

金沢大学理学部附属

低レベル放射能実験施設

研究概要・年次報告

1980.4～1981.3

Annual Progress Reports of
Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University

目 次

| | |
|---|----|
| 施設の増築を喜んで（理学部長） | 2 |
| In-Situ 測定状況と試料写真 | 2 |
| Ge(Li) 検出器のバックグラウンドの経年変化 | 3 |
| 可搬型Ge-検出器による環境放射能のIn-Situ 測定 | 4 |
| 美浜町・環境放射線モニタリングと珪石の測定室礎石としての利用 | 5 |
| 南極ロス島およびドライバレー地域で採取した環境試料中の 天然および人工放射性核種 | 6 |
| 海洋堆積物中の放射性核種の化学的挙動 | 7 |
| 北潟湖の湖底堆積物柱状試料のフォールアウト核種の深度分布 | 8 |
| ウラン系列非平衡の非破壊または化学分離による測定 | 9 |
| 非破壊 γ 線測定による化石サンゴの年代（ α 測定法および ^{14}C 法との比較） | 10 |
| 化石骨と非破壊 γ 線スペクトロメトリー | 11 |
| 徳之島“亀津層”（琉球石灰岩）産 化石サンゴ(<i>Acropora</i> sp.) の $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年令 | 12 |
| ^{14}C 法による造礁生物化石の年代測定（IV） | 13 |
| イシサンゴ骨格年代学による表層海水中の放射性炭素濃度の経年変動 | 14 |
| 昭和55年度・施設設備品・運営人事関係諸資料；増設工事状況写真；研究報告 | 15 |
| 昭和55年度・会合・調査出張・見学来訪記録等 | 16 |

施設の増築を喜んで

理学部長・施設運営委員会委員長 柴田 治

昨年の5月から6月にかけて、施設長の阪上先生は、施設増築の要望で関係筋のあいだを奔走された。そのご苦労が実を結んで、1年経ったいま、増築工事が完成しようとしている。昭和51年に発足した時の建物面積は403m²であったが、今回はそれを倍増する410m²であり、総事業費は7,400万円に及んでいる。昭和54年度にはじめて概算要求したこの増築が、こんなに早く実現したことを、われわれは此の上もなく喜んでいる。

わたくしは、学部長会議などで他大学の方々と学部の現状などを話し合うとき、いつもこの施設を誇らしげに語ることにしている。この施設のルーツは、日本学術会議の「環境放射能研究所」の設立に関する政府勧告（昭和43年）であり、それゆえに全国の環境放射能研究者の注目の的となっている。まだ発足したばかりというべきだが、施設における研究活動はすでに定評を得ており、国内外研究者の辰口来訪も盛んであり、IAEA計画による外国人研修員の受け入れも毎年のようにしておらず、ユニークな施設であることをすでに証明してきている。今回の増築によって研究機能は格段に充実し、低レベル放射能に関するきわめて高レベルな研究が進展していくであろう。

とはいえ、まだ研究スタッフの数は少なく、ぜひ実験施設から研究センターの道を開かなくてはならない。施設長をはじめとするスタッフの精力的な活動は、必らず実現をもたらすものと思うが、関係各位のいっそうのご理解とご支援を希ってやまない。



東京大学海洋研・大槌臨海センター突堤
におけるIn-situ測定（p 4 参照）

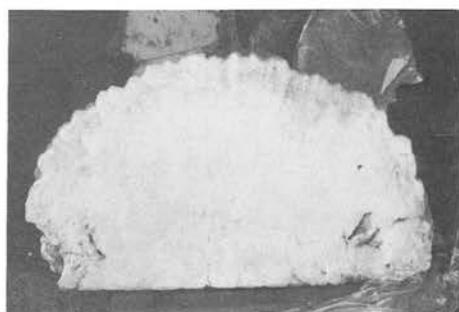


能登半島牛尾地区、海緑石露頭
におけるIn-Situ測定（p 4 参照）

大槌臨海センターにおける
水試料の測定



環境変化等の研究に使用された
沖縄産サンゴ
（p 10, p 14 参照）



Ge(Li)検出器のバックグラウンドの経年変化

Long-term Change of Background in Ge(Li) System.

低レベル放射能測定では検出器のバックグラウンドの低減が必要である。ある程度までバックグラウンドを下げたあとは、遮蔽材や検出器自体に由来するU系列、Th系列核種の寄与も無視できない。良い遮蔽材の選択は使用者の責任であるが検出器自体の寄与はメーカ側が材質の吟味をどれ程行っているかによって違いが生ずる。この結果、同程度の検出効率と有効体積をもつ検出器でもバックグラウンドの寄与は検出器ごとに大きな違いがある。

当施設で使用しているA、B 2種のGe(Li)検出器（相対効率16%，70~80cc）は同程度の遮蔽を行っているがTh 系列核種のピーク高は5倍もの違いがあり（購入当初），その後時間経過とともにAのバックグラウンドは減少することが見出された。Fig.1はAの遮蔽状況で，20cmの鉄材を基本に5 cmの水銀による内部遮蔽を施し300分の1程度までバックグラウンドを下げて使用している。AのTh 系列のバックグラウンドの変化をFig.2に示す。見かけの半減期は2.5年で²²⁸Th(1.9年)のそれに対応する。一方Bではこの様な変化は観測されなかった。

“線源。”となるTh 系列核種がどこに存在するかを判定するため，ピーク計数率を γ 線放出率(B.R.)で割った値をプロットするとFig.3のようになる。これは見かけの検出効率に相当し，この傾きは線源があまり吸収を受けない状態にある時は急勾配となる。図より明らかなように，Th 系列核種に対する傾きはU系列核種に比べずっと急である。しかも²²⁸Th(+娘核種)の各値と²²⁸Raに支えられた²²⁸Ac の値は全体として1桁の違いがある。これより“線源。”としてのTh 系列核種は非平衡にあり，遮蔽材などによる吸収を受けない位置に存在することがわかる。線源はおそらくAl製のエンドキャップと考えられる。²²⁸Ra と²²⁸Th の非平衡はAl の精錬のさい，Th 同位体(²³²Th, ²²⁸Th)とRa 同位体(²²⁸Ra, ²²⁴Ra)の分別が起り，Al材にはTh 同位体のみが取り込まれたとすれば矛盾なく説明される。この場合²²⁸Th の寄与は²²⁸Th の半減期よりやや長い見かけの半減期で最初減少した後，²³²Th も取り込まれているとすれば，その娘²²⁸Ra (5.7年)の生長とともに増加に転ずることになる。測定値をもとに今後予測されるバックグラウンドの変化はFig.4のようになると思われる。

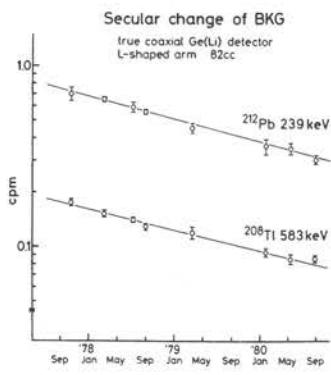


Fig. 2 Long-term change of the contribution of Th-series nuclides.

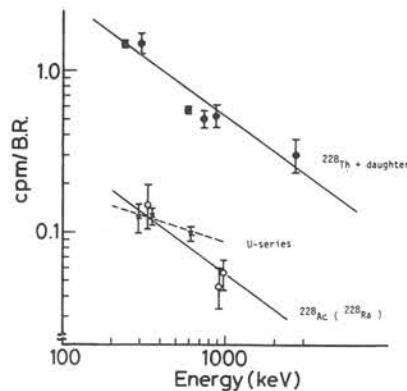


Fig. 3 Apparent peak detection efficiency.

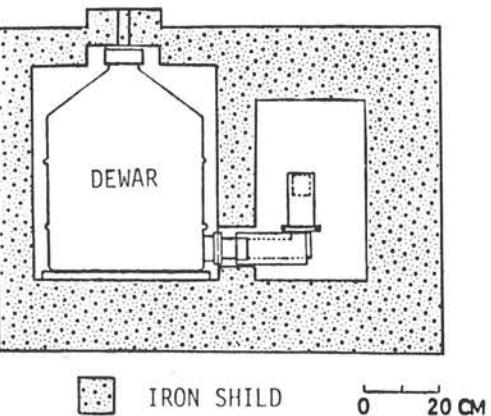


Fig. 1 Fundamental shield of Ge(Li) detector-A.

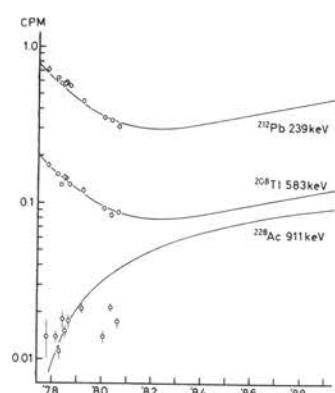


Fig. 4 Estimation of decay and growth properties of Th-series nuclides.

〔過去3年にわたるバックグラウンドの変化を主として大学院生，桜井次郎がまとめた。第18回理工学における同位元素研究発表会（1981年6月29~7月1日）で発表予定〕。

可搬型Ge検出器による環境放射能のIn-Situ測定

In-Situ Measurements of Environmental Radioactivity by Portable Ge-Detectors.

本年度は福井県美浜町・高浜町（6月17～21日）、岩手県大槌町にある東大洋研の大槌臨海研究センターの共同利用（7月26日～8月4日p.2写真）、能登半島、輪島市、中島町、七尾市、門前町（11月18日～22日）の環境放射能調査を実施したほか、高浜町神野地区の桃源寺境内でGe-LEPSによる²⁴¹Amの検出を試みた。これらの調査結果をTableにまとめて示す。

前回の高浜町調査で核実験フォールアウト核種¹³⁷Csの寄与が著しく高いとされた桃源寺での測定では¹³⁷Csの662keV γ 線に注目し、本堂の屋根軒下から距離を変えて測定した。軒下50cm地点ではピーク計数率が200cpm以上(2.5 μ R/h相当)にも達し、距離とともに減少が観測された。ここで採取した深度別土壤試料の核種分析の結果、フォールアウト核種の蓄積量、深度分布、^{239,240}Pu/¹³⁷Cs、²⁴¹Am/^{239,240}Pu比などから、これら核種の土壤中での挙動に関して多くの知見を得た。¹⁾ 大槌では終夜連続測定のさい短時間に20mm程度の激しい降雨があり、²²²Rnの娘核種が地表に洗い落されたことによる線量率の増加(0.9 μ R/h)を観測した。²⁾ 能登半島調査では、牛尾地内の海緑石の露頭および田鶴浜町三引口の含燐鉱床の露頭のU含有鉱床で、U系列核種が非平衡にあることをGe-LEPSによる測定で明らかにした。Fig. 1に親核種²³⁸Uに比べ²²⁶Ra以下の核種が著しく少い例を示す。桃源寺境内では²⁴¹Amの検出を目的に3時間測定を試みたが、59keV付近にやや高まりがみられたものの確認には至らなかった。

これまで実施してきたIn-Situ測定で得た各成分についておよび全線量率の分布をFig. 2(a)(b)(c)(d)にヒストグラムで示す。海上や洞内などの特殊な例も含むが、総体的には天然放射性核種による空間 γ 線々量率の実態を反映しているものと考えられる。

なお可搬型Ge(Li)検出器は使用開始4年目(1979年)頃から雑音を拾い易くなり、野外測定では十分なエネルギー分解能を得られぬ事も多かった。一方可搬型Ge-LEPSもプリアンプの故障が続くなど測定に支障があった。

Table Results of In-Situ measurements.

| Measuring Points | Exposure Rates (μ R/hr) | | | | |
|--|------------------------------|------|------|-------------------|-------|
| | U | Th | K | ¹³⁷ Cs | Total |
| [Mihama & Takahama, Fukui, June 17-21, 1980] | | | | | |
| Mihama Town | 1.80 | 4.57 | 2.86 | 0.06 | 10.7 |
| Takenami | 0.98 | 2.25 | 1.12 | 0.34 | 4.79 |
| Matsuya | - | - | - | - | - |
| [Takahama Town] | - | - | - | - | - |
| Ogurui, Grave Yard | 1.14 | 2.69 | 2.33 | 0.38 | 6.54 |
| Kohoku, Openaji (1978) | 0.42 | 0.71 | 0.66 | 0.93 | 2.72 |
| (1980) -0.9m from eaves | - | - | - | 0.46 | - |
| +0.2m " | - | - | - | 2.40 | - |
| +0.5m " | - | - | - | 2.55 | - |
| +1.0m " | - | - | - | 1.88 | - |
| +1.5m " | - | - | - | 1.33 | - |
| +2.0m " | - | - | - | 1.00 | - |
| +2.5m " | - | - | - | 1.28 | - |
| [Otsuchi, Iwate, July 26 - Aug. 4, 1980] | | | | | |
| [Marine Research Center, Univ. of Tokyo] | - | - | - | - | - |
| Experimental Room (IF) | 1.39 | 2.19 | 2.84 | - | 6.42 |
| Platform | 1.59 | 2.05 | 2.86 | - | 6.54 |
| Side of Main Building | 1.10 | 1.77 | 2.17 | 0.01 | 5.05 |
| Side of Filter Tank | 1.01 | 1.53 | 1.94 | - | 4.48 |
| On the Pier | 0.57 | 0.92 | 1.17 | - | 2.65 |
| Nobumatsu, Old Otsuchi Mine (in car) | 0.85 | 2.11 | 2.23 | - | 5.19 |
| Old Otsuchi Silica Mine (in car) | 0.56 | 0.80 | 0.97 | - | 2.33 |
| Side of Breakwater (on Granodiorite Rock) | 1.06 | 1.39 | 2.61 | - | 5.06 |
| [Noto Peninsula, Nov. 8-22, 1980] | | | | | |
| (Wajima City) | - | - | - | - | - |
| Uschio, plowed land | 1.40 | 0.98 | 1.12 | 0.36 | 3.86 |
| Uschio, Graucoulo Outcrop | 8.63 | 1.27 | 3.98 | - | 13.88 |
| [Nakajima Town] | | | | | |
| Nakajima, Yorinji | 0.66 | 1.02 | 0.86 | 0.43 | 2.97 |
| Kunaki, Elementary School | 0.84 | 1.64 | 0.84 | 0.58 | 3.90 |
| Karashima-1 | 1.27 | 2.28 | 1.23 | 0.04 | 4.82 |
| Karashima-2, Shrine | 0.52 | 0.27 | 1.23 | 0.39 | 2.41 |
| [Tatsuruhama Town] | | | | | |
| Mibikigushi, Outcrop | 6.24 | 1.41 | 2.17 | 0.02 | 9.84 |
| (Nanao City) | - | - | - | - | - |
| Makura, Tsutsujii Park | 0.99 | 1.06 | 1.21 | 0.54 | 3.80 |
| (Monzen Town) | - | - | - | - | - |
| Kuroiso, Tsurugiji-so | 1.12 | 1.96 | 1.96 | 0.30 | 5.33 |
| Baba, Shokoji | 0.77 | 1.06 | 2.50 | 0.30 | 4.63 |

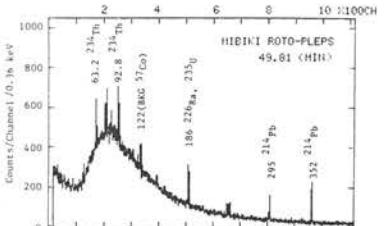


Fig. 1 In-Situ LEPS spectrum at Mibikiguchi, Tatsuruhama.

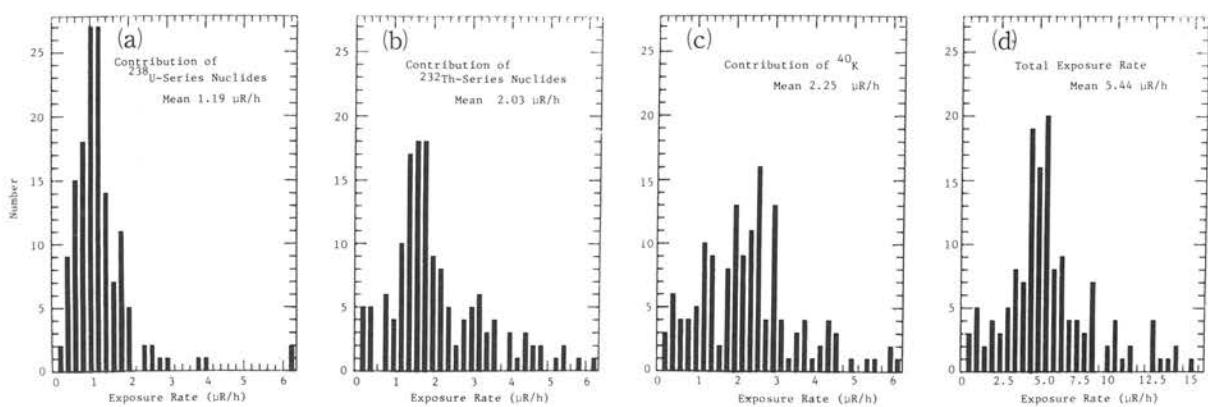


Fig. 2 Histogram of exposure rates. (a) U-series, (b) Th-series, (c) K-40 and (d) Total exposure.

[本研究は、東大洋研大槌臨海研究センターの共同利用ならびに原子力安全研究協会、石川県および福井県美浜町よりの委任または協力により実施した]。

1) 原子力安全研究協会、昭和55年度報告、第4章。

2) 阪上、小村、中西、大槌臨海研究センター報告6, 33 (1980)。

美浜町・環境放射線モニタリングと珪石の測定室基礎としての利用

Environmental Radiation Monitoring in Mihama and Application of Siliceous Rock as Basement Material for a Measuring Room.

福井県美浜町についてはすでに4年間にわたり、主として諸地点のモニタリングポストおよび海上においてIn-Situ Ge(Li) γ スペクトロメトリーを行い、空間線量とその寄与成分についての知見を得てきただが、本年度はさらに3"φNaI(Tl)検出器と計数率計、レコーダーを乗用車に搭載して町内主要道路を走行してカーポーンを行い、その結果にもとづき、各道路上での放射線レベルの高低を色別に示す町内地図を作製した。それに従来の調査研究による空間線量寄与成分についての知見も顔形グラフで表示し、環境放射能に関する基礎知識説明も付記した色付下敷が、町当局により町民に配布のため作製された。

一方、海中にNaI(Tl)検出器をおろしての深度別 γ スペクトロメトリーも昨年と同様に丹生大橋近くの海上で行った。両年の3 MeV以下の天然放射能寄与についての結果を比較して示したFig. 1からわかるように、本年は0~1.5 mでその寄与が小さく、昨年は降雨後の土砂の海上表面への流入のためその寄与があったものと判断される。このことは、この方法による海水中の放射能モニタリングの可能性を示唆し、町に新造船される調査船にはこの便宜を備えることとなった。

Fig. 2にはカーポーンでえられた町内走行中レコーダ記録した放射線レベルの変動実例の一部を示した。本図でわかるように椿トンネルや露頭際通過のさいの上昇のほかに、珪石碎石場付近通過のさいに放射線レベルの著しい低下がみとめられた。本施設の本年度増設中の1階新測定室の基礎グリ石にこの珪石を使用することを考えた。床コンクリート骨材にも珪石を使用することも望まれたが、工事設計企画後でありミキサー車によるものを一括使用する現状のため、残念ながら実現できなかった。しかし工事進行中の各段階(p. 15写真参照)において床上60cmでのNaI(Tl) γ スペクトロメトリーを行ったさいの3 Me eV以下の計数率(a, b, c)を、通常のグリ石を使用した隣室での測定結果(d, e, f)とともにFig. 3に示す。bとeの比較でわかるように珪石基礎の効果は明らかである。ただし、その上の通常コンクリートの床のため、測定室中央部には図に示すように鉛板、鉄板を入れたにかかわらず、珪石基礎の効果が充分あらわれなかつた。参考のため用いられた材料それぞれの、 ^{40}K 、U系列、Th系列放射性核種の含有量(pCi/g)を測定すると概値は下記のごとくであった。

| | ^{40}K | U系列 | Th系列 |
|----------------|-----------------|-------|-------|
| 測定室珪石グリ石 | 0.064 | 0.025 | 0.010 |
| 隣室、通常グリ石 | 15.1 | 0.40 | 0.55 |
| コンクリート(セメント+砂) | 16.1 | 0.48 | 0.67 |
| コンクリートに使用の砂 | 18.2 | 0.55 | 0.65 |

なお2階床天井も完成した段階で、NaI(Tl)検出器をトレーラー下部につけ、上部は鉛ブロックで遮蔽した状況で、測定内を移動サーベイした結果をFig. 3の上(縦断)、下(横断)に示したが(1枠は50cm)、鉛、鉄板をうめこんだ中央部の放射線レベルの低いことが判断される。なお、NaI(Tl)検出器を床上に置き、周囲を鉛ブロック約10cmで遮蔽した計数率の相対的比較も、隣室の床上を100として同図に2桁の数字で示した。これにより測定室では、中央部でなくとも93~95と低く(床コンクリートのため珪石基礎の効果は少くなっているが)、さらに鉛板、鉄板をうめたため床コンクリート層の薄いC-6の中央部は、最低値であることがわかる。

[本研究の美浜町内でのモニタリングは美浜町の協力で行われ、新測定室についての実験は主として大学院生 塚本政樹によって行われた]。

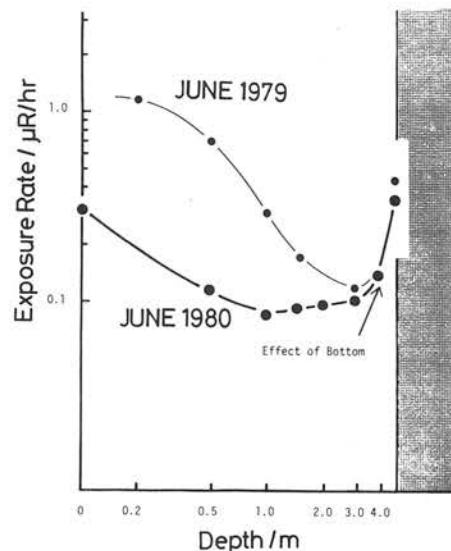


Fig. 1 Radiation levels in sea water due to natural radionuclide.

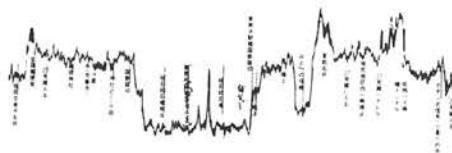


Fig. 2 An example of carborne survey data.

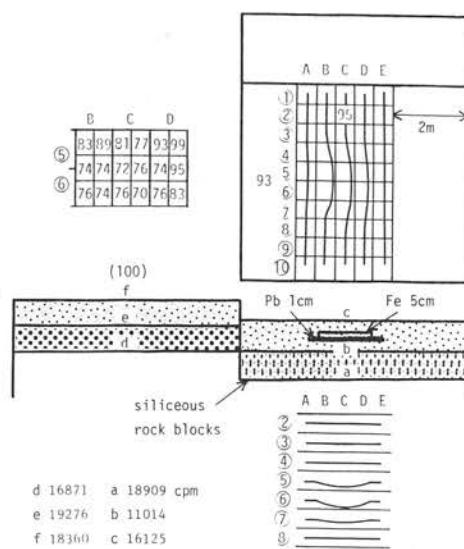


Fig. 3 Comparison of radiation levels at two rooms.

南極ロス島およびドライバレー地域で採取した環境試料中の天然および人工放射性核種

Natural and Artificial Radionuclides in the Environmental Samples Collected in Ross Island and Dry-Valley Region, Antarctica.

1979年10月下旬より2ヶ月間、南極ロス島のスコット基地に滞在し、ロス島およびドライバレー各地で各種の地球化学的試料や環境試料を採取した(Table 1)。これらのかなりのものについてGe(Li)検出器またはGe-LEPSを用いた非破壊 γ 測定によりU, Th, ^{40}K および ^{137}Cs , その他人工放射性核種の含有量の値が出たので報告する。

(1) 表層の砂・土中の放射性核種の濃度とその深度分布。

比較的さらさらした均質の砂があるところでは表面部分より、また細くて堆積層状になっているところでは表面より数cmごとに深度別の砂・土試料を採取し、風乾した後、放射能測定を行った。得られた結果をTable 1に示す。Don Juan池Don Quixote池では水量の多い季節には水面下になる地点、Fryxellの湖では、氷河末端付近で地衣類が生えているところで採取したもので他とはやや状況が異なる。天然のU, Th, Kの深度分布は一定であるが、採取地点毎にその値はかなり違う。Royds岬の砂はU, Th, Kとも非常に高くこの値は、花崗岩に近い。 ^{137}Cs は表面の数cmより深いところでは検出限界以下である。単位面積あたりの蓄積量に換算すると1~5 mCi/km²に相当し、南極の放射能汚染は日本のような北半球中緯度地域の表面土壤の約1/10から1/100程度であることがわかった(Table 2)。

Fryxell湖の湖底堆積物の柱状試料(水深14m地点、長さ60cm)について同様の測定がなされた。

(2) スコット基地の飲料水フィルターに捕集された放射性核種。

スコット基地では、塩分を含まない水を飲料や実験に使用するため、基地の近くの陸水を溶解して作っている。これは飲料には適さないので、糸を固く巻いたフィルターで済過して飲用に供している。1ヶ月間の使用で約6tonの水を済過したフィルターを試料として持帰り、糸の部分をほぐして約400°Cで灰化し測定線源とした。Fig. 2にそのGe(Li)スペクトルを、Table 3に解析結果を示す。短寿命の核種が検出されており氷が比較的新しいことがわかる。人工放射性核種では ^{137}Cs が圧倒的に多い。 ^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{125}Sb 等がかなり多く、 ^{54}Mn , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{241}Am なども検出されている。

Table 1. Environmental samples collected from Antarctica.

| Geochemical Samples near McMurdo Sound Region Collected in Oct.-Dec., 1979 | |
|---|--|
| Ross Island | |
| Scott Base | : Dust in Ice Sheet collected by Water Filter of Scott Base(6 tons of water) |
| | Dust in Ice Sheet collected by 0.45u Millipore Filter(7 liters) |
| | Dust in Fresh Snow(Nov. 8, 1979) collected by 0.45u Millipore Filter(7 liters) |
| Crater Hill | : Evaporite Sand(0-10cm) |
| Cape Barne | : Millarbitrate Crystal(2 kg) |
| Cape Royds | : Marine Fossil Sand(0-13cm, 0-3cm) |
| Dry Valleys | |
| Lake Vanda | : Lake Water(1-5 liters at 0, 20, 40, 45, 50, 55, 60, 65m) Onyx river Water(20 liters) Surface Sand, Sand(0-20cm, near Canopus Pond) Evaporites Algae Fossil |
| Don Juan Pond | : Pond Water(2 liters) Sand(0-12cm) |
| Don Quixote Pond | : Pond Water(2 liters) Sand(0-10cm) Evaporites |
| Lake Bonney | : Lake Water(2 liters at 30m) |
| Lake Fryxell | : Sand(0-9cm) Lake Sediment(0-65cm, 0-120cm) |

Table 3. Radionuclides detected in water filter of Scott Base.

| Radionuclides | Half-life | Concentration (dpm/6tons) | Origin |
|-------------------|---------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Natural | | | |
| U-series | 4.5×10^9 y | 31 ± 2 | Terrestrial |
| Th-series | 1.4×10^9 y | 50 ± 3 | Terrestrial |
| K-40 | 1.3×10^9 y | 500 ± 20 | Terrrest.+ Filter |
| Pb-210 | 22.5y | 880 ± 20 | Air borne Rn-222, Fall-out |
| Be-7 | 53 d | 4900 ± 100 | Cosmic-ray Induced |
| Artificial | | | |
| Mn-54 | 312 d | $2.0 \pm .3$ | n-Induced |
| Co-60 | 5.27y | $2.8 \pm .4$ | n-Induced |
| Ru-103 | 40d | 8 ± 6 | Fission |
| Rh-106 | 1.0y | 69 ± 8 | Fission |
| (Ru-106) | | | |
| Sb-125 | 2.77y | 47 ± 3 | Fission |
| Cs-134 | 2.9y | $1.1 \pm .2$ | n-Induced |
| Cs-137 | 30y | 1060 ± 50 | Fission |
| Ce-144 | 284d | 190 ± 10 | Fission |
| Eu-155 | 4.96y | 15 ± 2 | Fission |
| Bi-207 | 30y | $2.5 \pm .3$ | n-Induced |
| Am-241 | 432y | $5.0 \pm .5$ | n-Induced |

Table 2. Concentrations of U, Th, K and ^{137}Cs in surface soils and sands.

| Sampling Location | Depth in Soil [cm] | U (ppm) | Th (ppm) | K (ppm) | ^{137}Cs ($\mu\text{Ci/g}$) |
|-------------------------------|--------------------|---------|----------|---------|--|
| [Cape Royds] | 0 - 2 | 3.74/7 | 12.3/4 | 3.35/7 | 0.18/2 |
| | 2 - 4 | 3.62/7 | 12.9/4 | 3.69/9 | 0.02/1 |
| | 4 - 7 | 3.80/13 | 12.8/4 | 3.69/7 | - |
| | 7 - 10 | 3.33/12 | 12.8/6 | 3.47/7 | - |
| | 10 - 13 | 3.97/11 | 13.7/8 | 3.47/9 | - |
| [Lake Fryxell] | 0 - 1 | 1.37/7 | 5.5/3 | 1.93/9 | 0.56/2 |
| | 1 - 2 | 1.47/7 | 6.9/3 | 2.25/3 | 0.04/2 |
| | 2 - 4 | 1.34/3 | 6.1/3 | 1.86/3 | - |
| [Don Juan Pond] | 4 - 6 | 1.34/4 | 5.87/4 | 1.74/3 | - |
| | 6 - 9 | 1.47/7 | 5.5/4 | 1.74/3 | - |
| | 0 - 1.5 | 0.62/5 | 3.2/2 | 0.94/3 | 0.020/4 |
| | 1.5 - 3 | 0.70/5 | 3.0/2 | 0.89/3 | 0.011/4 |
| [Don Quixote Pond] | 3 - 5 | 0.66/5 | 3.2/3 | 0.90/3 | - |
| | 5 - 7.5 | 0.72/5 | 3.2/2 | 0.94/3 | - |
| | 7.5-10 | 0.76/5 | 3.6/3 | 0.96/3 | - |
| [Moraine near Canopus Pond] | 0 - 1 | 0.45/2 | 2.1/1 | 0.51/2 | 0.034/4 |
| | 1 - 5 | 0.75/3 | 3.0/1 | 0.68/3 | - |
| | 5 - 10 | 0.59/2 | 2.3/2 | 0.57/2 | - |
| | 10 - 20 | 0.57/3 | 4.0/2 | 1.09/3 | - |
| Surface Sands | | | | | |
| [Cape Royds, Black Sand] | | 4.34/9 | 14.9/3 | 2.46/4 | 0.06/1 |
| [Lake Vanda, surface sand] | | 0.82/4 | 4.0/1 | 1.25/4 | - |
| [Lake Victoria, surface sand] | | 0.97/4 | 6.2/2 | 1.61/4 | - |
| [Lake Bonney, surface sand] | | 1.02/4 | 5.6/2 | 1.22/4 | - |
| , with Evaporite | | 0.94/5 | 4.6/2 | 1.26/6 | - |
| , with Evaporite | | 0.63/2 | 4.0/1 | 1.04/2 | - |
| , near spring | | 1.01/4 | 4.3/9 | 1.10/3 | - |
| [Lake Bull, surface sand] | | 0.80/4 | 4.4/2 | 0.37/4 | - |
| , with Evaporite | | 1.74/7 | 6.9/2 | 1.68/3 | - |
| , dune sand | | 0.69/4 | 3.9/2 | 1.09/5 | - |
| [Hut Point, Ross Is., rock] | | 3.54/7 | 10.1/3 | 2.78/7 | - |

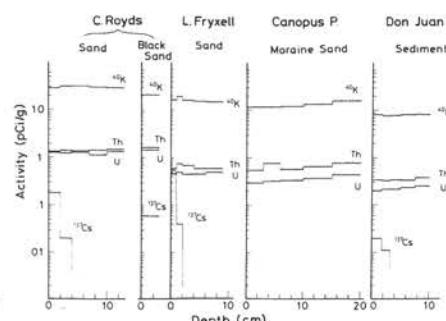
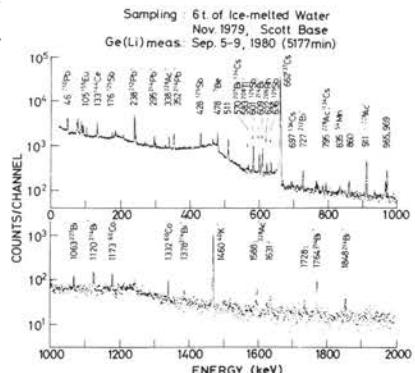


Fig. 1 Depth profiles of U, Th, ^{40}K and ^{137}Cs in surface soils.



海洋堆積物中の放射性核種の化学的挙動

Behavior of Radionuclides in Marine Sediments.

海洋環境のうち河口域や内湾地域では、放射性核種が比較的速かに堆積物へ移行すると考えられる。そこでは、これらの核種が必然的に底棲生物の生態系にくみ入れられるであろうし、その存在形態が生物による摂取濃縮の重要な因子となることが推定される。本研究では、人間生活に關係の深い内湾域で、放射性核種が堆積物と周囲の海水との間でいかなる挙動を示すかを研究する目的で、まず堆積物中での存在状態を明らかにしようとした。

試料はFig. 1に示す地点の水深約20mの海底から採取したシルト質堆積物である。採取直後に堆積物を7000Gで20分遠心して間げき水を採取した。間げき水を $0.45\mu\text{m}$ のミリポアフィルターで沪過し、懸濁物と沪過水に分離した。一方、原堆積物を 110°C で4時間乾燥し、23.5gをプレスして直径5cm、厚さ8mmのディスクを調製した。また、原堆積物を乾燥してその30gを用いて、メタノール一アセトン混合溶媒、0.5M MgCl_2 、0.5M NaOH 、

1M HClの順で逐次溶出、遠心分離を行い、それぞれの上澄液を蒸発濃縮し、内径5cmのプラスチック皿上で蒸発乾固して γ 線測定用試料とした。残渣は、上に述べたと同様にプレスして厚さ6mmのディスクとした。測定は、低レベル放射能実験施設で、ORTEC 8501-1523S True coaxial Ge(Li) 検出器-4000チャンネル波高分析計を用いて行った。

Fig. 2に原堆積物の測定結果を示す。人工放射性核種としては ^{137}Cs が $0.30 \pm 0.014 \text{ pCi/g}$ 含まれており、上述の4種の溶剤では全く溶出しないことがわかった。また、間げき水およびその懸濁物中にも ^{137}Cs は検出されなかつた。したがって本試料中では、 ^{137}Cs はアルコール一アセトン可溶性有機物、イオン交換性フракション、フミン質には含まれず、また酸可溶性の形でも存在しないことが明かである。逐次溶出後の残渣には、原堆積物にくらべて約20%低い $0.24 \pm 0.01 \text{ pCi/g}$ の ^{137}Cs が検出されたが、これは試料の不均一性によるものと考えられる。以上の結果、一旦堆積物へ移行した ^{137}Cs は、おそらく無機イオン交換体としての粘土鉱物に強く結合しているものと考えられ、海水には容易に再溶解するものとは考えられない。

〔本研究は金沢大・理、分析化学研究室 寺田喜久雄教授により行われ、文部省科研費、総合研究(A)538019「環境放射性核種の化学形とその化学的・生物学的挙動に関する研究」p. 15~18にやや詳しく報告されている〕。

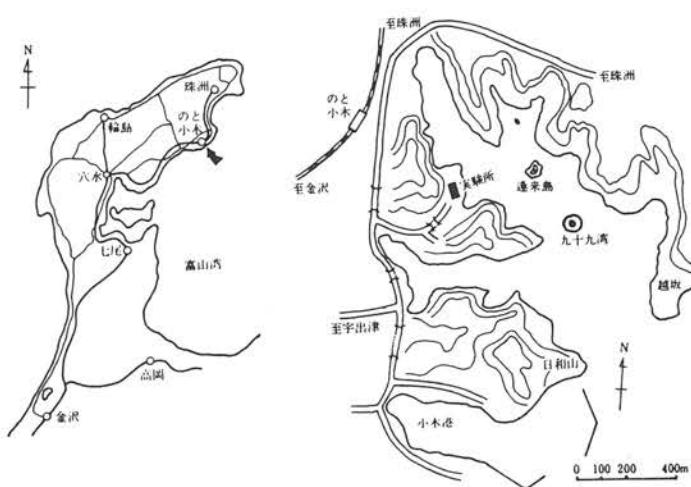


Fig. 1 Sampling site.

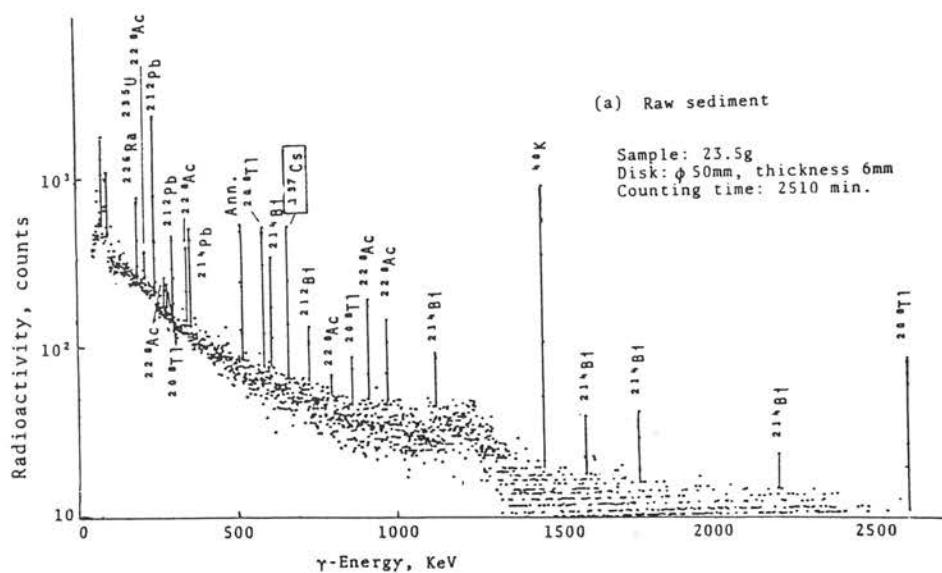


Fig. 2 γ -Spectrum of marine sediment sample (Tsukumo-Bay, Noto)

北潟湖の湖底堆積物柱状試料のフォールアウト核種の深度分布

Depth Profiles of Fall-out Radioactive Nuclides in Sediment Cores of Lake "Kitagata"

福井県北潟湖(Fig. 1)において採取された2本の底質柱状試料 [Core-A 96mmφ, 516.5mm長; Core-B 96mmφ, 493mm長] について²¹⁰Pbその他の放射性核種を測定し、それらの深度分布より堆積速度の評価を試みた。

[放射能測定]

Core-Aは、15分画試料から15個の測定線源(50mmφの円盤状に加圧成型)を、Core-Bは同様に14個の測定線源を作成した。放射能測定には、当施設のLEPS及びGe(Li)検出器を用い、各試料について1~2日間測定した。得られたスペクトルを解析し、LEPS測定より²¹⁰Pb, ²³⁸U(²³⁴Th γ線ピークより), また²¹⁴Pb, ²¹⁴Biのγ線ピークより²²⁶Raを, ²²⁸Acのγ線ピークより²²⁸Raを, さらに⁴⁰K, ¹³⁷Cs等の含有量(pCi/g)をそれぞれ求めた。

[測定結果]

Fig. 2にCore-Aの²²⁶Ra, ²²⁸Ac, ⁴⁰K濃度とともに, ²²⁶Raとの放射平衡量以上にあるexcess²¹⁰Pb濃度の深度分布を示す。横軸にg/cm²のほかにcmでも示した深度でもわかるように、空隙率φ(報文参照)は深さと共に減少し、Core-Aでは、深さ0~76mmで、0.94, Core-Bでは表層で0.96と非常に高い。excess²¹⁰Pbの指數関数的深度分布の勾配から堆積速度を求めるとき、Core-Aでは84mg/cm²y, Core-Bでは112cm²/cm²yとなる。空隙率φを考慮して最上層のみかけの堆積速度を求めるときCore-Aで6.1mm/y, Core-Bで11.8mm/yとなる。²¹⁰Pbの直接湖面への降下量に比して川水による横からの寄与が十分少ないものとすれば、excess²¹⁰Pbの各深度での濃度を合計して得た単位面積あたりの²¹⁰Pbの量は、この地域の²¹⁰Pbの全降下蓄積量Tとなり、Core-Aで56.6pCi/cm², Core-Bで65.4pCi/cm²と両者ほぼ近い値となる。また、年間平均降下量をPとすればT=P $\int_0^{\infty} \exp(-0.693/t_{1/2}) dt$ (但し、t_{1/2}は²¹⁰Pbの半減期22.26年)なので、これからPを求めると、Core-Aで1.76pCi/cm²y, Core-Bで2.04pCi/cm²yの値をうる。表層部分まで堆積速度が一定であるとすれば、²¹⁰Pb濃度のあまり変化していない3~4g/cm²までの表層部分については何らかの混合を考えなければ説明できない。さらにFig. 3には¹³⁷Cs(t_{1/2}=30y), ¹²⁵Sb(t_{1/2}=2.77y)等の人工フォールアウト核種の深度分布も示したが、かなり深いところに見られるこれらの濃度のピーク位置を、1963年前後の核実験由来フォールアウト降下量の多かったことの反映と考えると混合のみでなく空隙率大な堆積の初期の段階での深部への早い滲透を考えなければならない。

このように北潟湖のような非常に浅い湖においては、湖底表面層での混合や大きな空隙率による滲透の問題を考慮しなければならず、その際²¹⁰Pbのような単一核種のみでなく、他の天然及び人工フォールアウト核種の深度分布にも配慮することで、堆積速度、混合、滲透に対するより良い地球化学的情報が得られることがわかる。

[本研究は、福井県の委託研究として行なった。また1980年度日本地球化学年会において、大学院学生圓尾好宏によって口頭発表された]。

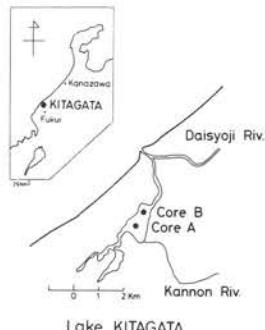


Fig. 1 Sampling points.

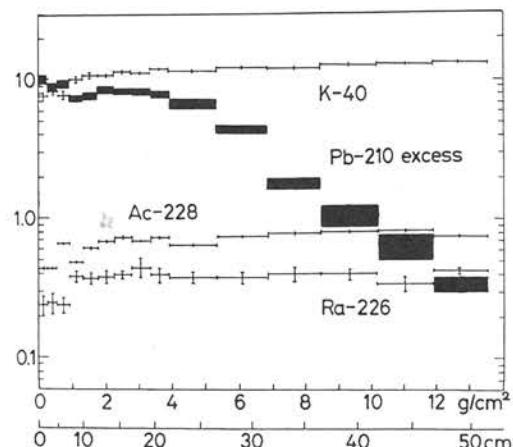


Fig. 2 Depth profiles of natural radioactive nuclides. (Core A)

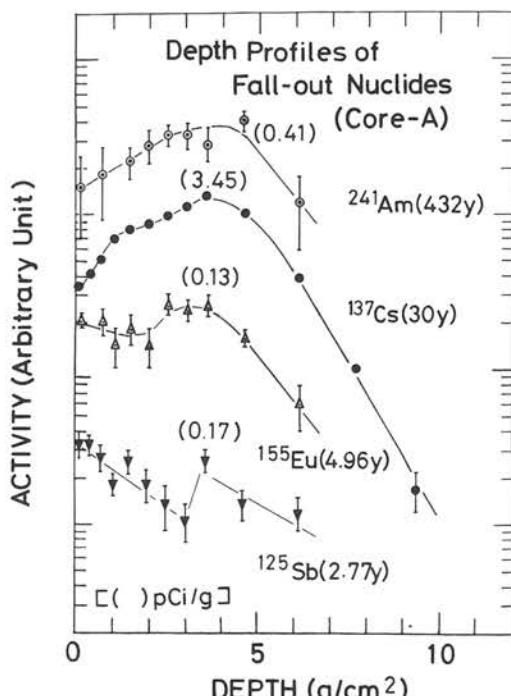


Fig. 3 Depth profiles of artificial radioactive fall-out nuclides. (Core A)

ウラン系列非平衡の非破壊または化学分離による測定

Measurement of U-series Disequilibrium
by Non-destructive γ and/or Radiochemical Method.

ウラン系列核種の非平衡は核地球化学的に貴重な知見を与える。一方、その測定法としては、放射化学分離・ α 測定の他にLEPS(Low Energy Photon Spectrometer)及びGe(Li) γ 線検出器を併用した非破壊 γ 線測定法も簡便な方法として注目される。本研究ではこれらの方法を用いて放射性鉱物および、かなり多量のUを含むリン酸塩化学肥料中のU系列核種の非平衡について検討を行った。

《試料》放射性鉱物4種(①岡山県人形峠産、燐灰ウラン石、②岐阜県土岐産、閃ウラン鉱、③カナダPo Lake産、閃ウラン鉱、④オーストラリア、Driver River産、鉄質沈積物)[動燃提供]および化学肥料(フロリダ産のリン鉱石などを原料とするリン酸塩肥料)[市販品]数種。

《 γ 線測定》鉱物試料では約0.5gをポリエチレンキャップ間にため、肥料では数10gをとり油圧プレスで直径5cmの線源を作成した。Ge(Li)測定では ^{214}Pb の γ 線(295, 352keV)より ^{226}Ra 量を求め、LEPS測定では ^{234}Th の γ 線(63, 93keV)より ^{238}U 量をそれぞれ間接的に求めた他、 ^{230}Th (67keV), ^{210}Pb (46keV)は直接定量した。なお検出効率は、KClおよびIAEA-U標準試料より調製した標準線源より求めた。

《化学分離 α 測定》鉱物数mg～数100mg、肥料約1gを8N-HClに溶解して得た溶液に ^{232}U (^{228}Th 含有)を収率トレーサーとして加え、塩酸系陰イオン交換法(DOWEX 1×8)によりUとThを分離した。UはDIBK(鉄の除去)、ついで酢酸エチルによる溶媒抽出法で精製し、Thは塩酸系陽イオン交換法(DOWEX50W×8)で精製、それぞれステンレス板上に電着して直径2cmの α 線測定線源を作成した。これについて、表面障壁型Si半導体検出器を用いた α スペクトロメトリーにより ^{238}U , ^{234}U , ^{230}Th を定量した。

《結果と考察》LEPS測定の例としてFig.1(a)(b)(c)に、鉱物試料②, ④、および ^{230}Th 以下の娘核種を含まない金属U箔のスペクトルを示す。Ge(Li)測定・LEPS測定による非破壊法の結果および α 測定を行った放射化学分離法の結果をFig.2に点線と実線を用いてそれぞれ示した。これから、つぎの結論を得た。

①は ^{238}U に対し娘核種の ^{230}Th , ^{226}Ra ともに平衡に達していない、比較的年代の若い二次鉱物。

②は ^{238}U , ^{230}Th , ^{226}Ra 間にほぼ放射平衡が成立している一次鉱物。

③は ^{230}Th , ^{226}Ra 以下の核種が親核種の ^{238}U より過剰にあり

^{230}Th の成長後にUが酸化溶脱した試料。

④は ^{238}U , ^{230}Th をほとんど含まず ^{226}Ra とその娘核種のみを含む特殊な非平衡の状態にあり、 ^{226}Ra が他の場所から溶脱し、二次的に捕集濃縮された試料。

リン酸塩化学肥料中のU含有量は約30～50ppmで、 γ 線測定と α 線測定の結果はほぼ一致した。なお ^{230}Th は非平衡状態のものもあることが、化学分離 α 測定法より判断された。一方非破壊測定による ^{226}Ra は平衡状態にないものが多い。これらの結果から、平衡状態はリン鉱石の年令のほか製造過程にともなう分別によって支配されていることがわかる。U量とリン含有量はほぼ相関があり、 $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ は1～1.2程度である。リン鉱石を原料とするリン酸塩肥料中のUは海洋起源のものを主とする考えられる。

非破壊 γ 線測定法は、放射化学分離・ α 線測定法に比べ多くの試料が必要であるが、均一性のよい試料では、i) 簡便、ii) 迅速、さらにiii) 試料をあとで他の分析用として使用できる、などの諸点から有効な方法であると考えられる。

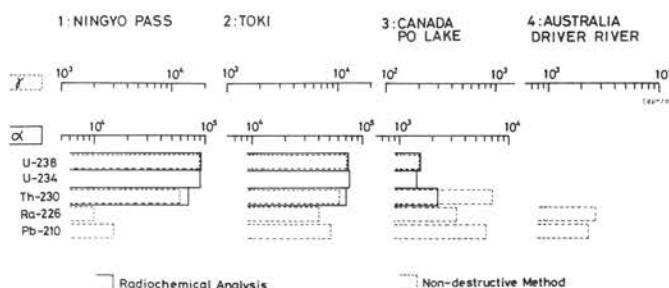


Fig. 2 Comparison of radioactivities as determined by α and γ method.

[本研究は主として大学院生 柳沢美樹男により行われた]。

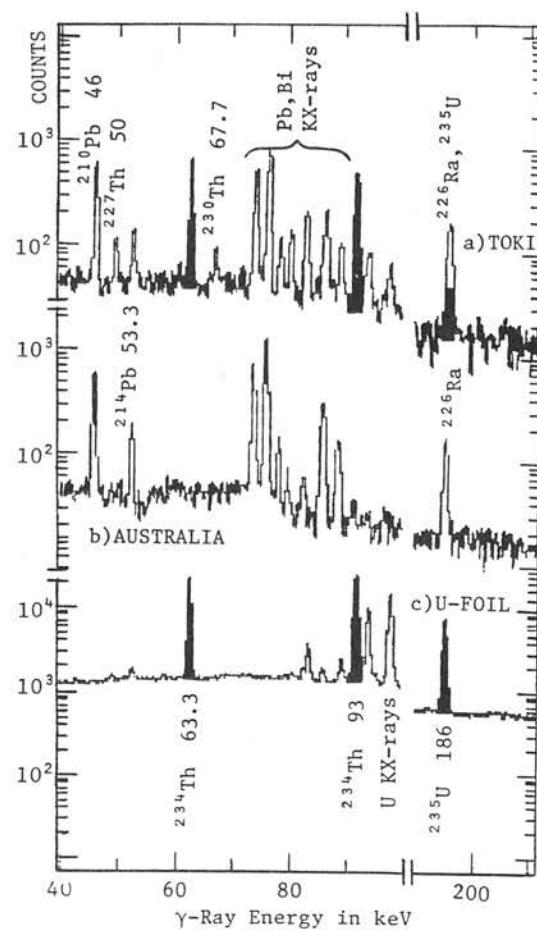


Fig. 1 Low Energy Photon Spectra.

非破壊 γ 線測定による化石サンゴの年代(α 線測定法および ^{14}C 法との比較)

Age Determination of Fossil Corals by Non-Destructive γ -Ray Measurement (Comparison of ages obtained by α -and ^{14}C -Method)

非破壊 γ 測定は数万年から20万年程度の化石サンゴの年代測定に有効である。これまで測定した約40個のサンゴの測定結果をTable 1にまとめて示す。これから、5千~1万年、5~7万年、10~14万年、20万年あるいはこれより古いものに大別できるようにみえる。本年度は非破壊法の精度と信頼性を検討するため、(1)現世サンゴの年輪の分析によるInitial $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ の測定、(2) α 測定による $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 法との相互比較、(3) ^{14}C 法との比較および(4) $^{210}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 法による年代測定の可能性の検討を行った。

(1) Initial $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ 比の測定

直径約1mのきのこ状の現世サンゴ(1979年8月沖縄島で採取p. 2写真参照)を1cm厚に切断し、年輪にそつて過去30年にさかのばる測定試料を採取して非破壊 γ 測定を行った。その結果Fig. 1に示すように、 ^{226}Ra 濃度は有機成分も多いとみられる最外殻(1.5dpm/g)をのぞいて一定で平均0.047dpm/g、また ^{238}U 濃度もほぼ一定で $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ 比として 0.027 ± 0.003 を得た。この値は、サンゴの生育環境によって異なることもあり得るが、これまで用いていた0.015よりも妥当と思われる。

(2) α 測定による $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 法との比較

Table 2に同一の化石試料について非破壊 γ 測定と α 線測定で求めた核種濃度と年代値を示す。表からわかるように、両法の結果は全般的によく一致している。特に非破壊法による ^{226}Ra の値と α 法による ^{230}Th の値の一一致は極めてよい。 ^{238}U の値は一般に α 法の方が精度よいが、直径の大きなLEPSを用いれば α 法に匹敵する精度が得られるものと期待される。

(3) ^{14}C 法との比較

1万年より新しい試料では ^{14}C 法の精度が非常によい。喜界島でボーリングにより採取した5個の化石サンゴ試料について非破壊 γ 測定法と ^{14}C 法による年代値の比較を行った。結果をTable 3に示す。非破壊法の値は $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 、 $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ の初期値を従来の0.015、0.015として求めたものと(1)で述べた値をもとにそれぞれ0.025、0.027として求めたものを示した。これにより非破壊 γ 法による年代値は ^{14}C 法による値にかなり近くなることがわかった。

(4) $^{210}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 法による年代測定の可能性

^{210}Pb は γ 線の分岐比が小さく、同軸型のGe(Li)検出器による ^{226}Ra の測定精度に比べて精度は劣るが ^{210}Pb (46.5keV)と ^{238}U (^{234}Th の63.5keV)はLEPS測定だけで同時定量できる利点がある。Fig. 2は化石サンゴで得られた $^{214}\text{Pb}/^{234}\text{Th}$ 比と $^{210}\text{Pb}/^{234}\text{Th}$ 比を比べたものである。十分とはいえないが、かなり良い相関がみられ $^{210}\text{Pb}/^{234}\text{Th}$ 比から試料の新旧に関する定性的は判定が可能である。

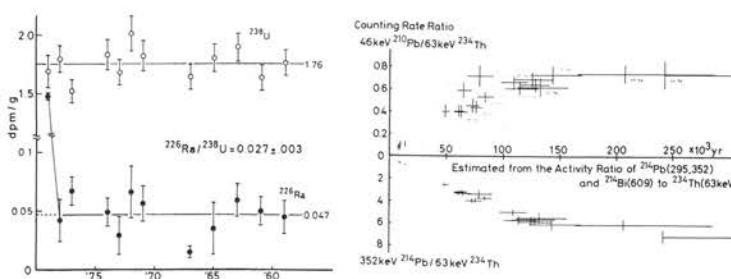


Fig. 1 ^{226}Ra and ^{238}U concentrations of growth ring of modern coral.

Fig. 2 Correlation of $^{210}\text{Pb}/^{234}\text{Th}$ and $^{214}\text{Bi}/^{234}\text{Th}$ ratios.

Table 1. Results of non-destructive dating.

| Code Name | Suggested Age | Sample Location and Stratigraphic Unit | $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ Age ($\times 10^3\text{y}$) |
|-----------|--------------------|--|--|
| CK-M1 | Present-day | Kikai, Fore-reef Slope | 0 |
| N2723 | Late Holocene | " , Raised Coral Reef | 4.6±.9 |
| CK-19 | Latest Pleistocene | " , Araki Limestone(L.S.) | 53 ± 6 |
| GH-1 | Late Pleistocene | Minami-daito, Kaiunbo L.S. | 123 ± 15/-13 |
| GH-3 | " | " | 128 ± 24/-19 |
| CH-1 | Late Pleistocene | Hateruma, Terrace IV | 114 ± 16/-13 |
| CH-2 | " | " | 125 ± 21/-17 |
| CH-3 | " | " | 128 ± 19/-14 |
| YT-1 | Late Pleistocene | Kikai, Kamikatetsu L.S. | 73 ± 6 |
| YT-2 | " | " , Araki L.S. | 49 ± 4 |
| YT-3 | " | Kamikatetsu L.S. | 76 ± 6 |
| YT-4 | " | " | 61 ± 5 |
| YT-8 | " | " | 76 ± 9 |
| YT-9 | " | " | 63 ± 6 |
| YT-11 | " | Araki L.S. | 46 ± 3 |
| YT-12 | " | Unnamed Basement | > 300 |
| YT-14 | " | Kamikatetsu L.S. | 80 ± 6 |
| YT-16 | " | " | 63 ± 6 |
| TT-6A | Early Holocene | Kikai, Coral Reef, Borehole#6 | 6.3±.7 |
| TT-8A | " | " , Borehole#8 | 8.0±.7 |
| TT-9A | " | " , Borehole#9 | 9.8±.7 |
| TT-10A | " | " , Borehole#10 | 9.3±1.0 |
| TT-10B | " | " , " | 13.8±1.0 |
| CH-4 | Late Pleistocene | Hateruma, Terrace I | 140 ± 28/-23 |
| CH-5 | Middle Pleistocene | " , Terrace I | > 270 |
| CH-6 | " | " , " | 209 ± 80/-44 |
| CH-7 | Late Holocene | Sand Dune | < 2.1 |
| CH-8 | Middle Pleistocene | Terrace II | > 205 |
| CH-9 | " | " | > 207 |
| CH-10 | " | " | 220 ± 50/-30 |
| CH-11 | Late Pleistocene | Terrace IV | 146 ± 24/-20 |
| CH-12 | " | " | 133 ± 16/-14 |
| CH-13 | " | " | 114 ± 12/-11 |
| CH-14 | " | " | 128 ± 15/-12 |
| CH-15 | Middle Pleistocene | Terrace II ? | 160 ± 20/-17 |
| CH-16 | Late Holocene | Sand Dune | 1.7±.8 |

Table 2. Comparison of non-destructive method with α method.

| Code Name | Non-destructive γ -ray Measurement | | α -ray Measurement | | | |
|-----------|---|------------------------------|--|---------------------------|------------------------------|--------------|
| | ^{238}U (ppm) | ^{226}Ra (dpm/g) | Estimated Age ($\times 10^3\text{y}$) | ^{238}U (ppm) | ^{230}Th (dpm/g) | |
| CH-1 | 2.95±.19 | 1.61±.02 | 114 ± 16/-13 | 2.61±.12 | 1.62±.08 | 150 ± 26/-22 |
| CH-3 | 2.61±.19 | 1.59±.01 | 143 ± 26/-20 | 2.45±.14 | 1.59±.05 | 167 ± 33/-24 |
| GH-3 | 2.84±.15 | 1.61±.04 | 123 ± 15/-13 | 2.75±.11 | 1.53±.06 | 119 ± 14/-12 |
| GH-3 | 2.45±.20 | 1.42±.02 | 128 ± 24/-19 | 2.63±.07 | 1.46±.03 | 116 ± 7/-6 |
| YT-9 | 3.47±.21 | 1.28±.03 | 63.0±6.0/-5.5 | 3.49±.16 | 1.28±.03 | 50.5±4.5 |
| YT-16 | 2.70±.20 | 1.03±.03 | 65.0±7.5/-6.0 | 2.97±.14 | 0.95±.04 | 50.0±4.0 |
| CH-7 | 3.39±.19 | 0.46±.010 | < 2.1 | 3.60±.15 | .054±.006 | 0.5±.3 |

Table 3. Comparison of non-destructive method with ^{14}C method.

| Code Name | Weight (g) | $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ Method | | ^{14}C Method* | |
|-----------|---------------|---|----------|----------------------------------|-----|
| | | (a) ($\times 10^3\text{y}$) | (b) | (a) ($\times 10^3\text{y}$) | (b) |
| TT-6A | 50.73 | 6.25±.70 | 5.20±.80 | 3.57±.10 | .09 |
| TT-8A | 48.02 | 7.95±.65 | 7.10±.65 | 6.88±.11 | |
| TT-9A | 50.53 | 9.80±.65 | 8.90±.60 | 8.73±.11 | |
| TT-10A | 44.93 | 9.25±.95 | 8.40±.85 | 8.35±.11 | |
| TT-10B | 50.65 | 13.8±1.0 | 12.7±1.0 | 7.62±.11 | |

* Calculated with the half-life of 5730 y (by T. Tanaka)
(a) $r_0 = 1.15$, A = 0.015, B = 0.015 A: initial Io/U ratio
(b) $r_0 = 1.15$, A = 0.025, B = 0.027 B: initial Ra/U ratio

[この研究は大学院生 桜井次郎が修士課程の研究課題としておこなった。1980年度地球化学討論会(鹿児島大)2C05で発表した。 ^{14}C 法による年代測定は、地学科大学院生田中武男による]。

化石骨と非破壊 γ 線スペクトロメトリー

Non-destructive γ Ray Spectrometry for Fossil Bone.

考古学人類学上で重要な遺跡から発掘された化石骨中の諸放射性核種の含有量は、ウラン系列非平衡を利用する年代測定についての知見を直接に与えるほか、線量評価を要するESR年代測定法においても有意義な情報を提供する。当施設で開発され、すでに化石サンゴに適用してその有効性をみとめた非破壊年代測定法(LLRL-AR-3 p11, AR-4 p13, 本報p.10)を化石骨にも適用しうるかどうかの検討を、国連UNESCOから南米ウルグアイ遺跡出土化石骨の研究依頼もあったので行った。人骨や獣骨のウラン含有量はもともとは多くないが、リン酸カルシウム質であるため埋没周辺環境地下水からウラン等をとりこみ、石灰化をともなう化石化のさいにウランが富化し、しかもそれ以後ある程度閉鎖系を形成すれば、化石骨中での娘核種 ^{230}Th (さらにその娘諸核種)の成長は、いわばこれよりも古いという最小年代を与えることとなる。今回粉末にしてのち5cm ϕ の円盤状にプレスして固め、LEPSおよびGe(Li) γ スペクトロメトリーを行って研究したのは下記の化石骨試料である。

- i) 東大・西アジア調査団によるイスラエルAmud洞窟1961年出土の獣骨試料「B2-middle up」。すでに α 測定により研究したもの[Sakanoue, Yoshioka, Quaternary Research, 13, 220(1974)]。
- ii) ウルグアイ Salto Grandeにおいて、水力発電所建設で水没することとなるため、UNESCO, フランスその他の国際共同研究のもと発掘調査され、出土した化石骨試料4種、いづれも粉碎前に、ブラッシュイング、超音波洗滌ができるだけ行い付着していた土壌を除去した。

Fig. 1には γ スペクトルの実例をAmud試料によって示す。Tableには ^{234}Th の63.3keVピーク計数値から求められる ^{238}U 量、 ^{214}Bi ピーク計数値から求められる ^{226}Ra 量を、 ^{210}Pb (46.5keV)および ^{228}Ra (^{228}Ac ピークより)含有量とともに示す。Amud化石骨については一応 $^{226}\text{Ra}/^{228}\text{U}$ 比より年代推算が可能であったが、この場合も ^{238}U 含有量は α 測定による値とよく一致したにもかかわらず、 ^{226}Ra 量は ^{230}Th 量($1.47 \pm 0.07\text{dpm}$)に比し少く、 $^{230}\text{Th}/^{238}\text{U}$ 比による年代に比し若くなり、 ^{226}Ra の逸失の可能性を示唆する。一方Salto Grande産化石骨のウラン濃度は低く、 ^{226}Ra , ^{210}Pb は放射平衡量以上に存在し、しかもなお土壌の混入を示すトリウム系列の ^{228}Ra の存在をみとめた。このようにSalto Grande化石骨は風化汚染のため年代測定には不適当な試料であることがわかった。なおフィショントラック法によるウラン分布もFig. 2に示すごとく不均一で、均一分布を示したAmud試料に比し年代測定に妥当でないことがわかった。

Table Results for fossil bones.

| | ^{238}U ppm | ^{226}Ra dpm/g | $^{226}\text{Ra}/^{238}\text{U}$ % equil. | Age 10^4y | ^{210}Pb dpm/g | ^{228}Ra dpm/g |
|--------------|-------------------------|----------------------------|--|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Amud#1 | $7.80 \pm .77$ | $5.82 \pm .58$ | $0.95 \pm .07$ | 16.3 ± 2.0 | $1.8 \pm .3$ | — |
| Salto Grande | | | | | | |
| #1 | $0.94 \pm .17$ | $0.70 \pm .13$ | $0.87 \pm .04$ | 124 ± 24 | — | $1.08 \pm .13$ |
| #2 | $0.77 \pm .15$ | $0.57 \pm .12$ | $1.07 \pm .04$ | 188 ± 41 | — | $0.75 \pm .11$ |
| #3 | ~ 0.1 | ~ 0.08 | $1.07 \pm .04$ | — | — | $0.47 \pm .13$ |
| #4 | $1.40 \pm .19$ | $1.04 \pm .14$ | $1.97 \pm .05$ | 189 ± 26 | — | $1.36 \pm .20$ |

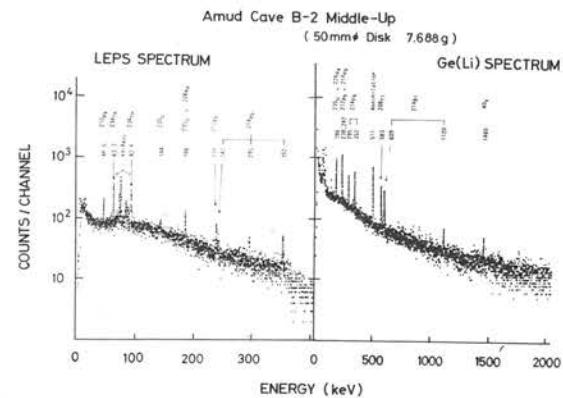


Fig. 1 Examples of γ Spectra of fossil bones.

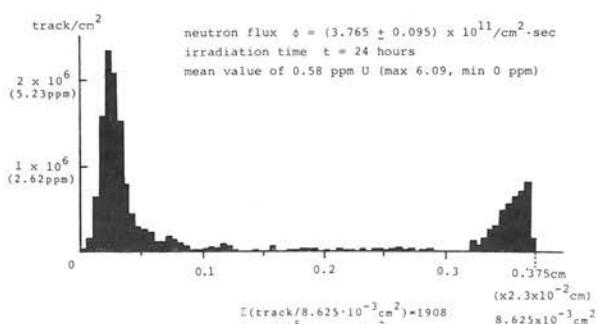


Fig. 2 Distribution pattern of uranium (Salto Grande No.1)

[本研究は文部省科研費特定研究「古文化財」の一部として行われ、1980年度日本地球化学会年会において大学院生 桜井次郎によって発表された。なおフィショントラック研究は理学部放射化学研究室中西孝講師の協力による]。

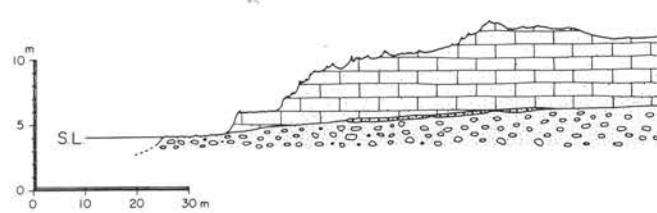
徳之島“亀津層”(琉球石灰岩)産化石サンゴ(*Acropora* sp.)の $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 年令

$^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ Ages of Hematypic Corals (*Acropora* sp.) from "Kametsu Formation" on Toku-no-shima, Ryukyu Islands

化石硬組織中の $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 比に基づいた放射年代測定法は、とくに礁性サンゴ化石に適用され、これまででも南西諸島の隆起サンゴ礁の時代決定に役立ってきた。しかしながら、サンゴ化石の場合、続成変質作用をうけ、その初生的な骨格構成物であるアラレ石が、常温常圧下での安定相である方解石へ変化していることが多い。そのような化石試料では、他の微量元素同様ウラン系列の放射性同位体についても、生物体の死後閉鎖系が保持されてきたとは考えられず、信頼できる放射年令を得ることは不可能である。南西諸島全域にわたって広く更新世の隆起サンゴ礁が分布するとはいえ、上記方法の適用に耐える試料の発見は、今までのところ喜界島・南大東島・波照間島など数島からにすぎない。そのため、各島間の礁性堆積物の対比には、未解決の点も多く、できるだけ多くの地点で未変質サンゴ化石試料の発見と、それらの放射年代測定が急務といえよう。

ここで略報するのは、これまで全く信頼できる放射年代が得られていなかった鹿児島県徳之島の更新統(Hanzawa, 1935, の Riukiu Limestone の最上部; 中川, 1967, よる亀津層)から採集された礁性サンゴの一種 *Acropora* sp. の分析結果(下表)である。採集地点は島の最南端伊仙崎(東経128° 56.3', 北緯27° 39.4')で、その周辺には巾約100 m, 最高高度約9 mの段丘地形が数kmにわたって発達している。採集された化石試料は、いずれもこの段丘を構成する礁性石灰岩(下図)からのものである。とくに未変質試料および続成変質による二次鉱物(方解石)が5%未満の3試料については、異なった2種の $^{232}\text{U}-^{228}\text{Th}$ スパイクをウランおよびトリウム同位体の収率を得るためにトレーサーとして用い、分析をくり返した。

その結果、亀津層の放射年代値として、 $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ 法の適用限界に近いか、あるいはそれを越える値(30万年以上)が下表右のように得られた($\text{ka} = 1000$ 年)。また $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 比に基づく ^{234}U 年代は387,000~709,000年と推定された。すなわち、亀津層の年代値は30万年以上、そしてその上限は約70万年と推定される。結局、これまでに報告してきた他島の更新世隆起サンゴ礁と比較すると、徳之島には喜界島などで見られる最終間氷期やその後の数回の亜間氷期に形成された礁性堆積物(Konishi et al., 1974)の陸上露出がないという結論が導かれる。以上の結果は、少なくとも過去12万年間は、徳之島付近が沈降傾向にあることを示唆しているといえるかもしれない。



| Sample No. | Calcite (wt %) | Isotope Concentraion | | | | Activity Ratio | | | Estimated ^{230}Th Age (ka) |
|------------|-------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
| | | ^{238}U (ppm) | ^{234}U (dpm/g) | ^{232}Th (ppm) | ^{230}Th (dpm/g) | $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ | $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ | $^{230}\text{Th}/^{234}\text{U}$ | |
| 80-2-9-5 | 0 | 3.07±0.05 | 2.30±0.04 | < 0.02 | 2.32±0.04 | 1.01±0.02 | | 1.01±0.02 | > 468 |
| | | 3.02±0.05 | 2.33±0.04 | < 0.02 | 2.29±0.04 | 1.03±0.01 | | 0.983±0.021 | 423 ^{+∞} ₋₇₈ |
| 75-11-10-1 | < 1 | 3.52±0.08 | 2.70±0.06 | < 0.02 | 2.70±0.06 | 1.03±0.02 | | 1.00±0.03 | 486 ^{+∞} ₋₁₃₄ |
| | | 3.41±0.09 | 2.60±0.07 | < 0.02 | 2.60±0.06 | 1.02±0.02 | | 1.00±0.03 | 529 ^{+∞} ₋₁₆₉ |
| 75-11-10-2 | 3 | 3.34±0.04 | 2.58±0.03 | 0.0464±0.0085 | 2.63±0.06 | 1.04±0.01 | 236 ± 43 | 1.02±0.03 | > 407 |
| | | 3.42±0.05 | 2.55±0.04 | 0.0257±0.0034 | 2.46±0.03 | 1.02±0.01 | 392 ± 52 | 0.943±0.018 | 301 ⁺³⁵ ₋₂₇ |
| 80-2-8-3 | 5 | 3.22±0.04 | 2.41±0.03 | < 0.02 | 2.50±0.04 | 1.00±0.01 | | 1.04±0.02 | ∞ |
| 80-2-9-2 | 5 | 3.26±0.04 | 2.45±0.03 | 0.0441±0.0077 | 2.07±0.04 | 1.01±0.01 | 196 ± 34 | 0.845±0.018 | 201 ⁺¹³ ₋₁₂ |
| 80-2-9-4 | 9 | 2.88±0.04 | 2.14±0.03 | < 0.02 | 1.69±0.06 | 1.00±0.01 | | 0.790±0.028 | 169 ⁺¹⁶ ₋₁₃ |
| 75-11-10-4 | 21 | 2.83±0.07 | 2.11±0.05 | < 0.02 | 2.00±0.08 | 1.00±0.02 | | 0.948±0.045 | 320 ⁺²²⁰ ₋₇₀ |
| 75-11-10-5 | 43 | 2.59±0.06 | 1.93±0.04 | 0.114±0.016 | 2.25±0.06 | 1.00±0.02 | 82.3±11.8 | 1.17±0.04 | ∞ |

[本研究は理学部地学教室の大村明雄により行われ、日本古生物学会1981年年会で一部が報告された]。

¹⁴C 法による造礁生物化石の年代測定 (IV)

Radiocarbon Dating of Reef-Building Organisms (IV)

南鳥島（マーカス島）(24° 17' N : 153° 59' E)は、日本の東南端に位置し、本領土内で太平洋プレート上有る唯一の島として、ウエーク環礁や多数の海山とともに、西北西方向にならぶマーカス、ウエーク海山群をつくる(Fig. 1)。固定ホットスポット仮説をはじめ、太平洋底の水平及び垂直方向の構造運動史を明らかにする上で重要な位置にある。同島は、これまで中部太平洋域における典型的な隆起環礁の一つとして、よく引用されてきたが、その根拠の一つに、島の北西岸の高潮線上に露出する“離水サンゴ礁”的存在があった。この“離水サンゴ礁”的実体を明らかにし、同島の隆起の歴史に関する知見を得る目的で、この地質構造上、特異な位置にある同島を、昭和54年5月に調査した。“離水サンゴ礁”をさる2本の測線上より計14ヶのイシサンゴ化石を採集し、放射炭素年代測定を行った結果を報告する(Fig. 2)。

野外調査の結果、“離水サンゴ礁”的名稱は不適で、離水した海浜礫岩であることが明かになったが、同礫岩を構成する異地性イシサンゴ礫の¹⁴C 年令の平均値は、2838±206 B. P. と、完新世後期を示し、産状から明らかに堆積時期の異なると考えられる一試料を除き、皆、ほぼ同時期の、おそらく相対的な高海水準停滞期の堆積物であることが判明した。なお表には、海浜礫岩以外に、外洋に面した現生サンゴ礁の礁原ならびに礁壁の現地性イシサンゴ4ヶの放射炭素年令値も併記してあるが、これは、学習院大木越研究室の測定によるものである(Table 1.)。

Table I. Radiocarbon Dates of corals, Minamitorishima.

| | Net CPH/g C ₆ H ₆ | Asample Astandard × 0.95 | T _{1/2} (5568 y) |
|---------------------|---|-----------------------------|------------------------------|
| TRAVERSE A: | | | |
| 79051417 (KL-60) | 6.221 | 0.8360 | 1440±110 |
| 1418 (KL-61) | 5.120 | 0.6881 | 3000±120 |
| 1419 (KL-68) | 5.218 | 0.7012 | 2850±110 |
| 1420 (KL-69) | 5.356 | 0.7198 | 2640±110 |
| 1421 (KL-70) | 4.991 | 0.6707 | 3210±90 |
| 1422 (KL-71) | 5.067 | 0.6810 | 3090±120 |
| TRAVERSE B: | | | |
| 79051404 (KL-57) | 5.500 | 0.7391 | 2430±110 |
| 1405 (KL-58) | 5.175 | 0.6955 | 2920±110 |
| 1406 (KL-59) | 5.375 | 0.7223 | 2610±120 |
| 1407 (KL-63) | 5.331 | 0.7164 | 2680±110 |
| 1408 (KL-64) | 5.293 | 0.7113 | 2740±100 |
| 1409 (KL-65) | 5.178 | 0.6959 | 2910±100 |
| 1410 (KL-66) | 5.139 | 0.6906 | 2970±100 |
| 1411 (KL-67) | 5.216 | 0.7010 | 2850±100 |
| REEF CREST: | | | |
| 79051306 (Gak-8477) | — | — | 2130±100 |
| 1307 (Gak-8478) | — | — | 2880±140 |
| REEF FLAT: | | | |
| 79051302 (Gak-8475) | — | — | 540±140 |
| 1303 (Gak-8476) | — | — | 1280±120 |

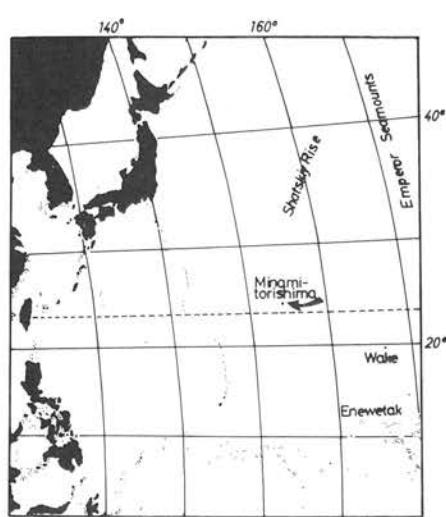


Fig. 1 Index map showing the location of Minamitorishima (Marcus).

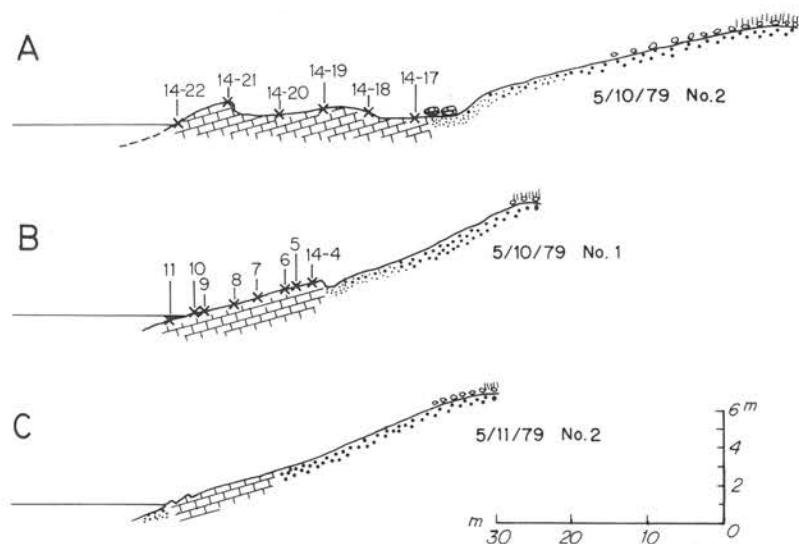


Fig. 2 Topographic profiles showing the sites of the C-14 dated corals.

[本研究の成果は、小西・大村・田中武男の連名で、「南鳥島（マーカス島）の“exposed reef”的放射年代とその意義」として、日本古生物学会1981年度年会で口頭発表された]。

イシサンゴ骨格年代学による表層海水中の放射性炭素濃度の経年変動

Secular Variation of Radiocarbon Concentration in Surface Seawater: Sclerochronological Approach.

イシサンゴの骨格が一年ごとに刻む年輪を用いて、太平洋海域における表層海水中の核種組成の経年変動を明らかにすることを試みた。今回はことに溶存する無機炭素(DIOC)に注目した。材料は、西太平洋中緯度海域の沖縄県那覇港外水深6mと、低緯度のボナペ島ジョカジ水道東南、水深1.5mから採られたハマサンゴの一種(*Porites lutea*)である。厚さ6mmの切片のレントゲン透過撮影から、前者には1913年から1979年までの67年間、後者には1970年から1980年までの10年間の成長記録が読み取れ、この各年間成長片を順次外側から削り、測定用試料とした。なお比較のため、汚染度を異にする沖縄県本部町瀬底の水深5m産同一種で1936年より1980年までの記録を残すものも分析した。 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比の測定にはベンゼン合成後に液体シンチレーションカウンターを、 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比の測定は、マツキニー型気体同位体比測定用質量分析計を用いた。

その結果、次のことが明らかになった。

(1) 那覇港外産試料のしめす過去67年間の、沖縄海域の表層海水中の放射性炭素濃度の経年変動は、大局的には、フロリダ海域より報告された傾向と、よい一致を示し、中緯度海域では西太平洋も北大西洋も、よく似た値と変動を示す(Fig. 1)。

(2) 化石燃料の大量消費に由来する大気中の放射性炭素濃度の低下(シュース効果)は、沖縄海域でも明らかで、測定値から外挿して得られる1900年より1950年までの減少量(13%)は、同じ期間のフロリダ海域で観測された量にはほぼ一致する(Fig. 2)。

(3) 1950年代中頃から60年代前半にかけて行われた大気内核実験の影響は、沖縄海域でも明瞭に認められるが、大西洋の中緯度海域より早く既に1955年頃より出はじめ、1972~73年の極大値に達する前の1956年から1960年の間に、大西洋では未報告の小さな極値が認められる。核実験地から余り離れぬ沖縄海域では、既報値より短かい滞留時間で付近海域に入った可能性が強い(Figs. 1および2)。

(4) 核実験による汚染前のベースライン値及び1972~73年の極大値は、それぞれ大西洋の中緯度及び太平洋の中緯度の海水の直接測定値とよい一致を示す。またボナペ産試料は、低緯度熱帯海域の放射性炭素濃度が、中緯度に比べ低いことを追証した(Fig. 1)。

(5) 1960年以降の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比の変動の、3つの試料の間の差は、都市化とともになう有機炭素の海水への混入汚染の割合を反映しているものと考えられる。

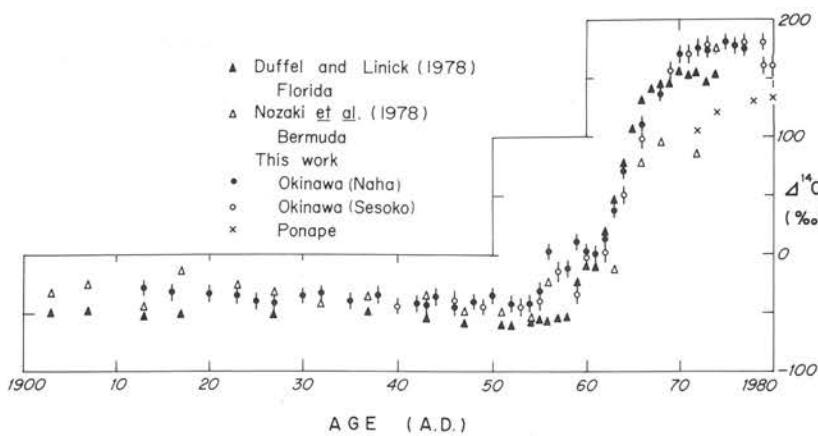


Fig. 1 The $\Delta^{14}\text{C}$ for *Porites lutea* from Naha, Sesoko and Ponape. Two Atlantic data are also included for comparison.

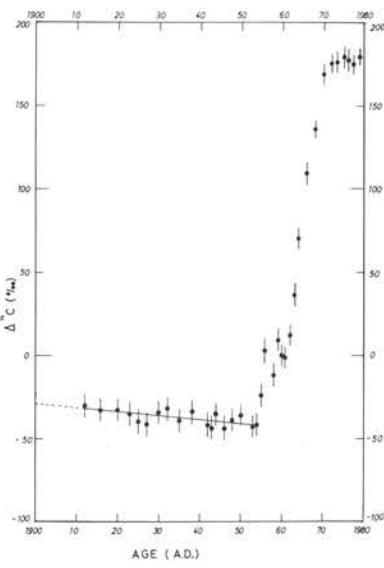


Fig. 2 The $\Delta^{14}\text{C}$ for *Porites lutea* from Naha during its growth period from 1913 to 1979.

[本研究は昭和54年度文部省科研費特定研究環境科学「沿岸堆積物および造礁サンゴの各種分析による汚染物質の挙動及び環境変動(403069)」により、金沢大・理・大学院生 田中武男(現、東大洋研・大学院)の協力で行われ、成果の一部は、小西・田中・阪上の連名で、第4回サンゴ礁国際会議で発表され、同会議出版物に投稿中である]。

紙テープリーダー
アンリツ DPT6A-AP

ペンレコーダー
ナショナル VP-6723A

リニアレートメータ
NAIG 社 D-106

マルチプレクサー
NAIG 社 E-555

AD コンバータ
NAIG 社 E-551

蒸留水製造装置
ヤマト WG-21型

定温乾燥器
池本理化 SA-1

新規納入設備

(主として科研費等による)

使用量

| | |
|------|-------------------|
| 液体窒素 | 5,144 ℥ |
| A重油 | 1,901 ℥ |
| 電気 | 87,590 KWH |
| 水道 | 628m ³ |

人事

《施設職員》

| | |
|-----------------|---------|
| 施設長(併) (教 授) | 阪 上 正 信 |
|-----------------|---------|

| | |
|-----|---------|
| 教 授 | 阪 上 正 信 |
|-----|---------|

| | |
|-------|---------|
| 助 教 授 | 小 村 和 久 |
|-------|---------|

| | |
|-----|---------|
| 技 官 | 加 藤 岩 夫 |
|-----|---------|

| | |
|-------|---------|
| 事務補佐員 | 中 本 美智代 |
|-------|---------|

《運営委員》 (任期 54年5月～56年5月)

| | | |
|-------|---------|---------|
| 理 学 部 | 小 西 健 二 | 寺 田 喜久雄 |
|-------|---------|---------|

| | | |
|-------|---------|---------|
| 医 学 部 | 久 田 欣 一 | 米 山 良 昌 |
|-------|---------|---------|

| | | |
|-------|---------|---------|
| 薬 学 部 | 宮 崎 元 一 | 正 宗 行 人 |
|-------|---------|---------|

| | | |
|-------|---------|---------|
| 工 学 部 | 平 井 英 二 | 山 本 善 一 |
|-------|---------|---------|

| | | |
|---------|---------|--|
| 教 育 学 部 | 瀬 嵐 哲 夫 | |
|---------|---------|--|

| | | |
|-------|---------|--|
| 教 養 部 | 定 塚 謙 二 | |
|-------|---------|--|

| | | |
|---------|-------|--|
| 医 療 技 術 | 安 東 醇 | |
|---------|-------|--|

《研修員》

ラウ・ハウ・ムイ (マレーシア)

55. 6. 5 ~ 8. 29

IAEA計画による技術研修員

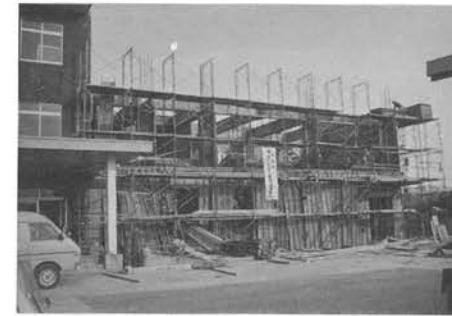
研究報告・解説



土間砂利敷(3月2日) (P5記事参照)



土間配筋(3月5日)



二階柱及び梁型枠(3月19日)



軸体完了(4月24日)

阪上正信、小村和久、"In-Situ" γスペクトロメトリーの経験とモニタリングへの応用。京大原子炉実験所報告、KURRI-TR-185 p. 10 (1979)。

M. Sakanoue, T. Nakanishi, M. Takei, M. Yajima, M. Senaga, H. Kitazawa and Y. Seki, Plutonium Isotopes in Sea Waters. J. Radiat. Res., 21 p. 65 (1980).

K. Komura, M. Sakanoue, Cross Section Measurements of Plutonium-Isotope Producing He-3 Reactions on U-238. J. Nucl. Sci. Technol., 17 p. 647 (1980).

M. Yamamoto, S. Yamomori, K. Komura and M. Sakanoue, Behavior of Plutonium and Americium in Soils. J. Radiat. Res., 21 p. 204 (1980).

M. Honda, K. Horie, M. Imamura, K. Nishiizumi, N. Takaoka and K. Komura, Irradiation History of the Kirin Meteorite. Geochim. J. 14 p. 83 (1980).

小村和久、γ線スペクトロメトリー In-Situ Ge (Li) 測定を中心として、日本化学会編、化学総説、No.29、核現象と分析化学、学芸出版センター、p. 27 (1980)。

阪上正信、中西 孝、粒子トラップ法、同上。p. 7 (1980)。

K. Komura, M. Sakanoue, Rapid Measurements of ²²²Rn and Other Radionuclides in Water by In-Situ Ge (Li) Spectrometry. Second Special Symposium on Natural Radiation Environment, III-B-8, Jan. 19-23, Bombay, (1981).

M. Sakanoue, Y. Maruo and K. Komura. In-Situ Low-Level γ Ray Spectrometry and X ray Fluorescence Analysis. International Symposium on Methods of Low-Level Counting and Spectrometry, IAEA-SM-252/6 (1981).

阪上正信、小村和久、中西 孝、大槌湾周辺における環境放射線と放射能の研究。東京大学海洋研究所大槌臨海研究センター報告第6号。p. 33 (1981)。

昭和55年度 見学来訪・調査出張の記録

- 昭和55. 4.24 ◎昭和55年度第1回運営委員会（於 理学部）
 5.16 薬学部学生40名見学・実習
 5.22 ◎昭和55年度第2回運営委員会（持ち回り）
 5.26 薬学部学生40名見学・実習
 6.17~21 [福井県三方郡美浜町、高浜町周辺環境放射能調査]
 6.18 文部省大臣官房会計課管財班企画調査係長木下瞬春氏見学
 7. 3 理学部化学科第3学年生32名学生実験見学・実習
 7.12 東京大学理学部木村敏雄教授来所、北陸原子力懇談会講習会参加者30名見学
 7.22 米国大使館ONR, Francis A. Richards 教授来所
 7.26~8.8 [東京大学大槌臨海研究センターにて環境放射能調査]
 8.25~26 New South Wales 大学（オーストラリア）岡本和人教授、動力炉核燃料開発事業団資源部
 　　海外調査室長奥野孝晴氏、同 中部探鉱事務所所長菊地清氏、同 探鉱課長稻積煌氏
 　　講演及びゼミナールのため来所
 9.13 福井医科大学 長井幸史氏、学生12名見学
 9.25 特定研究「古文化財」年代測定班全体集会参加者見学
 10. 9 東京大学海洋研究所堀越増興教授来所
 11. 4 文部省大臣官房会計課第四予算班主査八木淑夫氏見学
 11. 6 ◎昭和55年度第3回運営委員会（於 理学部）
 11. 8 医療技術短期大学学生50名見学
 11.17 東京大学名誉教授日本学士院会員水島三一郎氏来所
 11.18~22 [輪島、和倉周辺環境放射能調査]
 11.25~12.2 広島大学原爆放射能医学研究所星正治氏共同利用のため来所
 12. 9~10 大阪大学理学部福島昭三氏、三藤安佐枝氏共同利用のため来所
 12.25~26 12.11~12 東北大学理学部小元久仁夫氏来所
 56. 1.11~13 [近畿大学原子力研究所にて共同研究]
 1.17~2.2 小村助教授「天然放射線環境に関する第2回特別シンポジウム」（インド）研究発表のため出張
 2.10~11 [福井県大飯郡高浜発電所周辺環境放射能調査]
 2.12~14 [近畿大学原子力研究所にて共同研究]
 2.24 九州大学アイソトープ総合センター長 高島良正教授来所
 2.25 日本原子力研究所大洗研究所アイソトープ事業部富永洋氏、日本電信電話公社茨城電気通信研究所
 　　工藤利氏、京都セラミック(株)柳田孝夫氏、講演及びゼミナールのため来所
 3.11 ◎昭和55年度第4回運営委員会（於 理学部）

低レベル放射能実験施設 昭和55年度研究概要・年次報告 1981年6月30日発行

〒923-12 石川県能美郡辰口町和氣 TEL (076151) 4440

Low Level Radioactivity Laboratory, Kanazawa University, Wake, Tatsunokuchi, Ishikawa 923-12, JAPAN