

1978 年における北太平洋表面海水中の人工放射能

柴山信行*・ニッ町 悟*

SURFACE DISTRIBUTION OF ARTIFICIAL RADIOACTIVITY IN THE NORTH PACIFIC IN 1978

Nobuyuki Shibayama* and Satoru Futatsumachi*

Received 1980 October 2

Abstract

The surface distributions of certain artificial radioactive fallouts, that is ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce and ^{106}Ru , in the North Pacific in 1978 were obtained by radiochemical analysis.

The ^{90}Sr concentration decreases with lowering latitude and shows a discontinuous change at about 33°N . This has not been found in previous results. The ^{137}Cs concentration has its maximum between 30°N and 35°N and decreases with increasing distance from that latitudinal zone. This kind of latitudinal distribution generally agrees with the other results. The latitudinal zone having this maximum concentration is located in a lower latitude than that of the maximum fallout rate by 5° or 10° . The distributions of ^{144}Ce and ^{106}Ru in this area have been obtained for the first time and appear to show a gradual decrease with lowering latitude.

The difference between the distributions of ^{137}Cs and of ^{144}Ce and ^{106}Ru suggests that the latitudinal distribution of the fallout in oceans depends on the amount of fallout and the elapsed time from deposition into sea.

1. はじめに

1970 年以降における北太平洋の表層海水中の放射能水平分布については, Saruhashi et al. (1975), Nagaya and Nakamura (1976) の報告がある. これらの報告によると, 表面水中の ^{90}Sr , ^{137}Cs の大部分は大気圏内核実験によって生成し, 大気上層に投入されたものが時間の経過とともに降下してきたものであり, それらの濃度分布は中緯度地域に最大値を持つ ^{90}Sr の沈積密度 (単位面積当たりの累積降下量) の分布に類似しており, 北緯 40° 以南では低緯度ほど低い濃度を示す傾向があるとされている. しかし, 東西方向での変化は比較的小さいとされ, 同緯度帯の中では米国オレゴン州の沖合に比較的高い濃度を示す海域の存在が指摘されているが, その理由は陸上施設からの放射性廃液の放出による汚染であろうと考えられている.

^{144}Ce ・ ^{106}Ru については, 半減期が短いために, 広範囲の分布について調査されることはまれではあるが, Shiozaki et al (1972) の調査によると, ^{90}Sr の沈積密度の緯度分布に類似した分布が示されており, この分布傾向は ^{90}Sr ・ ^{137}Cs と相似している.

* 海象課海洋汚染調査室 Marine pollution research laboratory, Oceanographic Division

一方、海水中の放射性降下物の分布には、降下量の分布以外に海流による影響の存在することが、猿橋ら(1977)によるインド洋東部海域における ^{137}Cs の調査で指摘されており、当然、北太平洋においても同様の影響の存在が考えられるところである。

著者は、たまたま巡視船「こじま」による昭和53年度海上保安大学校遠洋訓練航海(1978年5月～7月)に参加する機会を得、その際の研修課題として、上記の各知見を追試するために表面海水中の放射能調査を実施した。本報告は、その結果をとりまとめたものである。

2. 試料及び測定法

(1) 試料

遠洋航海の復路(サンフランシスコ～ハワイ～呉)の途中、航走中の船上からプラスチック製採水器を用い表面海水を採取した。試料は20 lポリエチレン製容器に入れ、採取後ただちに塩酸40 mlを加えた。それら試料の採取位置と試料番号をFigure 1に示す。

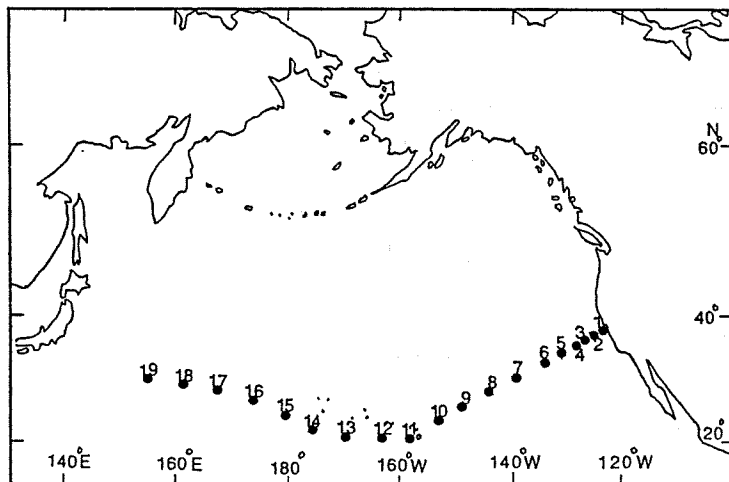


Figure 1 Sampling Location and Sample Number.

(2) 分析法

^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru の分析は、Shiozaki et al (1972)の方法に準じ、同一試料から系統的に行ったが、一部異なるところがあるので概略を以下に示す。なお、各核種の回収率は添加した安定同位体の回収率から算定し、回収率の測定法は、Ruは比色法、他のものは重量法である。放射能の測定は、放出される β 線を検出し計測した。

はじめにCeとRuを水酸化マグネシウムと共沈させ海水から分離した。なお、共沈させるにあたりRuを酸化・還元することでRuの化学形態をそろえた。取り出したCeとRuは陽イオン交換法により分離し、Ceは4価として硝酸溶液中からメチルイソブチルケトン中に抽出、水中に逆抽出した後、シュウ酸塩として沈殿させた。Ruは8価として四塩化炭素中に抽出、亜硫酸により還元しアルカリ溶液中に逆抽出した後、一部を回収率を求めるために使用し、残りをエチルアルコールで還元し混合酸化物として沈殿させた。

CeとRuを取り除いた後の海水は酸性とし、2週間以上放置し ^{90}Sr と ^{90}Y が放射平衡となるのを待った後、Yを水酸化マグネシウムと共沈させ海水から分離した。取り出したYをジ(2-エチルヘキシル)リン酸-

トルエン溶媒中に抽出，8N 塩酸中に逆抽出した後，さらに陽イオン交換法により分離精製し，シュウ酸塩として沈殿させた。

Y を取り除いた後の海水は酸性とし，Cs をリンモリブデン酸アンモニウムに吸着させ海水から分離した。リンモリブデン酸アンモニウムとともに Cs を水酸化ナトリウム溶液に溶解，Duolite C-3 陽イオン交換樹脂を用いて Cs をモリブデン及びルビジウムと分離した後，塩化白金酸塩として沈殿させた。分離精製した後生成させた放射性核種を含む沈殿物は，それぞれろ紙上にろ別し，計測用試料とした。

(3) 放射能測定

放射能の計測には，自動試料交換装置付低バックグラウンド・ガスフローGM 管型測定装置 (ALOKA 製 LBC-451 型) を使用した。測定器の性能は，バックグラウンド 1 cpm，計数効率 ^{90}Y : 44%， ^{137}Cs : 20~24%， ^{144}Ce : 38%， ^{106}Ru : 37% であり，計測時間は ^{90}Y が 50 分，他の核種は 100 分である。

3. 結果及び考察

本調査によって得られた北太平洋表面海水中の ^{90}Sr ， ^{137}Cs ， ^{144}Ce ， ^{106}Ru 各濃度の測定結果を，水温の測定値とともに Table 1 に示す。表中で放射能濃度に付記した値は計数誤差である。

表面海水中の放射能の長期的変動については，日本近海において海上保安庁水路部による 1961 年以降の調査資料があり，これと比較すると，今回の調査による各核種の測定濃度の範囲 ^{90}Sr : 0.06~0.20 pCi/l， ^{137}Cs : 0.11~0.22 pCi/l， ^{144}Ce : 0.05~0.22 pCi/l， ^{106}Ru : 0.02~0.14 pCi/l は，同時期の日本近海での濃度 (水路部，1980) と同程度のものであって，特に高濃度の汚染を示す海域はなかった。また， ^{137}Cs 及び ^{90}Sr の濃度について，それぞれ 1968 年~1973 年の Saruhashi et al (1975) 及び 1970 年の Nagaya and Nakamura (1976) の調査結果と比較してみると， ^{137}Cs は東部海域で約 2 分の 1，西部海域で約 3 分の 2 といずれも減少しており， ^{90}Sr は東部海域で 3 分の 2 程度に減少しているが，日本近海におけるよりも減少は緩慢である。

各放射性核種の表面海水における緯度分布を明らかにするとともに，東西方向の分布傾向を比較するため，東部 (160°W ~ 135°W) と西部 (160°E ~ 160°W) とに分け，各測定値を 20°N ~ 40°N の緯度分布として図示してみると，水温は Figure 2， ^{90}Sr ・ ^{137}Cs 濃度は Figure 3， ^{144}Ce ・ ^{106}Ru 濃度は Figure 4 のとおりである。これらの図に見るとおり， ^{90}Sr は 33°N 以南で低緯度ほど低い濃度を示しており， ^{90}Sr の沈積密度の緯度分布 (Figure 5, Feely, 1976) 及び Nagaya et al. (1976) の調査結果とほぼ一致しているが，東部海域においては 33°N 附近に濃度の不連続点があり，更に高緯度ほど高い濃度が現れるという点では，今回の調査結果は従来のものとは異なっている。

^{137}Cs は，Figure 3 に見るとおり西部海域ではかならずしも明確ではないが， 30°N ~ 35°N において最大濃度を示すこと，それより低緯度及び高緯度に進むにつれて低い濃度があらわれる傾向は，Saruhashi et al. (1975) の北太平洋西部海域での ^{137}Cs 及び Nagaya et al. (1976) の東部海域での ^{90}Sr の分布と同様である。しかし， ^{137}Cs について今回行った調査では，海洋中での最大濃度を示す緯度帯は， ^{90}Sr の沈積密度の緯度分布 (Figure 5.) に比べると， 5° ~ 10° 南側にずれた位置に現われているようである。

Figure 4 に示す ^{144}Ce と ^{106}Ru の分布では， ^{137}Cs の分布に認められるような最大濃度を示す緯度帯は存在せず，低緯度ほど濃度は低い傾向がうかがわれる。今回測定した ^{144}Ce と ^{106}Ru の大部分は，日本近海での経年変化 (水路部，1980) からも推察されるように，1977 年~1978 年に中国が行った 4 回の大気圏内核実験で放出され海洋中に降下したものと考えられ，これらの核種は海洋中に滞留した時間が短いため， ^{137}Cs とは異なった分布をとるものであろうと推測される。今回の調査は，塩崎らの 1966 年のインド洋における調査と比べる

Table 1 Concentrations of ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce and ^{106}Ru in the North Pacific Surface Sea Water.

Sample No.	Samp. Position		Samp. Date	Water Temp.	Concentration (pci/l \pm one counting standard deviation)			
	Lat.	Long.			^{90}Sr	^{137}Cs	^{144}Ce	^{106}Ru
1	37-32 N	123-17 W	Jun. 15th, 1978	11.6°C	0.124 \pm 0.021	0.110 \pm 0.020	0.045 \pm 0.014	0.071 \pm 0.022
2	37-07 N	124-47 W	Jun. 15th, 1978	14.4	0.164 \pm 0.023	0.184 \pm 0.025	0.130 \pm 0.018	0.141 \pm 0.034
3	36-40 N	126-09 W	Jun. 15th, 1978	16.0	0.154 \pm 0.022	0.151 \pm 0.021	0.113 \pm 0.016	0.104 \pm 0.024
4	36-04 N	127-40 W	Jun. 16th, 1978	16.8	0.139 \pm 0.022	0.153 \pm 0.018	0.218 \pm 0.032	0.096 \pm 0.026
5	34-58 N	130-45 W	Jun. 16th, 1978	17.5	0.129 \pm 0.026	0.171 \pm 0.020	0.110 \pm 0.018	0.079 \pm 0.026
6	33-52 N	133-39 W	Jun. 17th, 1978	18.0	0.110 \pm 0.020	0.192 \pm 0.030	0.103 \pm 0.016	0.139 \pm 0.027
7	31-24 N	139-09 W	Jun. 18th, 1978	18.8	0.195 \pm 0.034	0.218 \pm 0.020	0.103 \pm 0.016	0.118 \pm 0.023
8	28-42 N	144-10 W	Jun. 19th, 1978	20.5	0.156 \pm 0.025	0.187 \pm 0.022	0.075 \pm 0.015	0.100 \pm 0.023
9	25-54 N	149-05 W	Jun. 20th, 1978	23.8	0.135 \pm 0.022	0.160 \pm 0.018	0.072 \pm 0.016	0.097 \pm 0.023
10	22-59 N	153-26 W	Jun. 21st, 1978	24.4	0.107 \pm 0.019	0.216 \pm 0.026	0.088 \pm 0.019	0.052 \pm 0.021
11	21-02 N	156-49 W	Jun. 27th, 1978	25.8	0.063 \pm 0.024	0.127 \pm 0.024	0.029 \pm 0.014	0.049 \pm 0.020
12	21-04 N	162-33 W	Jun. 28th, 1978	26.2	0.072 \pm 0.016	0.135 \pm 0.021	0.078 \pm 0.019	0.023 \pm 0.017
13	21-12 N	168-32 W	Jun. 29th, 1978	26.0	0.113 \pm 0.025	0.171 \pm 0.022	0.062 \pm 0.017	0.056 \pm 0.016
14	22-56 N	174-25 W	Jun. 30th, 1978	25.7	0.153 \pm 0.024	0.172 \pm 0.025	0.095 \pm 0.020	0.041 \pm 0.019
15	25-06 N	179-56 W	Jul. 1st, 1978	26.1	0.119 \pm 0.024	0.174 \pm 0.024	0.069 \pm 0.016	0.035 \pm 0.019
16	27-00 N	174-16 E	Jul. 2nd, 1978	26.2	0.115 \pm 0.021	0.120 \pm 0.017	0.079 \pm 0.019	0.115 \pm 0.021
17	28-40 N	168-00 E	Jul. 3rd, 1978	25.9	0.129 \pm 0.026	0.214 \pm 0.028	0.092 \pm 0.016	0.092 \pm 0.021
18	30-08 N	161-55 E	Jul. 4th, 1978	25.6	-----	0.200 \pm 0.022	0.052 \pm 0.022	0.115 \pm 0.023
19	31-13 N	155-58 E	Jul. 5th, 1978	25.1	0.152 \pm 0.028	0.196 \pm 0.021	0.074 \pm 0.022	0.079 \pm 0.023

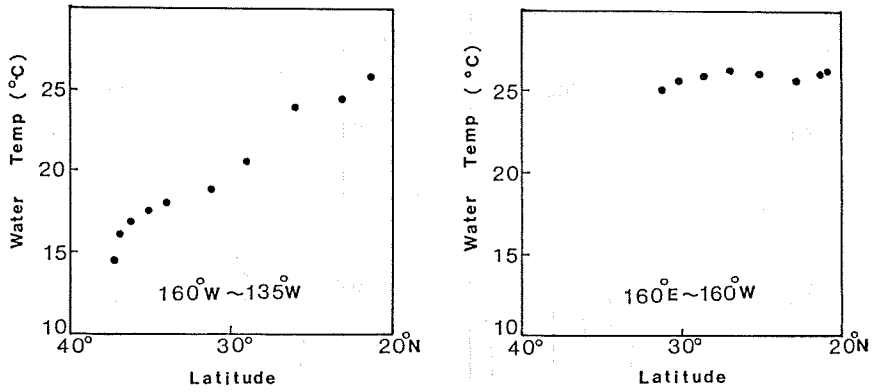


Figure 2 Latitudinal Distribution of Temperature in the Eastern and Western North Pacific.

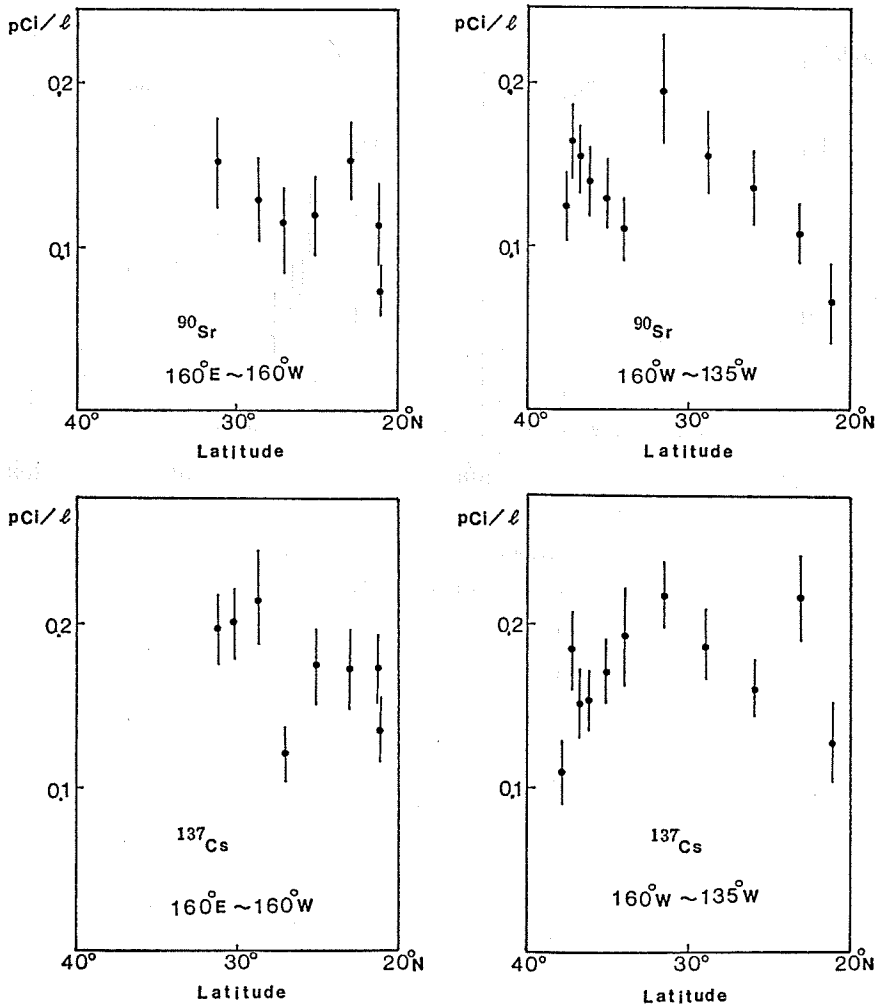


Figure 3 Latitudinal Distributions of ⁹⁰Sr and ¹³⁷Cs Concentrations in the Eastern and Western North Pacific.

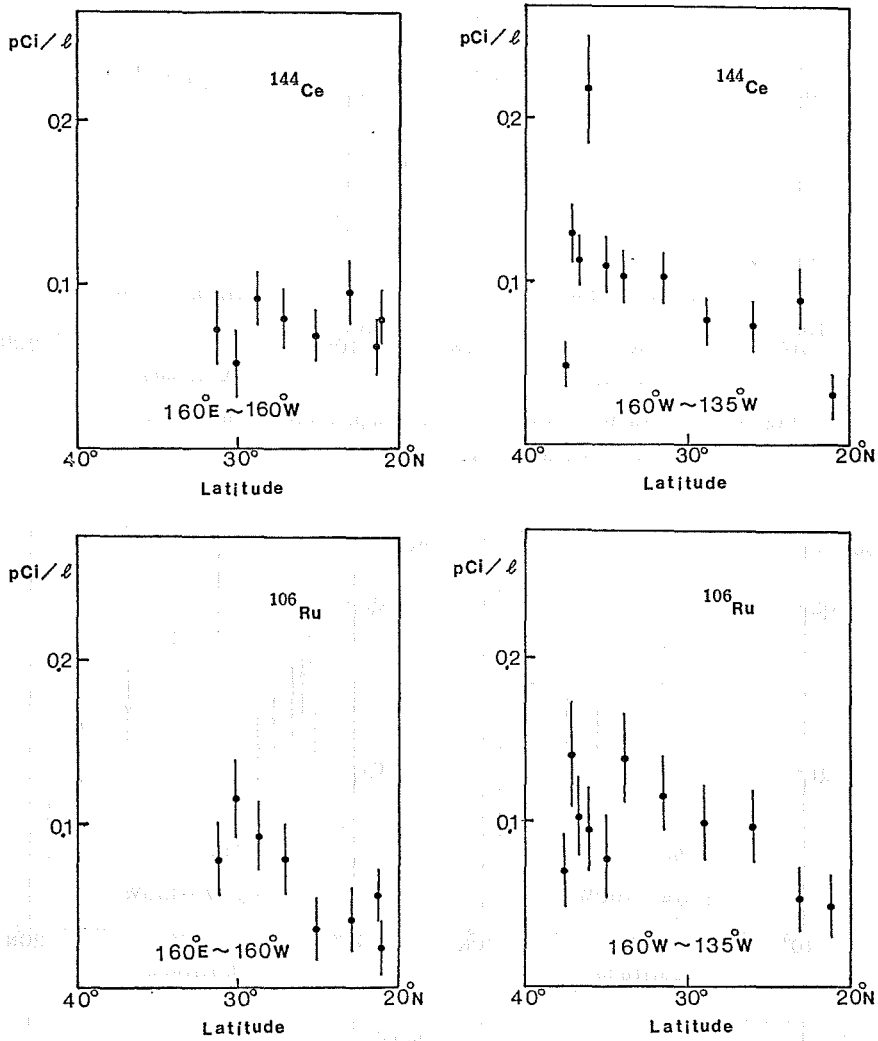


Figure 4 Latitudinal Distributions of ^{144}Ce and ^{106}Ru Concentrations in the Eastern and Western North Pacific.

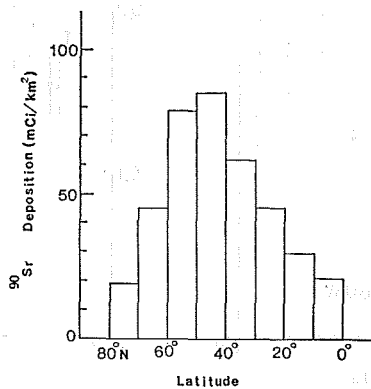


Figure 5 Latitudinal Distribution of ^{90}Sr Deposition from 1958 to 1975.

と、調査海域が異なること、ならびに原因とされる核実験からの経過時間の違いなどの調査条件の相違から、インド洋で示された 20°S 付近に最大値を持つ分布の型に相当する傾向を明らかにするには不十分であった。

なお、猿橋、長屋らによって指摘された北大平洋東部海域における陸上施設からの放射性廃液の放出による汚染については、ここでは考慮していない。

4. おわりに

今回の調査は遠洋航海途上のものであり、調査海域の範囲も不十分であったが、その結果が放射性降下物の表面海水中の濃度は低緯度ほど低いという従来からの報告を裏書きするような傾向を示し、さらに、必ずしも各核種が同様の分布を示すとは限らないことが認められた点で一つの成果であったと思われる。

表面海水中の ^{137}Cs の緯度分布は中緯度に最大濃度を持つ極めて特徴的な分布であるが、この最大値を示す緯度帯が ^{90}Sr の沈積密度の最大値を示す緯度帯と $5^\circ\sim 10^\circ$ の差をもって一致しなかったことについては、この海域において高緯度から低緯度に向かう移流があることを思わせる。また、 ^{137}Cs と ^{144}Ce 、 ^{106}Ru の分布の相違は、各核種の海洋での滞留時間の相違によるものと考えられ、結局海洋表層における放射性降下物の分布は降下量と海洋中での移流・混合の程度によって決まるものといえるだろう。

今後、表面から 1,000 m ぐらまでの深さにおける各核種の存在量を調査し、それらの分布の型を求めることが、海洋中での放射性降下物の移流・混合に伴う移動の実態を明らかにするために有力であろう。

おわりに、試料の採取にあたり御支援をいただいた寺田船長以下「こじま」乗組員及び実習生の諸氏ならびに、本稿を草するにあたり終始御指導下さった杉本喜一郎海洋汚染調査室長に感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- Feely, H.W. 1976 : Worldwide Deposition of Strontium-90 through 1975, Health and Safety Laboratory environmental quarterly report HASL-308.
- 海上保安庁水路部 1980 : 昭和 53 年度放射能調査報告書.
- Nagaya, Y., K. Nakamura 1976 : ^{90}Sr and ^{137}Cs Contents in the Surface Waters of the Adjacent Seas of Japan and North Pacific during 1969 to 1973. J. Oceanogr. Soc. Japan, 32, 228-234.
- Saruhashi, K., Y. Katsuragi, T. Kanazawa, Y. Sugimura, Y. Miyake 1975 : ^{90}Sr and ^{137}Cs in the Pacific Waters. Rec. Oceanogr. Wks. Japan, 13, 1-15
- 猿橋勝子, 金沢照子, 重原好次 1976 : インド洋東部海域における ^{137}Cs の分布. 第 18 回放射能調査研究成果発表会論文抄録集, 93-94.
- Shiozaki, M., K. Oda, T. Kimura, Y. Seto 1972 : The Artificial Radioactivity in Sea Water. Researches in Hydrography and Oceanography in Commemoration of the Centenary of the Hydrographic Department of Japan. Tokyo, 203-249.