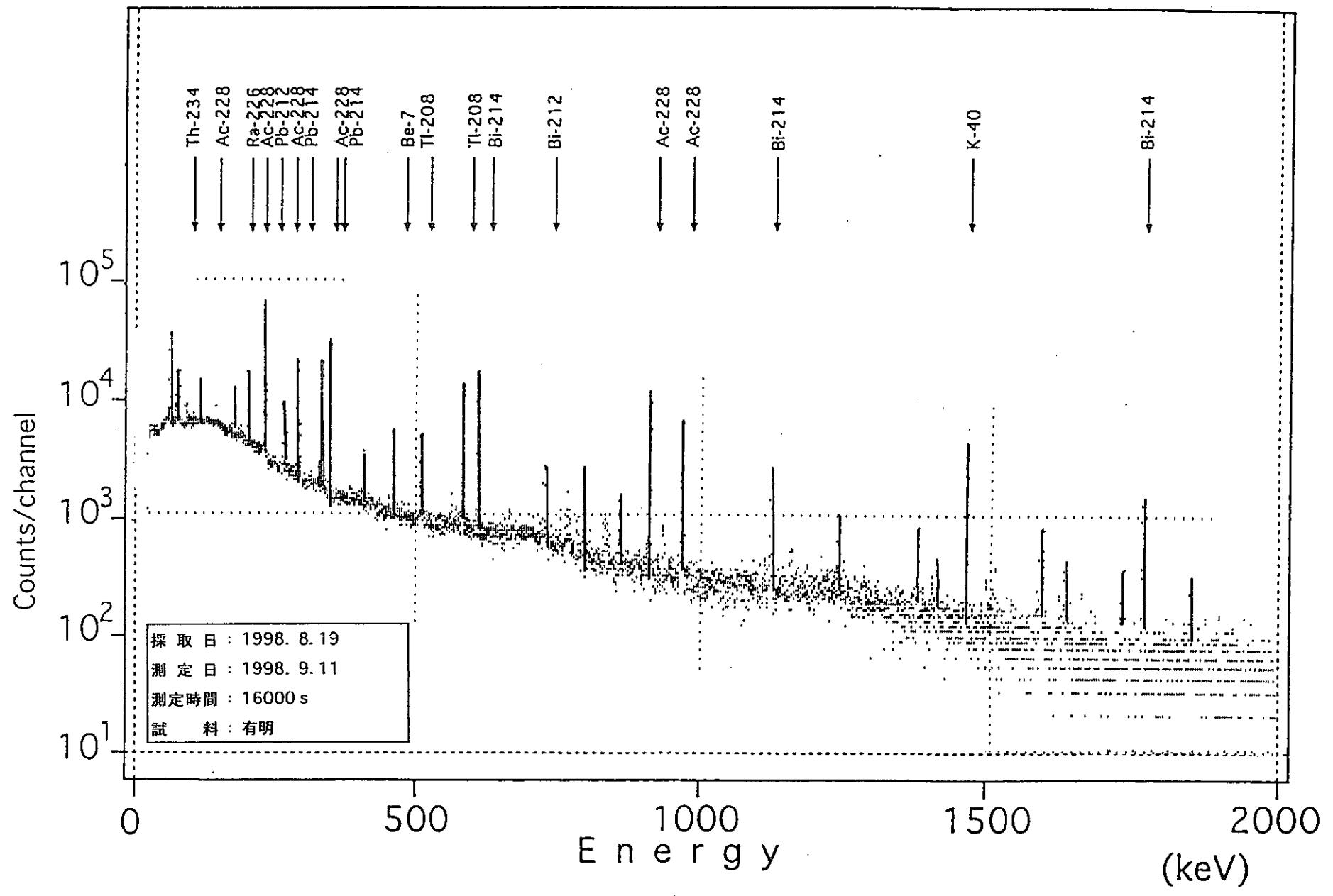


Fig. D1 γ 線エネルギースペクトル

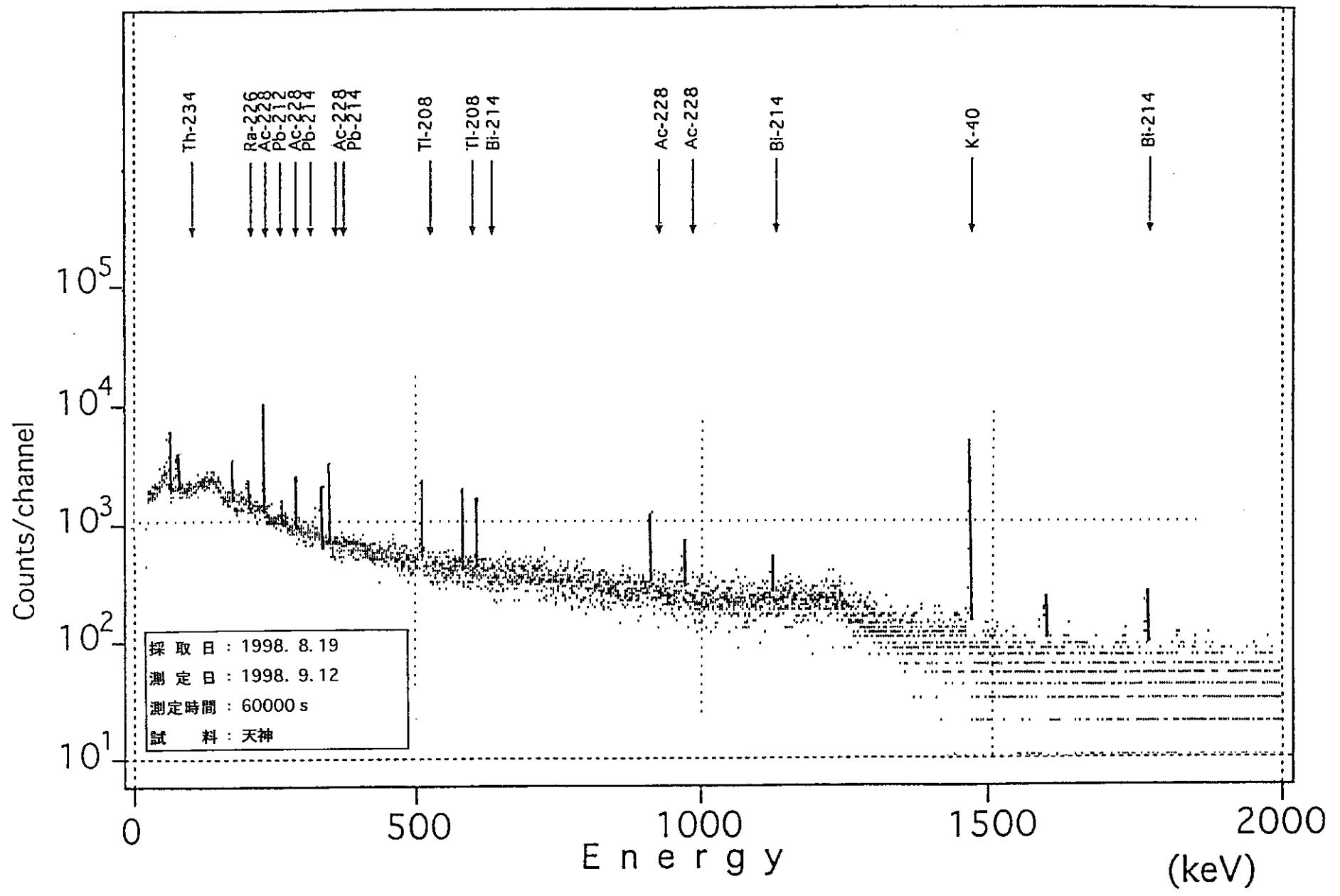


Fig. D2 γ 線エネルギースペクトル

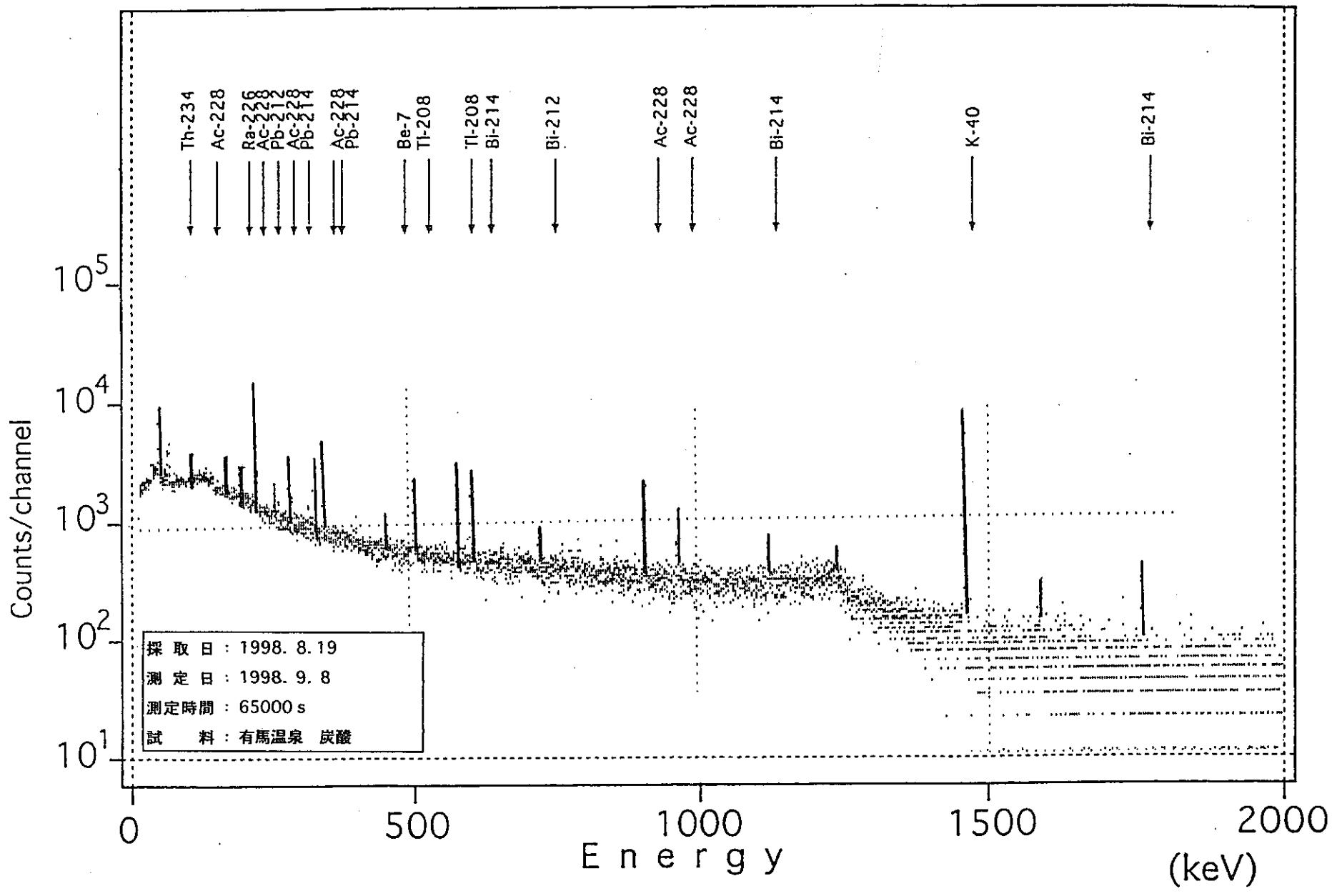


Fig. D3 γ 線エネルギースペクトル

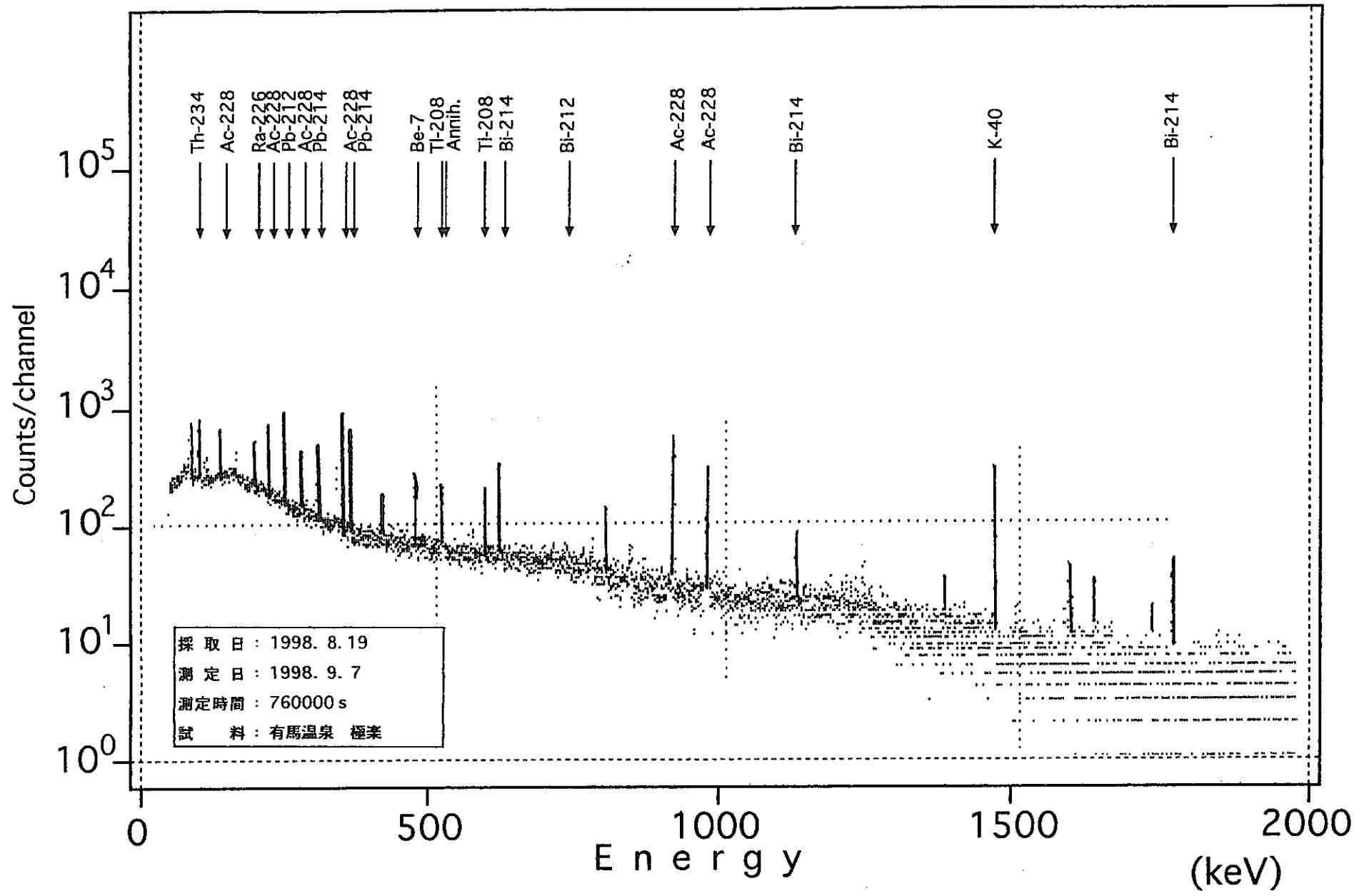


Fig. D4 γ 線エネルギースペクトル

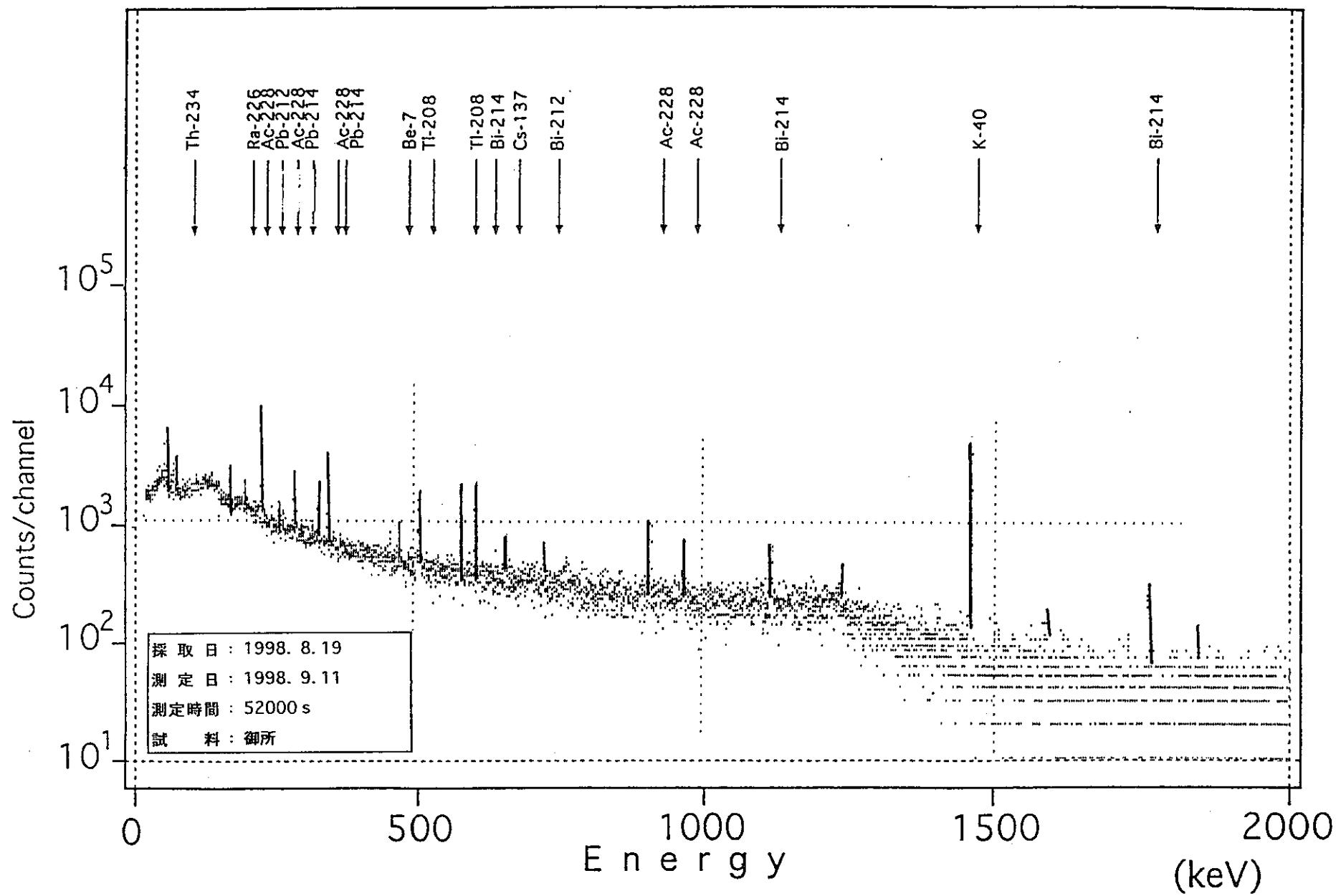


Fig. D5 γ 線エネルギースペクトル

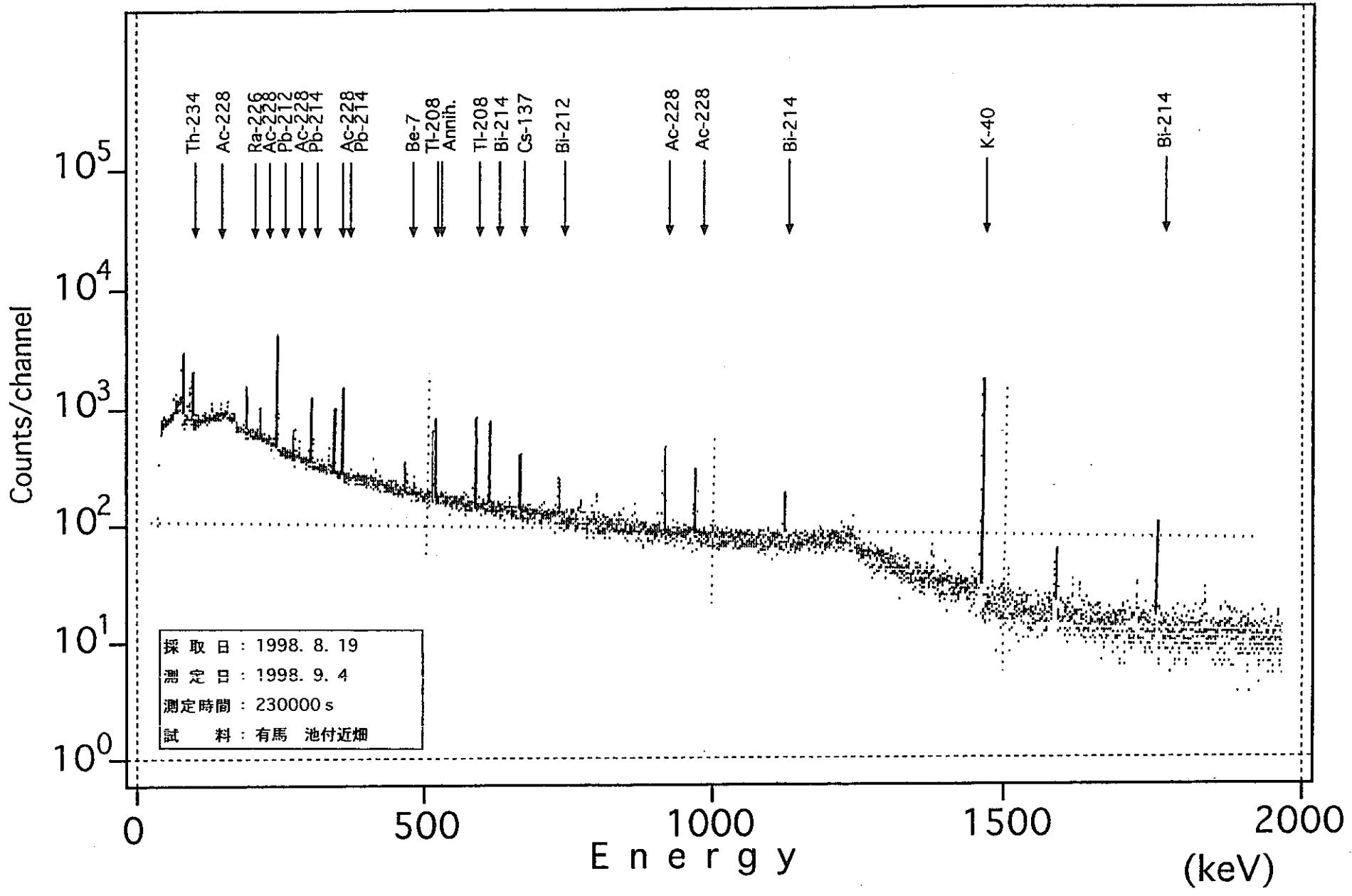


Fig. D6 γ 線エネルギースペクトル

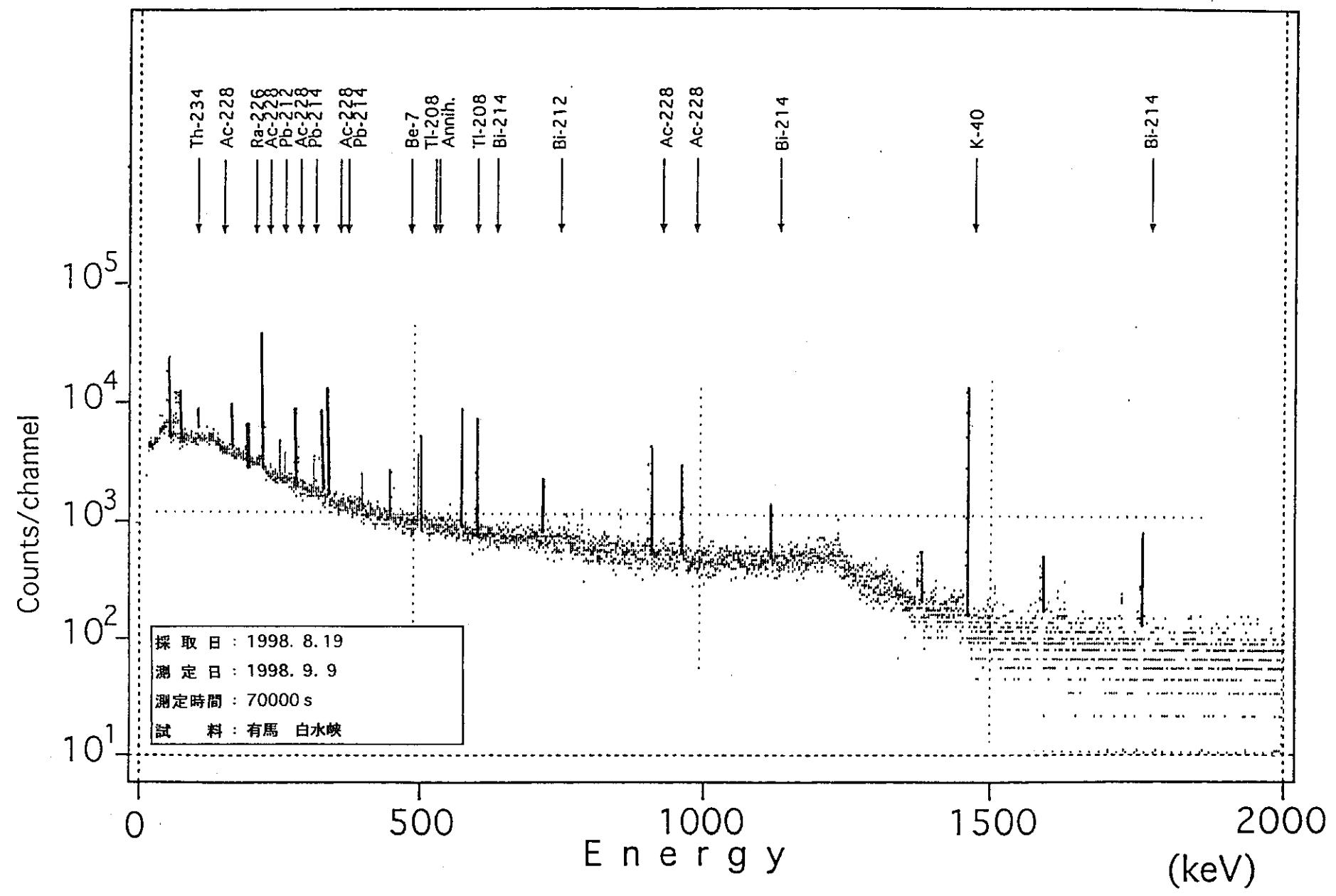


Fig. D7 γ 線エネルギースペクトル

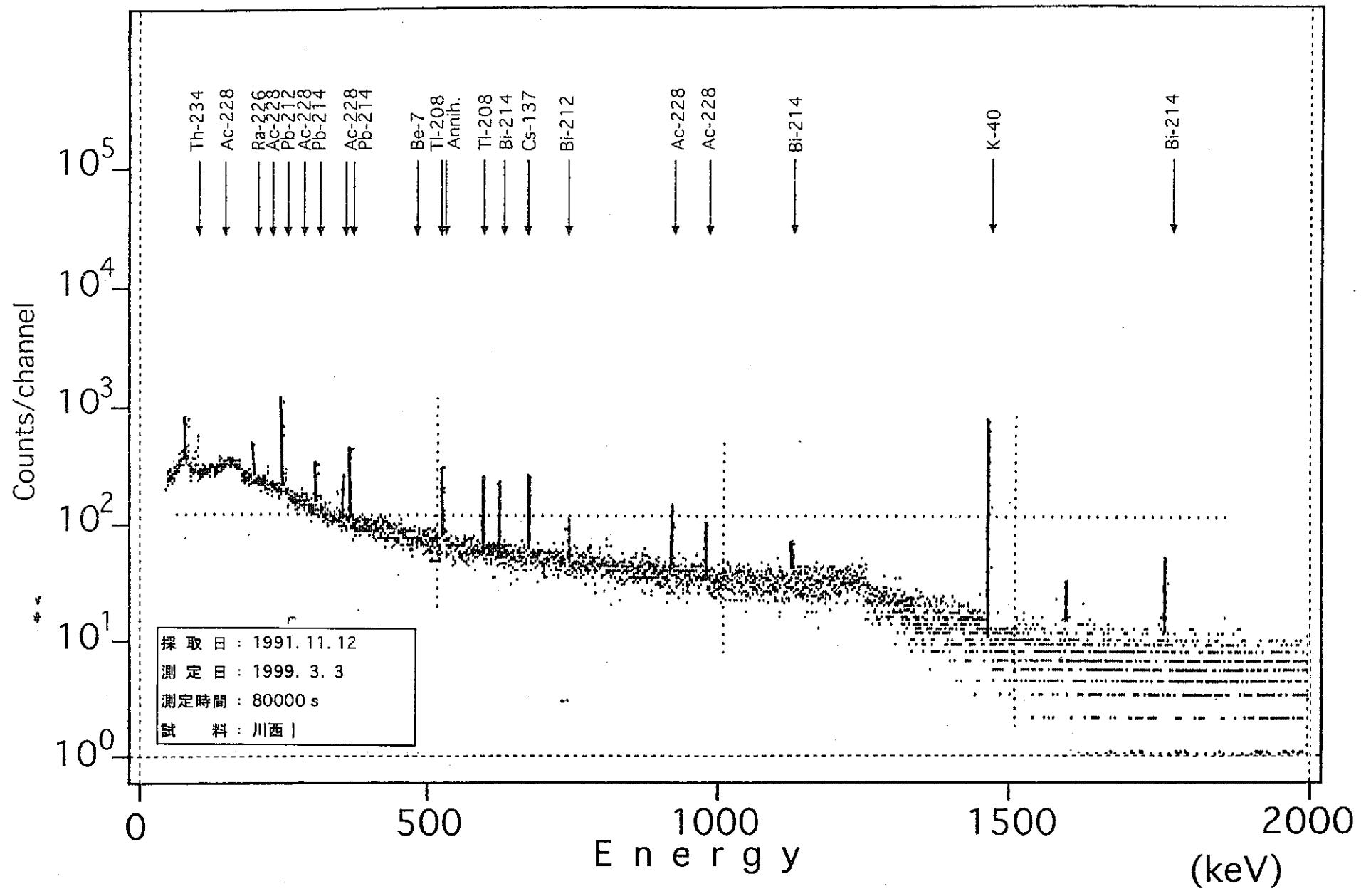


Fig. E1 γ 線エネルギースペクトル

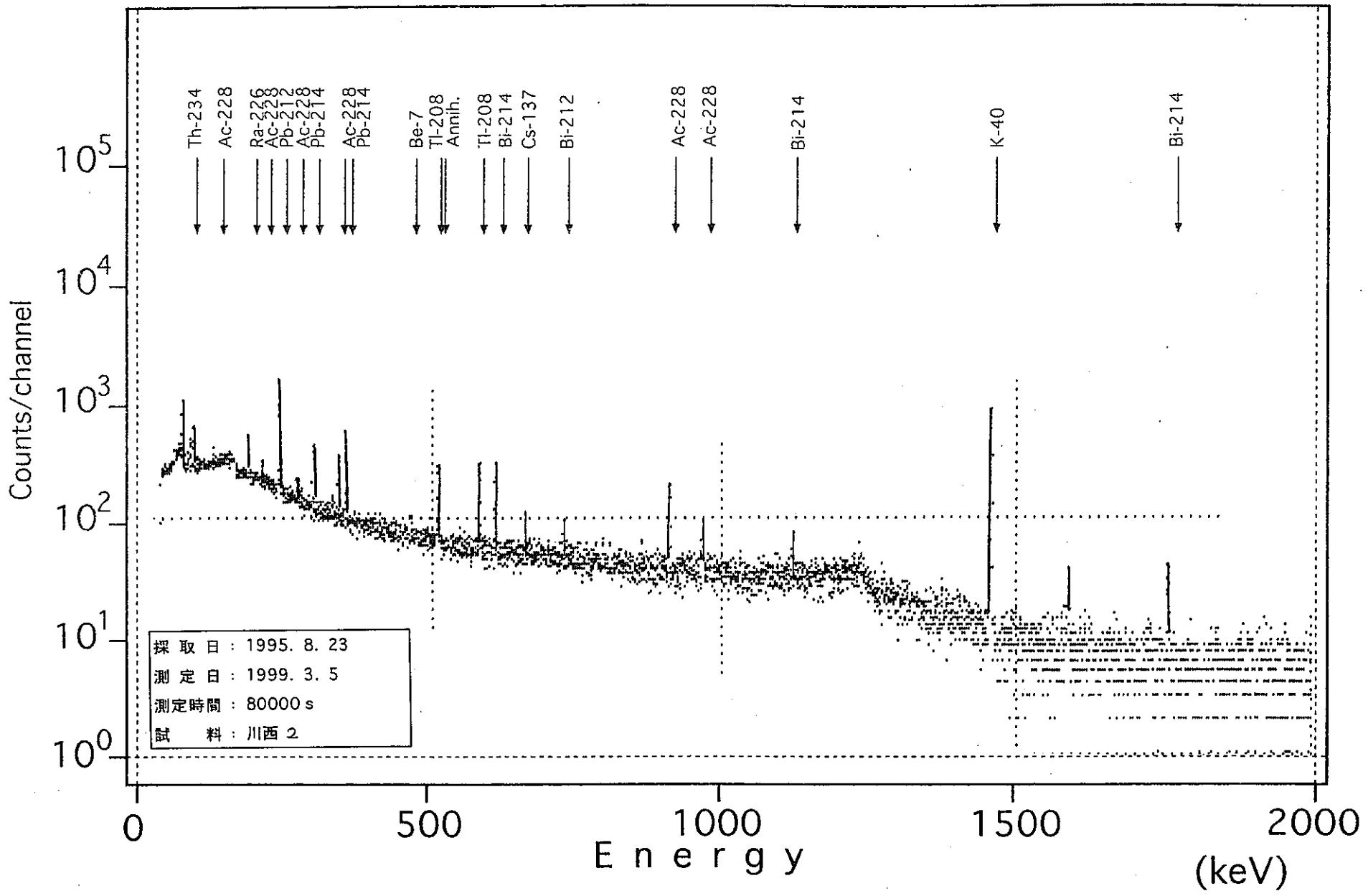


Fig. E2 γ 線エネルギースペクトル

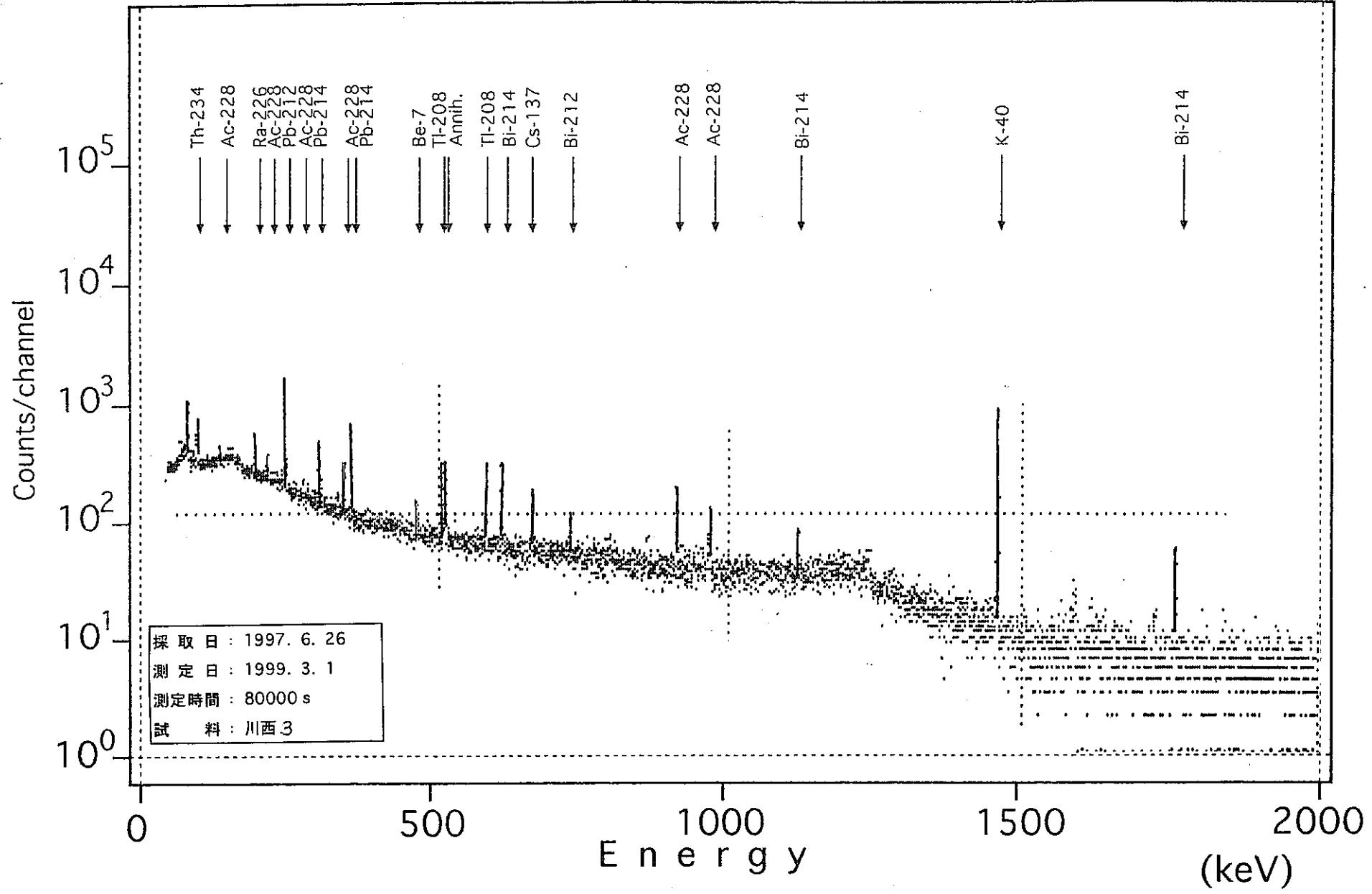


Fig. E3 γ 線エネルギースペクトル

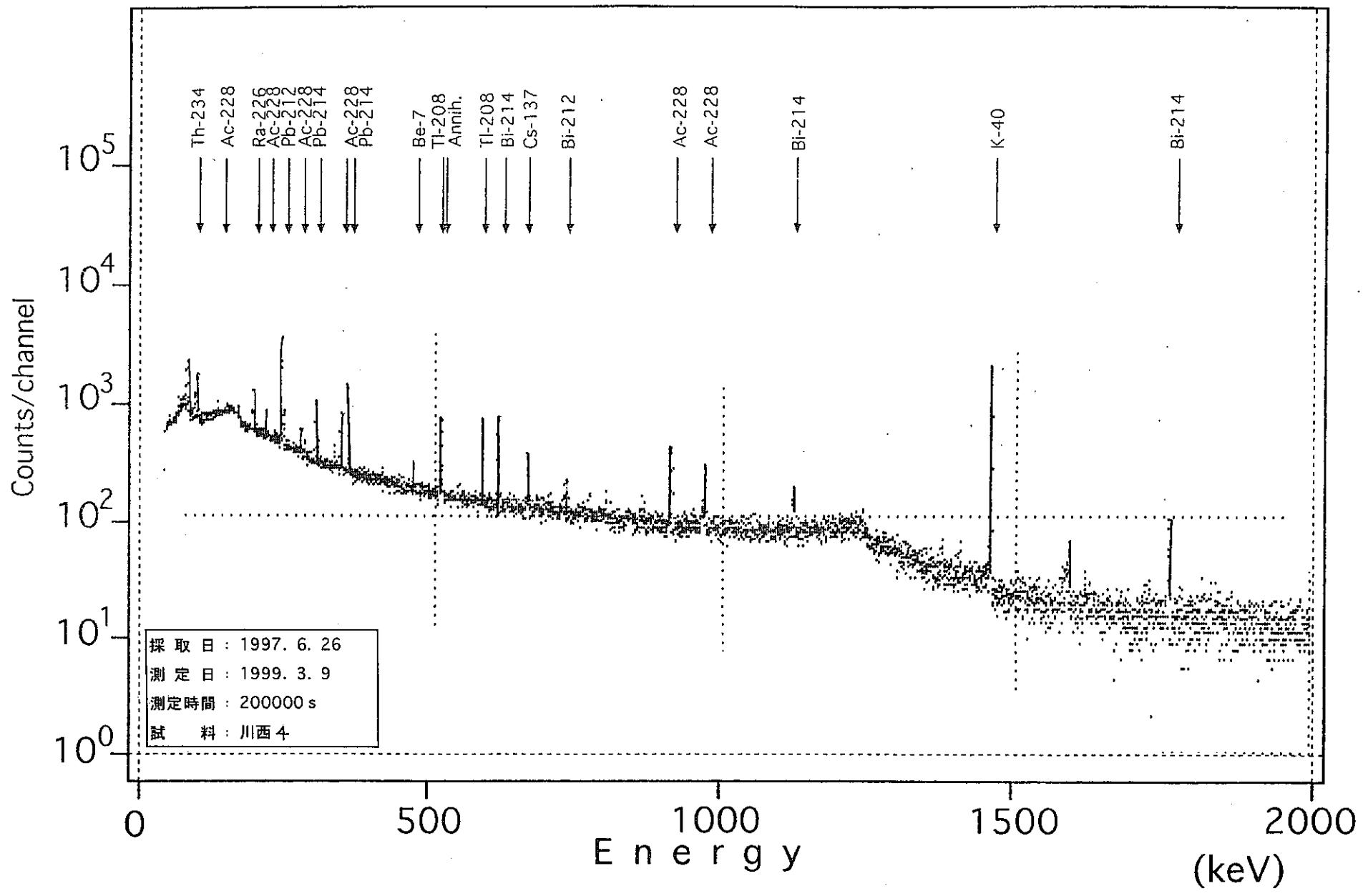


Fig. E4 γ 線エネルギースペクトル

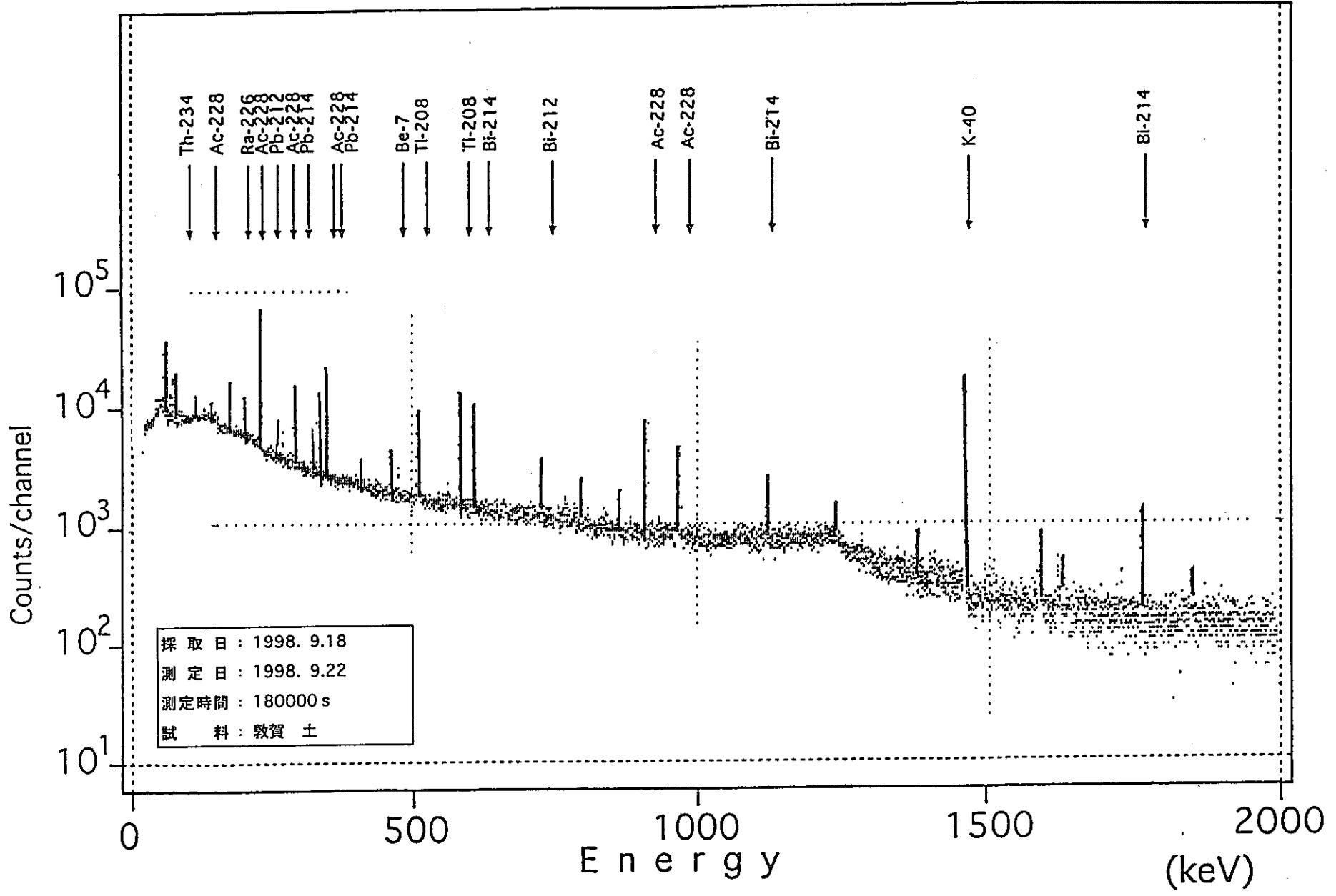


Fig. F1 γ 線エネルギースペクトル

-10¹-

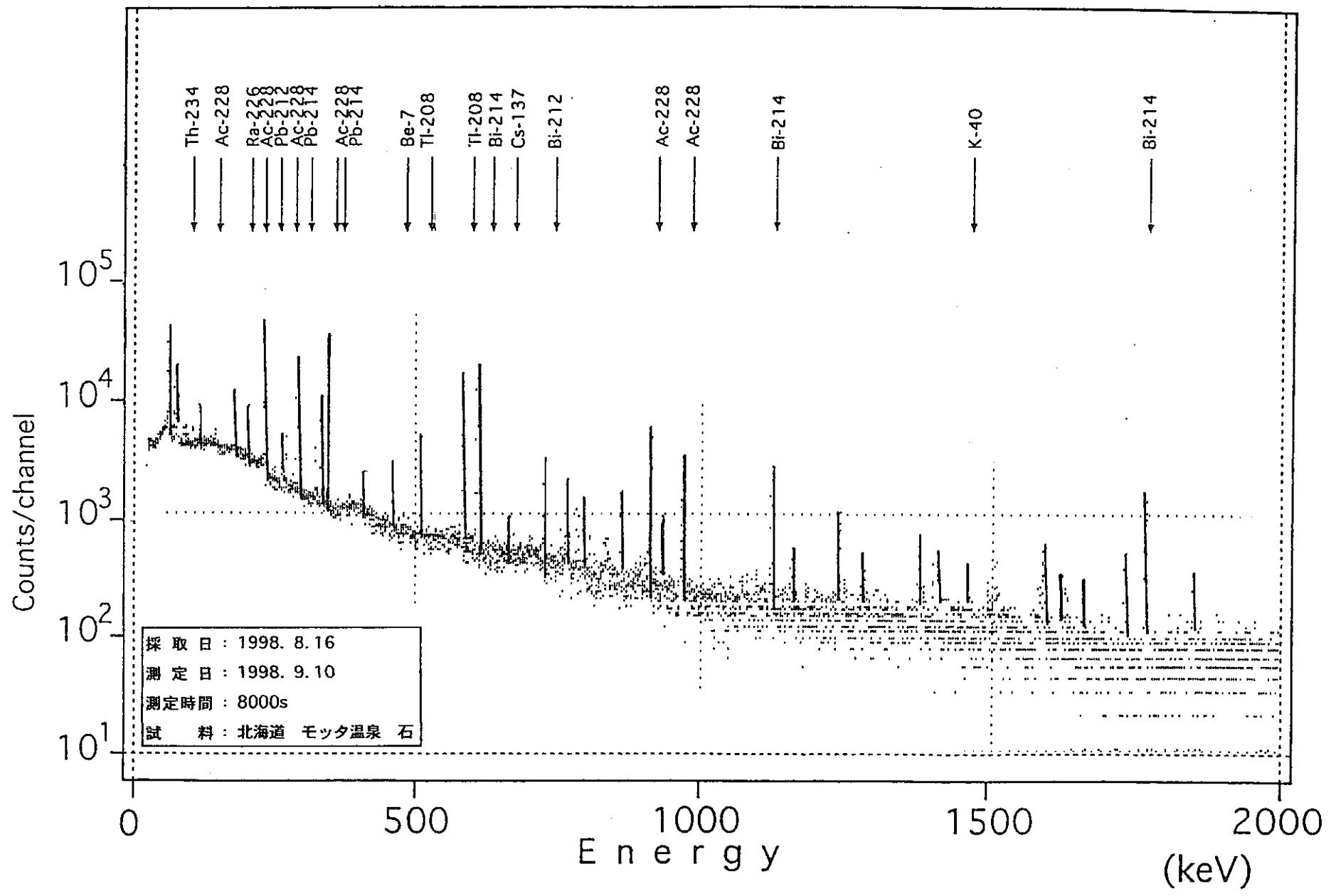


Fig. G1 γ 線エネルギースペクトル

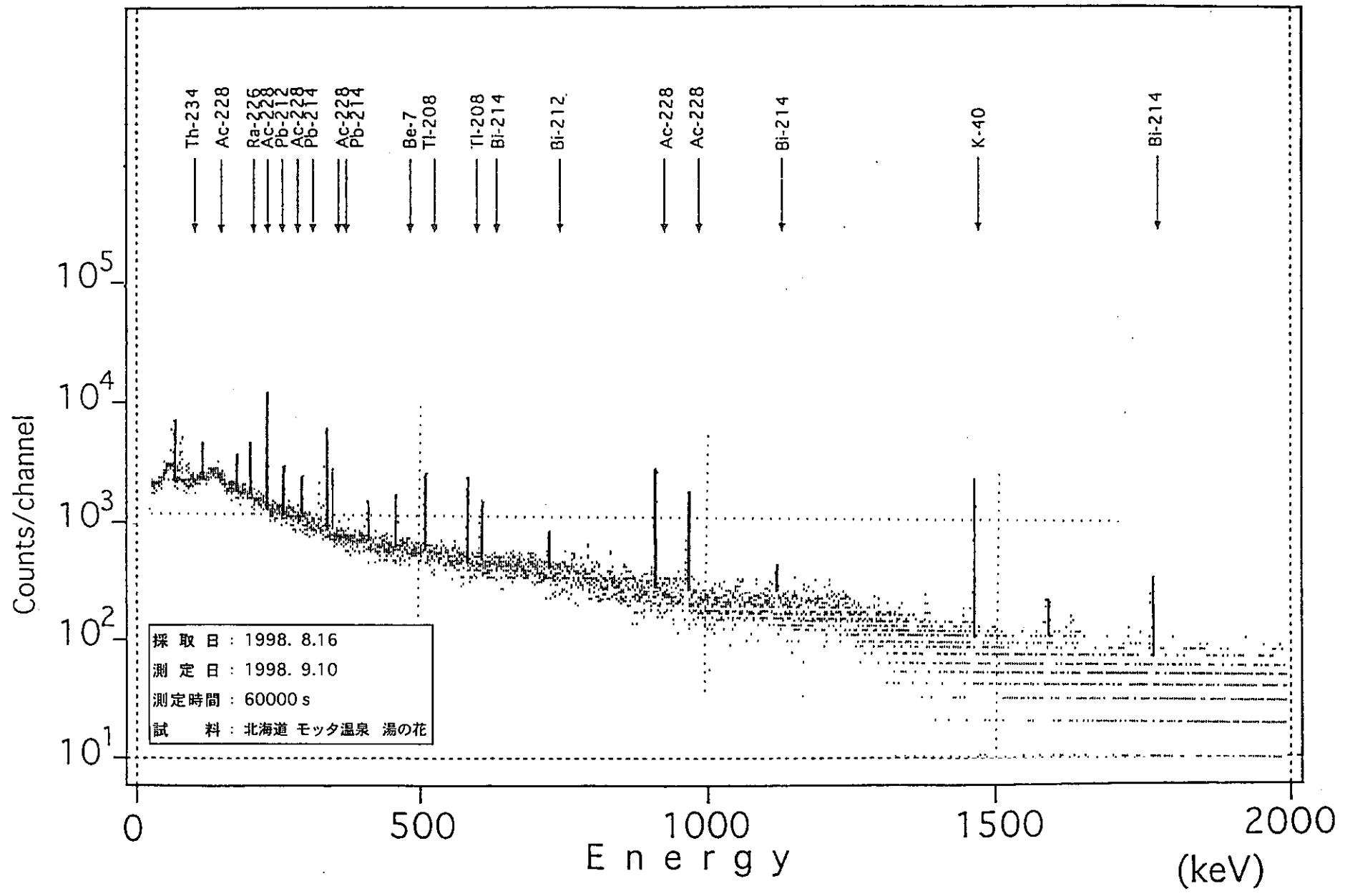


Fig. G2 γ 線エネルギースペクトル