

ISSN 0910-044X

放射能調査報告書

平成 24 年調査結果

Report of Radioactivity Surveys

Results of Surveys in 2012

平成 26 年 3 月

海上保安庁海洋情報部

Hydrographic and Oceanographic Department

Japan Coast Guard

March 2014

はじめに

海上保安庁海洋情報部では、海洋汚染の防止及び海洋環境保全のための科学的調査の一環として、海洋における放射能調査を実施している。

本調査は、国の原子力行政の一元化の方針に基づき、原子力規制委員会で一括計上される放射能調査研究費によって実施しているものである。

本調査報告書は、平成 24 年（2012 年）に実施した「日本近海における海水及び海底土の放射能調査」、「深海域（日本海・オホーツク海・大平洋）における海水及び海底土の放射能調査」の調査結果である。

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震による東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下「原発事故」という。）により、人工放射性物質が大量に放出されたため、一部の試料にその影響が見られた。

当部では、原発事故に対応した総合モニタリング計画（モニタリング調整会議^{※1}決定）により、日本近海における海水及び海底土の放射能調査において広範囲な試料採取を行った。その調査結果については、平成 24 年 4 月 24 日及び 11 月 6 日に公表し、海上保安庁海洋情報部ホームページに掲載しており、今号の平成 24 年（2012 年）調査報告書にも掲載した。

当部は、今後も日本周辺海域の放射能調査を継続して実施し、海洋環境保全のための監視を行っていくこととしている。

^{※1} 原発事故に係る放射線モニタリングを確実かつ計画的に実施することを目的として、関係省庁、自治体及び事業者が行っている放射線モニタリングの調整等を行う会議

放射能調査報告書(平成 24 年調査結果)

目次

1.	日本近海における海水及び海底土の放射能調査.....	1
1.1.	調査概要.....	1
1.1.1.	調査海域.....	1
1.1.2.	試料採取.....	1
1.1.3.	測定項目.....	2
1.2.	放射能測定.....	2
1.2.1.	放射化学分析.....	2
1.2.2.	機器分析.....	3
1.2.3.	測定.....	3
1.3.	結果.....	3
1.3.1.	海水.....	3
1.3.2.	海底土.....	4
2.	深海域（日本海・オホーツク海・太平洋）における海水及び海底土の放射能調査....	15
2.1.	深海域の調査概要.....	15
2.1.1.	調査海域.....	15
2.1.2.	試料採取.....	15
2.1.3.	測定項目.....	15
2.2.	放射能測定.....	16
2.2.1.	放射化学分析.....	16
2.2.2.	測定.....	17
2.3.	結果.....	17
2.3.1.	海水.....	18
2.3.2.	海底土.....	18

1. 日本近海における海水及び海底土の放射能調査

1.1. 調査概要

本調査は、核実験等が海洋の自然環境に及ぼす影響を把握するために実施しており、日本近海の海水及び海底土に含まれる人工放射性核種の分布状況、経年変化等を把握するものである。

海水については昭和 34 年(1959 年)に、海底土については同 48 年(1973 年)にそれぞれ調査を開始し、以来継続して実施している。本報告は平成 24 年 (2012 年) の調査結果をまとめたものである。

1.1.1. 調査海域

調査海域及び試料の採取点は、図 1-1 に示すとおりである。海底土及び表面採水点は▲印、表面採水点のみは○印、表面及び 100m 層採水点は●印で示した。

なお、各採取点に付した数字は調査点の番号である。

1.1.2. 試料採取

試料の採取は、表 1-1 に示すとおり、海上保安庁海洋情報部所属の測量船及び管区海上保安本部所属の巡視船・測量船で行った。

表面海水は、ポリエチレン製バケツ又は水中ポンプを用いて海水約 20L (2 個) 採取、100m 層は、100L 採水器 (離合社製、重量約 85kg、採水筒ポリプロピレン製) 又はニスキン採水器を用いて海水約 20L 採取した。表面及び 100m 共に採取後直ちに塩酸 (1 mL / 1 L 海水) を加えた。

海底土は、スミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて採取し、表層部の約 2cm を分取した。

採取された試料数は、海水 53 試料、海底土 11 試料であり、各海域の試料数及び採取担当は次のとおりである。

表 1-1 調査海域別の試料数と採取担当

調査海域	海水 (試料数)	海底土 (試料数)	採 取 担 当
外 洋	42	—	本庁、一、十、十一管区
沿 岸 域	11	11	本庁、六、七、九、十管区
計	53	11	

1.1.3. 測定項目

各試料の測定核種は次のとおりである。

(原発事故の影響により ^{134}Cs が検出されたため測定項目 (海水・海底土) に追加している)

海 水	{	ストロンチウム - 90	(^{90}Sr)	: 半減期	29 年)
		セシウム - 134	(^{134}Cs)	: 半減期	2.1 年)
		セシウム - 137	(^{137}Cs)	: 半減期	30 年)
		コバルト - 60	(^{60}Co)	: 半減期	5.3 年)
		ルテニウム - 106	(^{106}Ru)	: 半減期	367 日)

海底土	{	ストロンチウム - 90
		セシウム - 134
		セシウム - 137
		コバルト - 60

1.2. 放射能測定

各試料の ^{90}Sr については、放射平衡にある ^{90}Y (イットリウム-90) について放射化学分析を行い、 β 線計測を行った。化学収率の補正は、海水中の ^{90}Sr では Y (イットリウム) 担体添加法による回収重量から、海底土の ^{90}Sr では標準添加法を用いる原子吸光光度法及び Y 担体添加法により求めた。

その他の核種については、機器分析による γ 線計測を行った。

1.2.1. 放射化学分析

(1) 海 水

[^{90}Sr] 試料 (約 20L) に水酸化ナトリウム溶液を加え、マグネシウム等を水酸化物として沈殿させ、ろ別した。得られた上澄み液・ろ液を酸性とした後、Y 担体を加え 2 週間以上放置した。これに水酸化ナトリウム溶液を加え、 ^{90}Sr と放射平衡にある ^{90}Y を水酸化物として沈殿させ、ろ別した。沈殿物を塩酸で溶解し、りん酸水素ビス (2-エチルヘキシル) 抽出法の後、陽イオン交換樹脂カラム (Dowex50WX8) に通して ^{90}Y を分離精製し、これをしゅう酸塩として沈殿させ、ろ別、乾燥して計測試料とした。

(2) 海底土

分析に先立ち、採取試料を乾燥、粉碎し、目開き 2mm のふるいを通過した部分を試料とした。

[^{90}Sr] 乾土約 300g を用い、470°C で有機物を熱分解した後、熱 8M 塩酸で浸出し、浸出液を陰イオン交換樹脂カラム (Amberlite CG-400) に通し、流出液・洗液をアンモニア水で中和してアルミニウム等を水酸化物として沈殿させ、ろ別した。ろ液に炭酸アンモ

ニウムを加え ^{90}Sr を沈殿させ、ろ別した。沈殿物は硝酸で溶解し、その溶液を煮沸して炭酸ガスを除いた後、Y担体を加え2週間以上放置した。以後の処理は海水と同様である。

1.2.2. 機器分析

(1) 海水

[^{134}Cs ・ ^{137}Cs ・ ^{60}Co ・ ^{106}Ru] 試料 (約 20L) を用いて、りんモリブデン酸アンモニウム-二酸化マンガン吸着捕集法により放射性物質を捕集し、径 47mm、孔径 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過し、U-9 容器^{※1} に移して計測試料とした。この場合、化学収率の補正は行っていない。

(2) 海底土

[^{134}Cs ・ ^{137}Cs ・ ^{60}Co] 乾土約 100 g を、U-8 容器^{※1} に高さ 50mm まで入れて計測試料とした。

※1 U-8 容器 (ポリプロピレン 外径 ϕ 56×高さ 68mm)

U-9 容器 (ポリプロピレン 外径 ϕ 56×高さ 39mm)

1.2.3. 測定

各試料は表 1-2 に示す放射線計測機器を使用して測定した。

表 1-2 測定核種と放射線計測機器

試料	測定核種	使用放射線計測機器
海水	$^{90}\text{Sr} (^{90}\text{Y})$	2π 低バックグラウンドガスフローカウンタ (アロカ製 LBC-4202)
	^{134}Cs ・ ^{137}Cs ・ ^{60}Co ・ ^{106}Ru	ゲルマニウム半導体検出器 (SEIKO EG&G 社製 GEM40-S)
海底土	$^{90}\text{Sr} (^{90}\text{Y})$	2π 低バックグラウンドガスフローカウンタ (アロカ製 LBC-4202)
	^{134}Cs ・ ^{137}Cs ・ ^{60}Co	ゲルマニウム半導体検出器 (SEIKO EG&G 社製 GEM40-S)

1.3. 結果

表 1-3 に海水の測定結果を、表 1-4 に海底土の測定結果を示し、測定値に計数誤差を付記した。なお、海水の ^{106}Ru 、 ^{60}Co 及び海底土の ^{60}Co は検出下限値未満であった。

1.3.1. 海水

図 1-2~4 にそれぞれ ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の濃度を棒グラフで示した。図 1-6 及び 1-7 に、 ^{90}Sr 及び ^{137}Cs の昭和 47 年 (1972 年) 以降の平均値、最大値及び最小値の経年変化を示した。なお、図 1-7 ^{137}Cs の経年変化については、平成 23 年の濃度変化が大きいため片対数表記とした。

^{90}Sr の濃度は、仙台湾で 3.0mBq/L を計測し、同地点の平成 23 年の値と比較すると 10 分の

1に減少しているものの、未だ原発事故以前の過去10年と比較すると高めである。なお、他の海域については、原発事故以前の濃度と同程度であった。

^{134}Cs については、原発事故の影響により、平成23年は東日本の太平洋側で検出されたが、平成24年の試料においても検出された。なお、事故後、仙台湾及び東京湾（調査点：3）で高い濃度が検出されたが、平成23年の値より大きく減少している。

^{137}Cs の濃度は、仙台湾及び東京湾の試料で高い値が計測されているが、平成23年の同点と比較すると大きく減少している。平均値で比較すると、原発事故以前の過去10年よりは高めである。

1.3.2. 海底土

図1-5に ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の濃度を棒グラフで示した。図1-8及び1-9に、 ^{90}Sr 及び ^{137}Cs について昭和56年（1981年）以降の平均値、最大値及び最小値の経年変化を示した。

^{90}Sr の濃度は、各採取点で大きな変動は無く、最大で0.16Bq/kg、最小0.016Bq/kgであった。各年で多少の変化があるが、近年では横ばい傾向であり、原発事故による顕著な影響は見られない。

^{134}Cs については、平成23年同様に仙台湾及び東京湾で検出されたほか、新潟及び小樽周辺海域において採取された試料からも検出されている。仙台湾及び東京湾は平成23年と比較し濃度が高くなっている。

^{137}Cs については、仙台湾、東京湾奥及び新潟周辺で濃度が高いほかは、過去の変動の範囲内であった。なお、仙台湾及び東京湾奥は平成23年と比較し濃度が高くなっている。

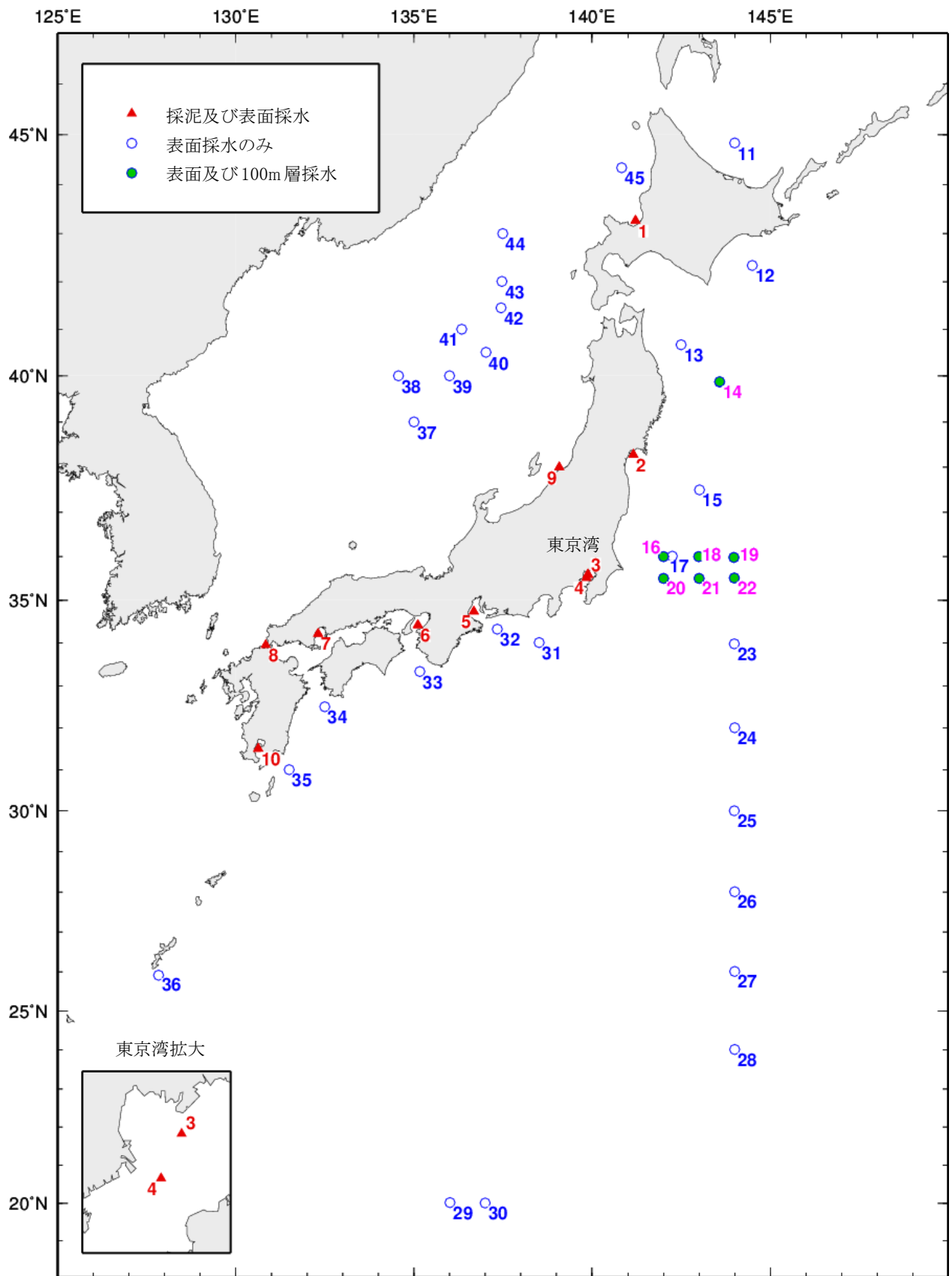


図 1-1 平成 24 年日本近海放射能調査海域

表 1-3 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海水

(1/2)

調査点	海域	採取年月日	採取位置		採取深度 (m)	放射能濃度 (mBq/L)		
			緯度(N)	経度(E)		⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
沿岸域								
1	小樽	2012/07/27	43-15.7	141-12.9	0	0.9 ± 0.2	*	1.7 ± 0.3
2	仙台湾	2012/07/19	38-16.8	141-09.7	0	3.0 ± 0.2 (30.9 ± 0.9)	10 ± 0.4 (1156 ± 4)	18 ± 0.4 (1225 ± 3)
3	東京湾	2012/02/04	35-35.1	139-53.4	0	1.3 ± 0.2	11 ± 0.4	15 ± 0.4
		2012/07/17	35-35.2	139-52.9	1	0.8 ± 0.2 (1.1 ± 0.1)	7.5 ± 0.4 (45.7 ± 0.8)	13 ± 0.4 (51.4 ± 0.8)
4		2012/07/17	35-30.2	139-50.6	1	0.7 ± 0.1	4.7 ± 0.3	9.7 ± 0.4
5	伊勢湾	2012/12/13	34-44.1	136-40.8	0	1.1 ± 0.2	*	2.5 ± 0.3
6	大阪湾	2012/12/14	34-25.2	135-06.6	0	0.8 ± 0.2	*	1.3 ± 0.3
7	広島湾	2012/10/16	34-13.0	132-18.6	0	0.59 ± 0.16	*	1.5 ± 0.3
8	響灘	2012/05/31	33-57.6	130-50.6	0	1.3 ± 0.2	*	2.1 ± 0.2
9	新潟沖	2012/12/14	38-00.0	139-05.0	0	0.6 ± 0.1	*	2.0 ± 0.3
10	鹿児島湾	2012/09/03	31-30.2	130-37.9	0	1.9 ± 0.2	*	1.6 ± 0.3
沿岸域1～10の平均						1.2	8.3	6.2
外洋								
11	オホーツク	2012/07/31	44-50.0	143-59.8	0	0.8 ± 0.2	*	1.1 ± 0.3
12	太平洋	2012/10/17	42-20.4	144-29.8	0	0.7 ± 0.2	1.5 ± 0.3	2.4 ± 0.3
13		2012/08/02	40-40.3	142-29.8	0	0.9 ± 0.1	2.3 ± 0.3	3.6 ± 0.3
14		2012/08/02	39-52.1	143-34.7	1	0.7 ± 0.1	3.2 ± 0.3	5.6 ± 0.4
		2012/08/02	39-52.7	143-34.8	100	0.63 ± 0.16	3.1 ± 0.3	5.9 ± 0.4
15		2012/08/03	37-30.1	143-00.6	1	1.2 ± 0.2	1.3 ± 0.3	3.7 ± 0.3
16		2012/01/12	35-59.6	142-00.6	1	1.3 ± 0.2	*	2.1 ± 0.3
		2012/01/12	35-59.6	142-00.6	100	0.9 ± 0.2	*	1.7 ± 0.3
17		2012/08/03	36-00.2	142-15.0	1	0.9 ± 0.2	*	1.9 ± 0.2
18		2012/01/12	35-59.7	142-59.3	1	1.0 ± 0.2	*	2.1 ± 0.3
		2012/01/12	35-59.7	142-59.3	100	0.8 ± 0.2	*	1.7 ± 0.3
19		2012/01/13	35-58.9	143-58.8	1	1.0 ± 0.1	0.87 ± 0.28	2.3 ± 0.3
		2012/01/13	35-58.9	143-58.8	100	1.4 ± 0.2	*	2.2 ± 0.3
20		2012/01/12	35-30.0	142-00.4	1	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.3	2.2 ± 0.3
		2012/01/12	35-30.0	142-00.4	100	1.4 ± 0.2	*	2.4 ± 0.3
21		2012/01/12	35-30.1	143-00.1	1	1.2 ± 0.2	0.90 ± 0.28	2.8 ± 0.3
		2012/01/12	35-30.1	143-00.1	100	1.0 ± 0.1	*	2.3 ± 0.2
22		2012/01/13	35-30.6	143-59.5	1	0.8 ± 0.2	1.5 ± 0.3	3.2 ± 0.3
		2012/01/13	35-30.6	143-59.5	100	1.2 ± 0.2	*	2.3 ± 0.3
23		2012/01/13	33-59.4	143-59.7	1	1.2 ± 0.2	1.2 ± 0.3	3.3 ± 0.3
24		2012/01/13	32-00.5	143-59.8	1	1.5 ± 0.2	1.6 ± 0.3	3.2 ± 0.3
25		2012/01/14	30-00.2	143-59.4	1	1.4 ± 0.2	1.5 ± 0.3	2.6 ± 0.3
26		2012/01/14	28-00.3	143-59.9	1	1.2 ± 0.2	1.6 ± 0.3	2.9 ± 0.3
27		2012/01/15	26-00.7	144-00.0	1	1.0 ± 0.2	*	1.9 ± 0.3
28		2012/01/15	24-00.8	144-00.4	1	1.2 ± 0.2	*	2.0 ± 0.3

※測定値が検出下限値未満の場合には、*を付記した。

()内は平成23年調査の値、比較のため小樽、仙台湾、東京湾の同一点のみ記載する。

表 1-3 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海水 (2/2)

調査点	海域	採取年月日	採取位置		採取深度 (m)	放射能濃度 (mBq/L)		
			緯度(N)	経度(E)		⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
外洋								
29	太平洋	2012/06/23	20-00.8	136-01.0	0	1.0 ± 0.1	*	1.9 ± 0.2
30		2012/06/22	20-00.4	136-59.8	0	1.1 ± 0.2	*	1.8 ± 0.2
31		2012/08/04	34-01.1	138-31.0	0	0.64 ± 0.15	*	1.6 ± 0.3
32		2012/12/13	34-19.9	137-20.3	0	0.8 ± 0.2	*	2.3 ± 0.3
33		2012/12/14	33-20.0	135-10.2	0	0.7 ± 0.2	*	1.8 ± 0.3
34		2012/12/22	32-30.2	132-30.0	0	1.0 ± 0.2	*	2.7 ± 0.3
35		2012/09/03	31-00.0	131-30.0	0	0.9 ± 0.1	*	1.9 ± 0.3
36		2012/12/20	25-55.0	127-50.0	0	0.6 ± 0.1	*	2.3 ± 0.2
37	日本海	2012/07/22	38-59.8	135-00.3	0	1.1 ± 0.2	*	1.7 ± 0.3
38		2012/07/21	40-00.0	134-34.1	0	1.0 ± 0.2	*	1.5 ± 0.3
39		2012/07/23	40-00.2	136-00.1	0	1.1 ± 0.2	*	1.5 ± 0.3
40		2012/07/21	40-30.2	137-01.0	0	1.0 ± 0.2	*	1.4 ± 0.3
41		2012/07/24	40-59.9	136-20.1	0	0.5 ± 0.1	*	1.7 ± 0.3
42		2012/07/25	41-27.1	137-26.6	0	0.9 ± 0.2	*	1.4 ± 0.3
43		2012/07/25	42-00.1	137-28.0	0	1.8 ± 0.2	*	1.6 ± 0.3
44		2012/07/26	42-59.9	137-29.7	0	0.63 ± 0.16	*	1.7 ± 0.3
45		2012/07/27	44-20.0	140-50.1	0	0.7 ± 0.2	*	1.8 ± 0.3
外洋11~45の平均						1.0	1.7	2.3

※測定値が検出下限値未満の場合には、*を付記した。

表 1-4 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海底土

調査点	海域	採取年月日	採取位置		水深 (m)	放射能濃度 (Bq/kg)		
			緯度(N)	経度(E)		⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
1	小樽	2012/07/27	43-15.7	141-12.9	26	0.016 ± 0.003 (0.015 ± 0.003)	0.7 ± 0.1 (*)	1.6 ± 0.1 (0.9 ± 0.1)
2	仙台湾	2012/07/19	38-16.8	141-09.7	24	0.11 ± 0.006 (0.073 ± 0.008)	165 ± 0.9 (8.4 ± 0.3)	264 ± 1.2 (12.7 ± 0.3)
3	東京湾	2012/02/04	35-35.1	139-53.4	12	0.16 ± 0.01	4.7 ± 0.3	9.8 ± 0.3
		2012/07/17	35-35.2	139-52.9	14	0.14 ± 0.007 (0.045 ± 0.015)	40 ± 0.5 (14.1 ± 0.4)	66 ± 0.7 (19.5 ± 0.4)
4		2012/07/17	35-30.2	139-50.6	27	0.077 ± 0.006	2.0 ± 0.2	5.6 ± 0.3
5	伊勢湾	2012/12/13	34-44.2	136-40.7	27	0.085 ± 0.006	*	5.2 ± 0.3
6	大阪湾	2012/12/14	34-25.1	135-07.0	25	0.030 ± 0.003	*	2.2 ± 0.2
7	広島湾	2012/10/16	34-13.0	132-18.6	21	0.049 ± 0.004	*	1.9 ± 0.2
8	響灘	2012/05/31	33-57.6	130-50.6	16	0.019 ± 0.003	*	0.7 ± 0.1
9	新潟沖	2012/12/14	38-00.0	139-05.0	45	0.084 ± 0.004	74 ± 0.6	137 ± 0.8
10	鹿児島湾	2012/09/03	31-30.2	130-37.9	205	0.097 ± 0.004	*	0.8 ± 0.2
1~10の平均						0.079	47.7	45.0

※測定値が検出下限値未満の場合には、*を付記した。

()内は平成23年調査の値、比較のため小樽、仙台湾、東京湾の同一点のみ記載する。

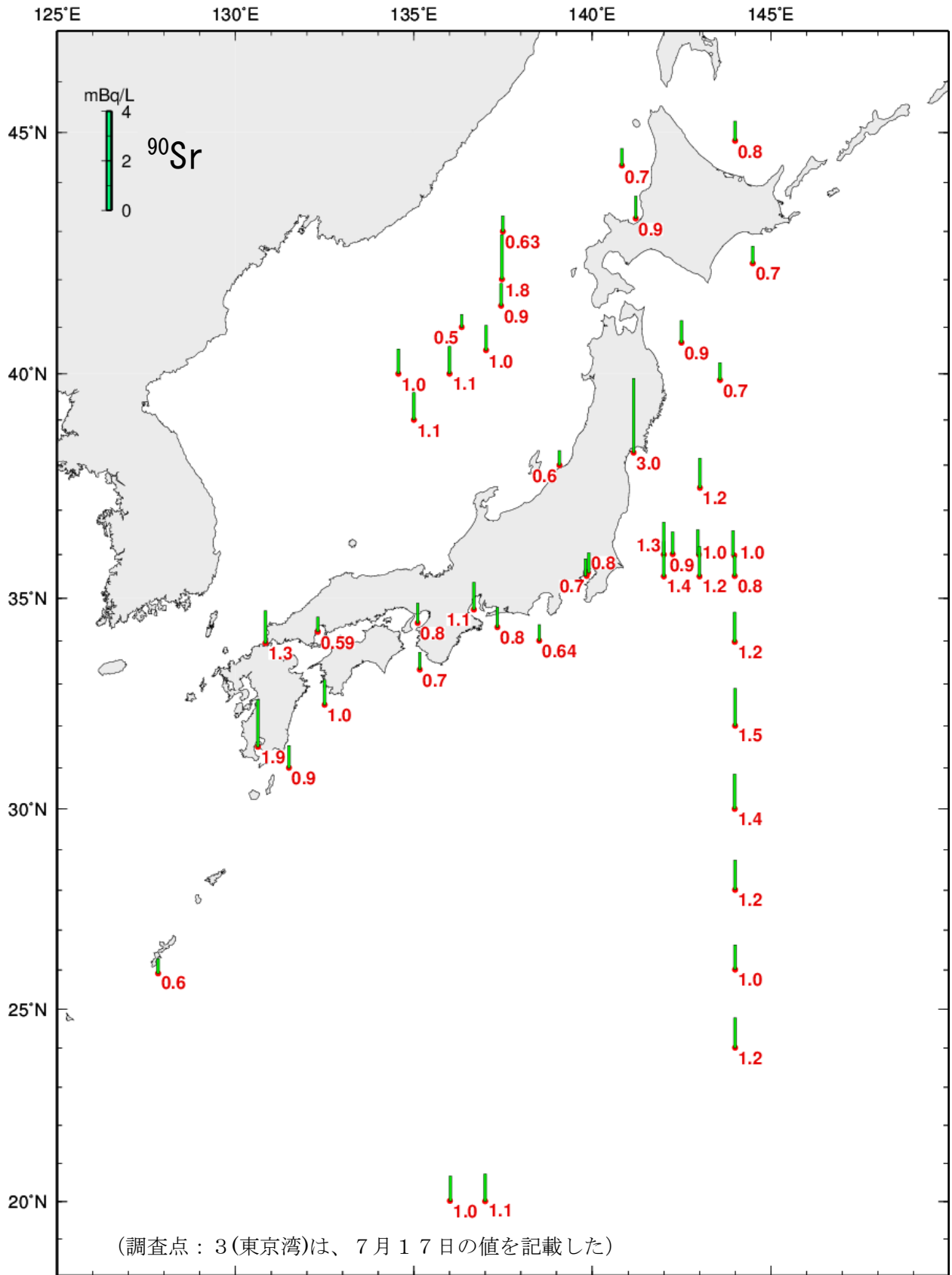


図 1-2 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海水中の ^{90}Sr

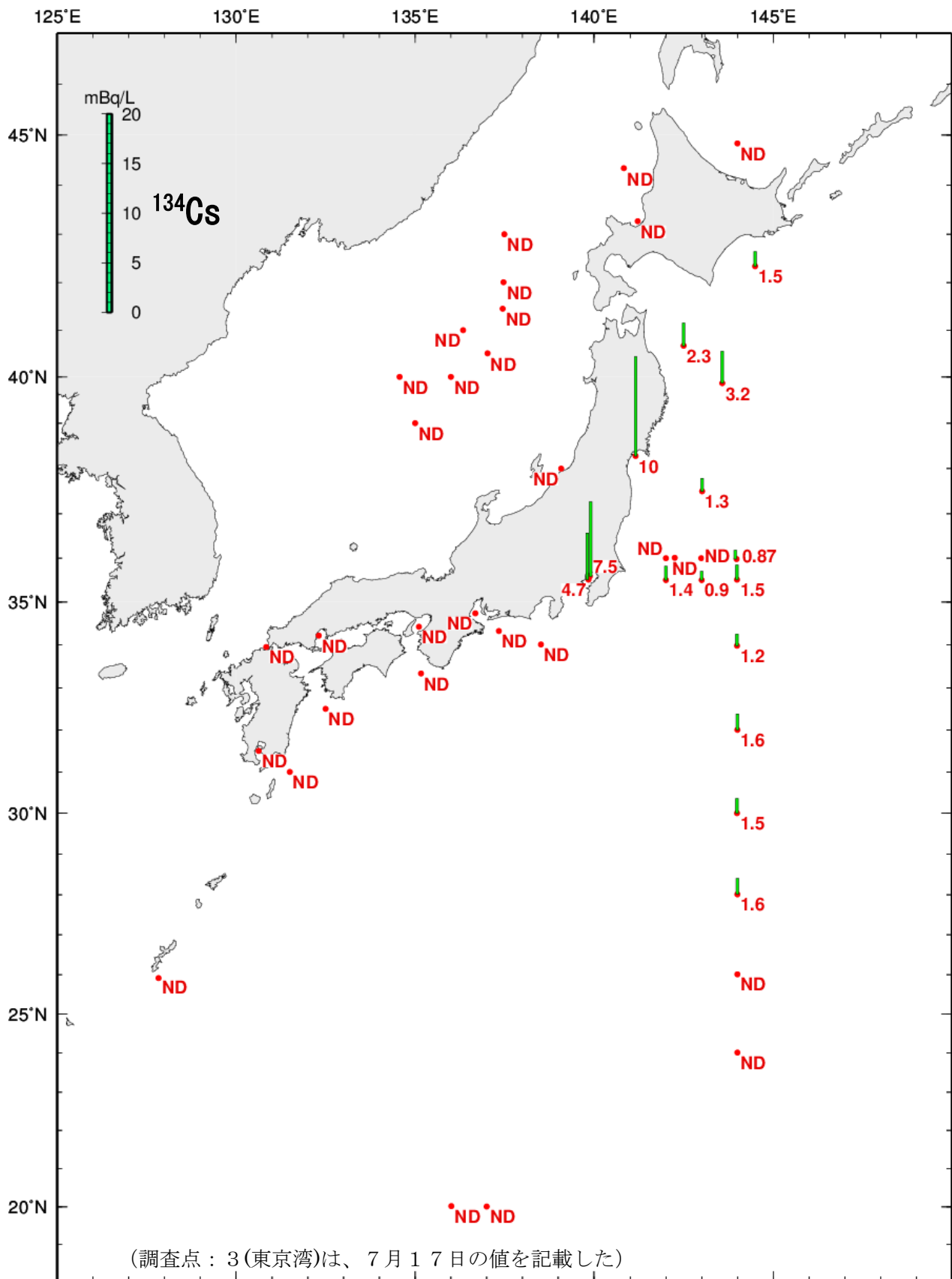


図 1-3 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海水中的の ^{134}Cs

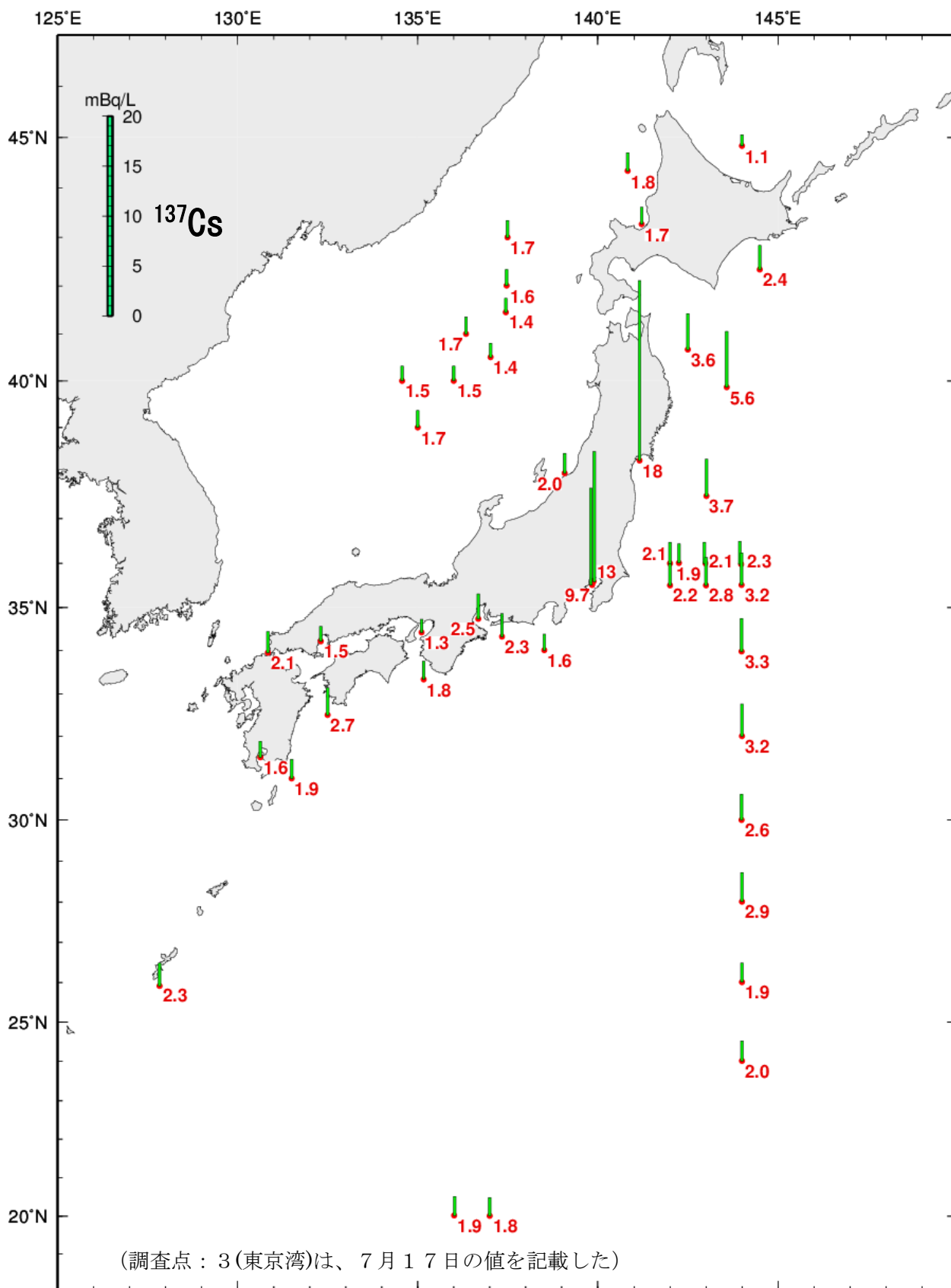


図 1-4 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海水中の ^{137}Cs

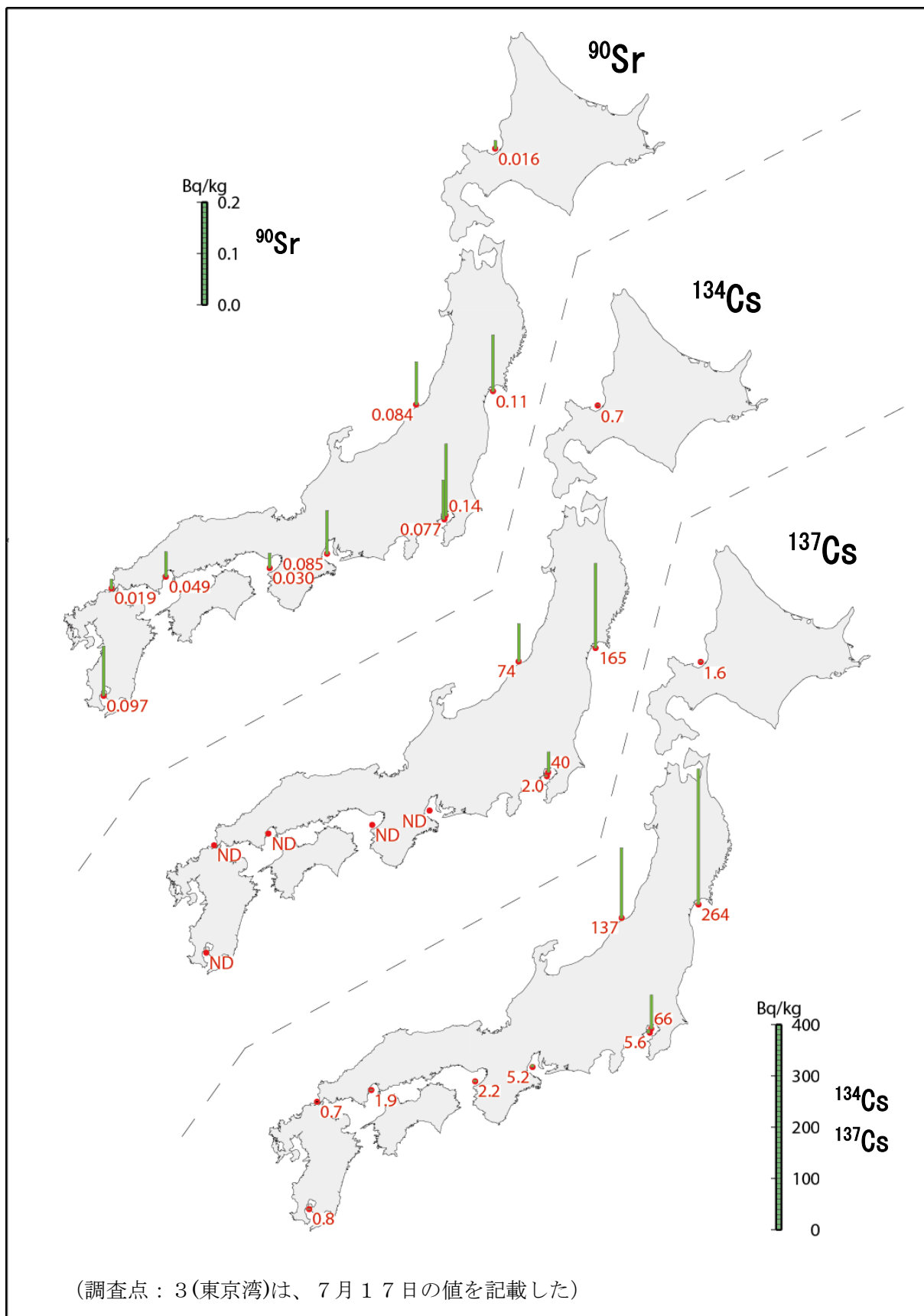


図 1-5 平成 24 年日本近海放射能調査結果—海底土

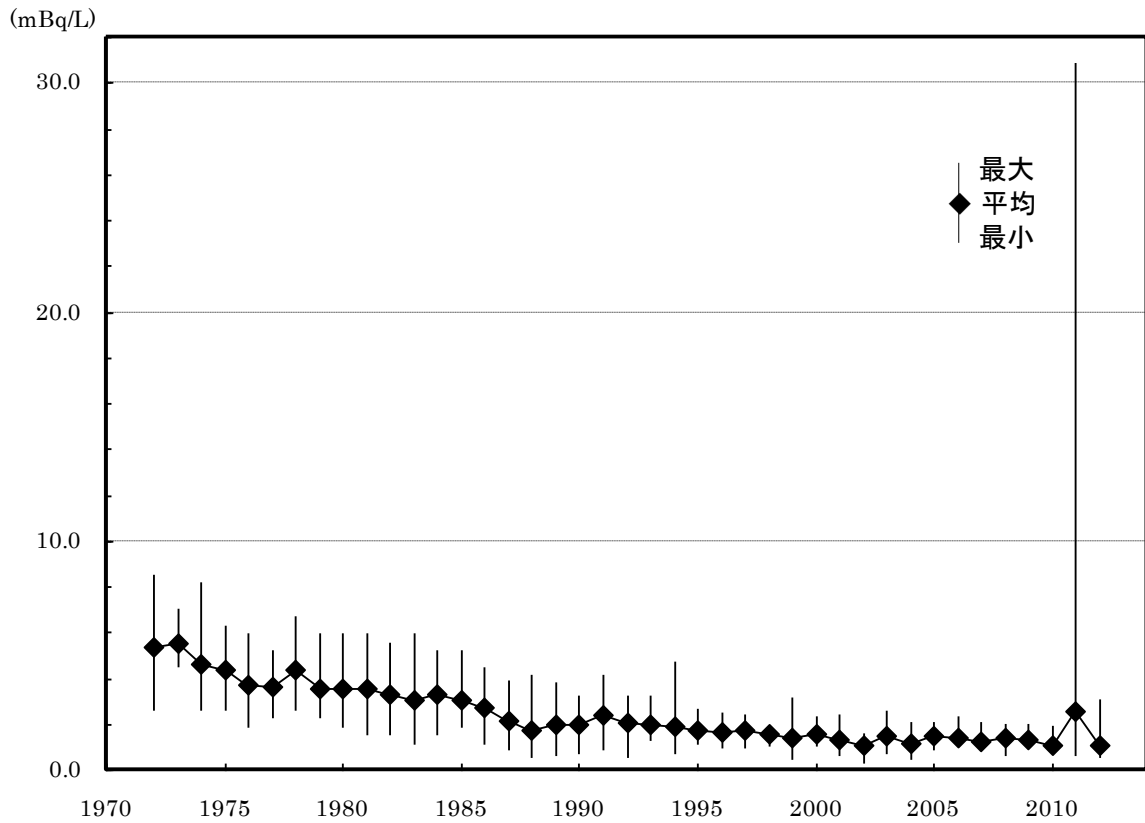


図1-6 日本近海海水中の⁹⁰Srの経年変化 (試料採取年)

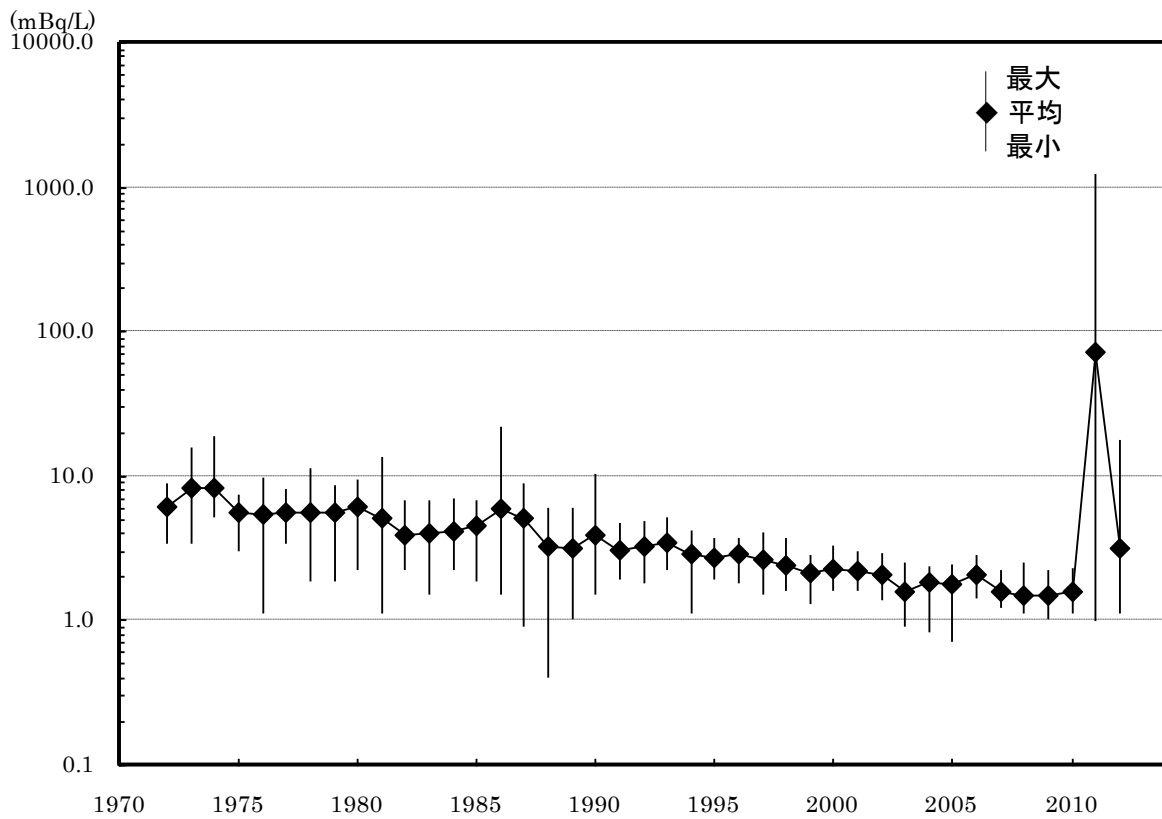


図1-7 日本近海海水中の¹³⁷Csの経年変化 (試料採取年)

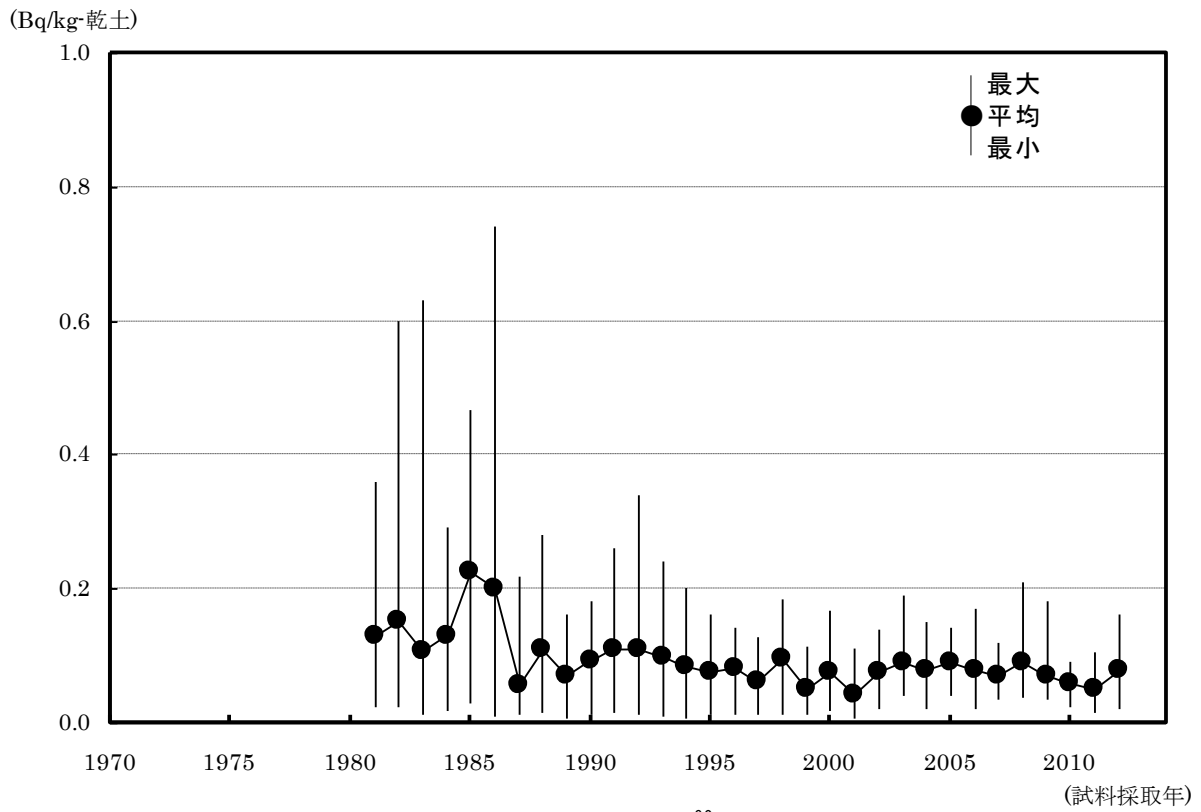


図1-8 日本近海海底土中の⁹⁰Srの経年変化

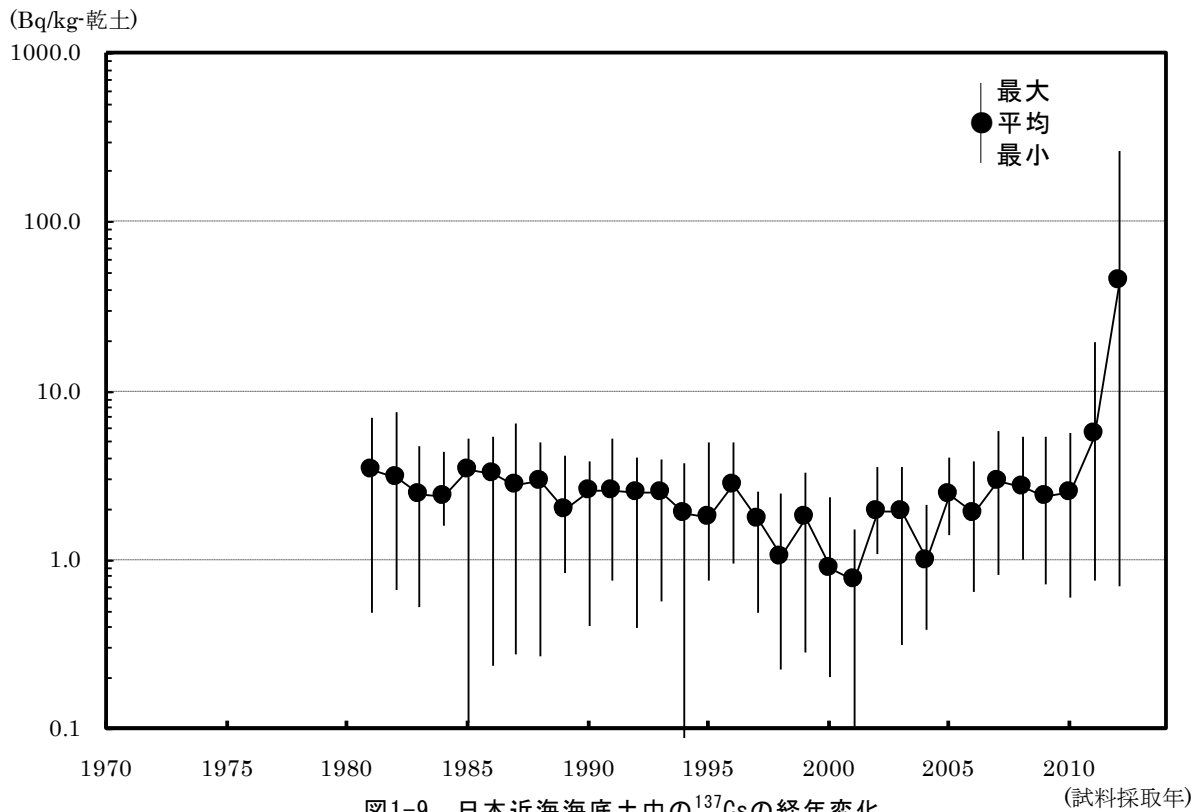


図1-9 日本近海海底土中の¹³⁷Csの経年変化

2. 深海域（日本海・オホーツク海・太平洋）における海水及び海底土の放射能調査

2.1. 深海域の調査概要

本調査は、旧ソ連・ロシアによる放射性廃棄物の海洋投棄に関連して、日本海及びオホーツク海の海水・海底土中の人工放射性核種の分布状況を明らかにするとともに、その動態を把握するものである。

また、日本海の調査比較点として太平洋側においても調査を実施している。

今回の報告は、平成 24 年（2012 年）の調査結果を取りまとめたものである。

なお、日本海南西部については、平成 18 年から韓国と共同で調査を実施しているが、平成 24 年は、両国の協議が整わず調査は行われなかった。

2.1.1. 調査海域

調査海域及び試料の採取点は、図 2-1 に示すとおりである。

2.1.2. 試料採取

試料採取は、海上保安庁海洋情報部所属の測量船で行った。

海水の採取深度は、0m、1,000m、2,000m、3,000m 及び底上 50m の層について実施した。海水の採取は 100L 採水器（離合社製、重量約 85kg、採水筒ポリプロピレン製）を用いた。各層における採取量は約 100L で、採取後直ちに塩酸（1 mL / 1 L 海水）を加えた。

なお、採水深度は、測深ピンガー（海洋電子社製 PA-614 型、12kHz）及びデジタル転倒圧力計（SIS 社製、RPM6000X）を用いて決定し、水温はデジタル転倒温度計（SIS 社製、RTM 4002X）、実用塩分は塩分測定装置（Guildline 製 PORTSAL8410A）で計測した。溶存酸素については、採取後直ちにウインクラー・カーペンター法で測定した。

海底土は、スミス・マッキンタイヤ改良型採泥器（離合社製、重量約 180 kg、採取面積約 0.1 m²）を用いて採取し、表層から約 2cm を分取した。

2.1.3. 測定項目

各試料の測定核種は海水・海底土ともに次の 4 核種である

ストロンチウム - 90	(⁹⁰ Sr : 半減期	29 年)
セシウム - 137	(¹³⁷ Cs : 半減期	30 年)
コバルト - 60	(⁶⁰ Co : 半減期	5.3 年)
プルトニウム - 239+240	(²³⁹ Pu : 半減期	24, 100 年)
	(²⁴⁰ Pu : 半減期	6, 560 年)

2.2. 放射能測定

各試料は、放射化学分析を行った後、 ^{137}Cs 及び ^{60}Co については β 線計測を行い、 ^{90}Sr については、放射平衡にある ^{90}Y について β 線計測を行った。 $^{239+240}\text{Pu}$ については α 線計測を行った。

化学収率の補正は、 ^{137}Cs 及び ^{60}Co については Cs 及び Co 担体添加法により求め、 ^{90}Sr については標準添加法を用いる原子吸光光度法及び Y 担体添加法により求め、 $^{239+240}\text{Pu}$ については添加した ^{242}Pu 標準液の計測値から求めた。

2.2.1. 放射化学分析

(1) 海水

化学処理に先立ち、海水試料 (100 L) を大型水槽に入れ、Cs、Co 及び ^{242}Pu 標準液の各担体を加えた。

[^{137}Cs] 水槽の海水試料に、りんモリブデン酸アンモニウムを加え ^{137}Cs を吸着させ、ろ別した (上澄み液、ろ液は ^{90}Sr 、 ^{60}Co 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の分析に用いた)。この、りんモリブデン酸アンモニウムを水酸化ナトリウム溶液で溶解し、陽イオン交換樹脂カラム (Duolite C-3) に通して分離精製の後、これを塩化白金酸塩として沈殿させ、ろ別し、乾燥して計測試料とした。

[^{90}Sr] ^{137}Cs の分析中に得られた上澄み液、ろ液に炭酸ナトリウムを加え、 ^{90}Sr 、 ^{60}Co 及び $^{239+240}\text{Pu}$ を沈殿させ、ろ別した。沈殿物は硝酸で溶解し、その溶液を煮沸して炭酸ガスを除いた後、水酸化ナトリウムを加え弱塩基性として $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{60}Co を水酸化マグネシウムと共に共沈させ、ろ別した (沈殿物は $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{60}Co の分析に用いた)。

ろ液は酸性とした後、Y 担体を加え 2 週間以上放置し、 ^{90}Sr と放射平衡にある ^{90}Y を水酸化物として沈殿させ、ろ別した後、沈殿物を塩酸で溶解し、りん酸水素ビス (2-エチルヘキシル) 抽出法の後、陽イオン交換樹脂カラム (Dowex50WX8) に通して ^{90}Y を分離精製し、これをしゅう酸塩として沈殿させ、ろ別、乾燥して計測試料とした。

[$^{239+240}\text{Pu}$] ^{90}Sr の分析中に得られた沈殿物を硝酸で溶解し、溶解液を蒸発濃縮した後、8.4M 硝酸で処理し、陰イオン交換樹脂カラム (Dowex1-X8) に通し Pu (IV) を吸着させた。8.4M 硝酸及び 10M 塩酸で樹脂を洗浄後、よう化アンモニウム-塩酸溶液で Pu (IV) を Pu (III) に還元し溶離した。分離精製した試料はステンレススチール板上に電着して計測試料とした。

[^{60}Co] $^{239+240}\text{Pu}$ の分析中の陰イオン交換樹脂カラムからの 8.4M 硝酸流出液に水酸化ナトリウム溶液を加え ^{60}Co を沈殿させた。得られた沈殿物を 8M 塩酸に溶解して陰イオン交換樹脂カラム (Amberlite CG-400) に通し ^{60}Co を吸着させ、4M 塩酸で溶離した後、テトラヒドロフラン-塩酸混液を用いて陽イオン交換樹脂カラム (Dowex50WX8) に通して ^{60}Co を分離精製し、銅板上に電着して計測試料とした。

(2) 海底土

分析に先立ち、採取試料を乾燥、粉砕し、目開き 2mm のふるいを通過した部分を分析試料

とした。

[²³⁹⁺²⁴⁰Pu] 乾土約 50 g を用い、²⁴²Pu 標準液を添加した後、熱 8.4M 硝酸で浸出し、浸出液を蒸発濃縮した後、8.4M 硝酸で処理し、陰イオン交換樹脂カラム (Dowex1- X8) に通し Pu (IV) を吸着させた。8.4M 硝酸及び 10M 塩酸で樹脂を洗浄後、よう化アンモニウム-塩酸溶液で Pu (IV) を Pu (III) に還元し、溶離した。分離精製した試料はステンレススチール板上に電着して計測試料とした。

[¹³⁷Cs] 乾土約 100g を用い、470℃で有機物を熱分解した後、熱 8M 塩酸で浸出し、浸出液に、りんモリブデン酸アンモニウムを加え ¹³⁷Cs を吸着させ、ろ別した。以後の処理は海水と同様である。

[⁶⁰Co] 乾土約 300g を用い、470℃で有機物を熱分解した後、熱 8M 塩酸で浸出し、浸出液を陰イオン交換樹脂カラム (Amberlite CG-400) に通し ⁶⁰Co を吸着させた (流出液・洗液は ⁹⁰Sr の分析に用いる)。以後の処理は海水と同様である。

[⁹⁰Sr] ⁶⁰Co の分析中に得られた流出液・洗液をアンモニア水で中和してアルミニウム化合物等を沈殿させ除去した。ろ液に炭酸アンモニウムを加え ⁹⁰Sr を沈殿させ、ろ別した。沈殿物は硝酸で溶解し、その溶液を煮沸して炭酸ガスを除いた後、Y 担体を加え 2 週間以上放置する。以後の処理は海水と同様である。

2.2.2. 測定

各試料は表 2-1 に示す放射線計測機器を使用して測定した。

表 2-1 測定核種と放射線計測機器

試料	測定核種	使用放射線計測機器
海水 ・ 海底土	⁹⁰ Sr(⁹⁰ Y)	2π 低バックグラウンドガスフローカウンタ(アロカ製 LBC-4202)
	¹³⁷ Cs	低バックグラウンドベータ線スペクトロメータ(富士電機製ピコベータ)
	⁶⁰ Co	低バックグラウンドベータ線スペクトロメータ(富士電機製ピコベータ)
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	α 線スペクトロメータ(SEIKO EG&G 社製 OCTPL-U0450)

2.3. 結果

表 2-2 に海水の調査結果を、表 2-3 に海底土の測定結果を示し、測定値に計数誤差を付記した。

2.3.1. 海水

各採取地点毎の ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の鉛直分布を図 2-2 に、各層の経年変化を図 2-3 に示した。

^{60}Co の濃度は、すべて検出下限値未満であった。

^{90}Sr の濃度は、どの採取地点においても、表面海水が高く、深度が増すにつれ低くなる傾向がみられた。比較的高い表面海水中の濃度は、 $0.7\sim 1.1\text{mBq/L}$ で過去の変動の範囲内であった。

^{137}Cs の濃度においても、 ^{90}Sr と同様に、深度が増すにつれ低くなる傾向がみられた。太平洋 TR-1 の表面海水において、原発事故の影響により 8.5mBq/L の高い濃度が検出されたが、それ以外の採取地点では、 $1.3\sim 2.0\text{mBq/L}$ で過去の変動の範囲内であった。

$^{239+240}\text{Pu}$ の濃度は、表面海水で低く、概ね $1,000\text{m}$ 付近に極大値をもつ分布となっており、過去の変動の範囲内であった。

2.3.2. 海底土

^{60}Co は、NO-6 及び TR-1 において、検出されたが、検出下限値に近く、それ以外の採取地点においては、検出下限値未満であった。

NO-1～10 までの各核種の経年変化を図 2-4 に示したが、各核種とも各年で多少の変動はあるものの、過去の変動の範囲内で推移していた。

なお、日本海の調査に対する比較点である TR-1 において機器分析を併せて行ったところ、 $2.4\pm 0.4\text{Bq/kg}$ の濃度の ^{134}Cs が検出されている。

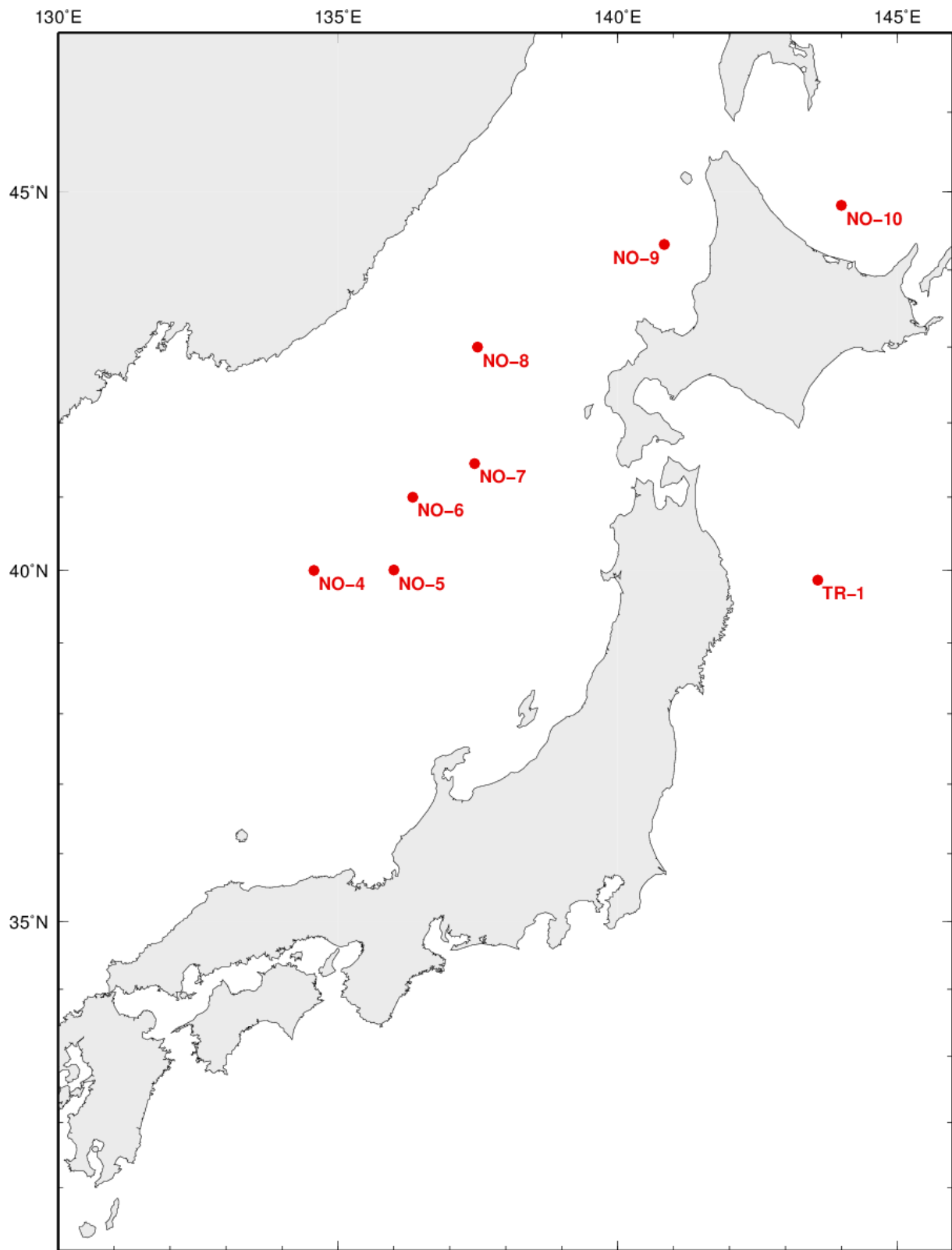


图 2-1 平成 24 年深海域放射能調査海域

表 2-2 平成 24 年深海域放射能調査結果-海水

(1/2)

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-4					40-00.0	134-34.1	2012.7.21	1,330
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
3	2.6	19.84	33.932	5.40	0.95 ± 0.02	1.6 ± 0.05	*	0.0064 ± 0.0015
1019	1027.1	0.28	34.070	4.73	0.56 ± 0.02	1.1 ± 0.04	*	0.039 ± 0.004
1222	1232.7	0.22	34.068	4.69	0.40 ± 0.01	0.62 ± 0.04	*	0.043 ± 0.004

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-5					40-00.2	136-00.1	2012.7.23	1,446
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	21.8	33.903	5.16	1.1 ± 0.03	1.7 ± 0.05	*	0.0051 ± 0.0012
1044	1052.8	0.28	34.069	4.73	0.63 ± 0.02	0.97 ± 0.04	*	0.048 ± 0.004
1345	1356.7	0.24	34.067	4.70	0.42 ± 0.01	0.83 ± 0.04	*	0.044 ± 0.003

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-6					40-59.9	136-20.1	2012.7.24	3,387
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	19.6	33.556	5.46	0.93 ± 0.02	1.7 ± 0.05	*	0.0046 ± 0.0010
1037	1045.2	0.32	34.071	4.77	0.59 ± 0.02	1.3 ± 0.04	*	0.036 ± 0.003
2028	2049.0	0.22	34.066	4.72	0.27 ± 0.01	0.47 ± 0.03	*	0.030 ± 0.003
3288	3332.6	0.30	34.067	4.79	0.19 ± 0.01	0.53 ± 0.03	*	0.031 ± 0.003

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-7					41-27.1	137-26.6	2012.7.25	3,659
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	19.6	33.653	5.46	0.98 ± 0.02	1.9 ± 0.05	*	0.0041 ± 0.0010
1026	1034.1	0.30	34.070	4.81	0.62 ± 0.02	1.3 ± 0.04	*	0.040 ± 0.003
2021	2042.1	0.21	34.072	4.77	0.29 ± 0.01	0.46 ± 0.03	*	0.030 ± 0.002
3023	3061.8	0.27	34.068	4.79	0.16 ± 0.01	0.48 ± 0.03	*	0.031 ± 0.002
3555	3604.7	0.32	34.068	4.78	0.16 ± 0.01	0.38 ± 0.03	*	0.026 ± 0.002

※測定値が検出下限値未満の場合は*を付記した。

表 2-2 平成 24 年深海域放射能調査結果-海水

(2/2)

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-8					42-59.9	137-29.7	2012.7.26	3,692
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	19.6	33.640	5.48	1.1 ± 0.02	1.7 ± 0.05	*	0.0037 ± 0.0010
1032	1040.1	0.32	34.069	4.82	0.61 ± 0.02	1.3 ± 0.04	*	0.033 ± 0.002
2038	2059.2	0.21	34.067	4.75	0.22 ± 0.01	0.48 ± 0.04	*	0.034 ± 0.004
3017	3055.6	0.27	34.066	4.77	0.20 ± 0.01	0.70 ± 0.03	*	0.021 ± 0.002
3591	3642.2	0.33	34.076	4.77	0.17 ± 0.01	0.40 ± 0.03	*	0.025 ± 0.002

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-9					44-20.0	140-50.1	2012.7.27	265
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	18.3	33.704	5.57	0.79 ± 0.02	2.0 ± 0.06	*	0.0042 ± 0.0010
201	202.2	2.99	34.064	6.39	0.78 ± 0.02	2.2 ± 0.05	*	0.010 ± 0.001

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
NO-10					44-50.0	143-59.8	2012.7.31	186
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	17.1	32.905	6.79	0.70 ± 0.02	1.3 ± 0.05	*	0.0028 ± 0.0007
126	126.5	1.56	33.394	6.64	0.63 ± 0.02	1.4 ± 0.04	*	0.0053 ± 0.0012

調査点					採取位置		採取年月日	水深(m)
					緯度(N)	経度(E)		
TR-1					39-52.1	143-34.7	2012.8.2	2,265
採取深度		水温 ITS-90 (°C)	実用 塩分	溶存 酸素 (mL/L)	放射能濃度 (mBq/L)			
(m)	(dBar)				⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
0	—	20.4	33.777	5.50	1.0 ± 0.02	8.5 ± 0.10	*	*
1051	1059.2	3.25	34.369	1.20	0.13 ± 0.01	0.73 ± 0.03	*	0.027 ± 0.003
2037	2057.9	1.89	34.603	2.32	*	0.17 ± 0.03	*	0.013 ± 0.002
2221	2245.3	1.73	34.631	2.33	*	0.39 ± 0.03	*	0.015 ± 0.002

※測定値が検出下限値未満の場合は*を付記した。

表 2-3 平成 24 年深海域放射能調査結果-海底土

測点 番号	採取位置		採取年月日	水深 (m)	放射能濃度(Bq/kg-乾土)			
	緯度(N)	経度(E)			⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	⁶⁰ Co	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
NO-4	39-59.8	134-33.9	2012. 7. 22	1,312	0.33 ± 0.01	2.6 ± 0.05	*	0.58 ± 0.04
NO-5	40-00.3	136-00.1	2012. 7. 23	1,447	0.30 ± 0.01	2.4 ± 0.05	*	0.53 ± 0.03
NO-6	41-00.3	136-19.6	2012. 7. 23	3,384	0.42 ± 0.01	2.8 ± 0.05	0.028 ± 0.008	0.58 ± 0.04
NO-7	41-26.1	137-26.1	2012. 7. 25	3,662	0.31 ± 0.01	2.4 ± 0.05	*	0.42 ± 0.03
NO-8	42-59.9	137-29.9	2012. 7. 26	3,690	0.026 ± 0.004	0.31 ± 0.03	*	0.023 ± 0.003
NO-9	44-20.4	140-50.0	2012. 7. 27	262	0.23 ± 0.01	2.5 ± 0.05	*	1.7 ± 0.07
NO-10	44-50.0	143-59.5	2012. 7. 31	186	0.091 ± 0.005	1.5 ± 0.04	*	0.89 ± 0.05
TR-1	39-53.0	143-34.2	2012. 8. 2	2,190	0.25 ± 0.01	5.2 ± 0.07	0.050 ± 0.008	1.6 ± 0.07

※測定値が検出下限値未満の場合は*を付記した。

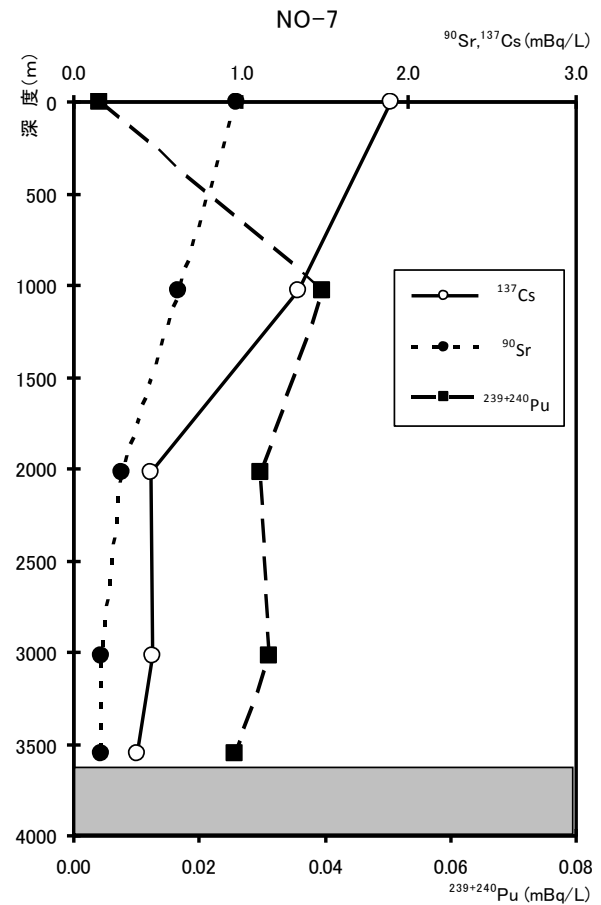
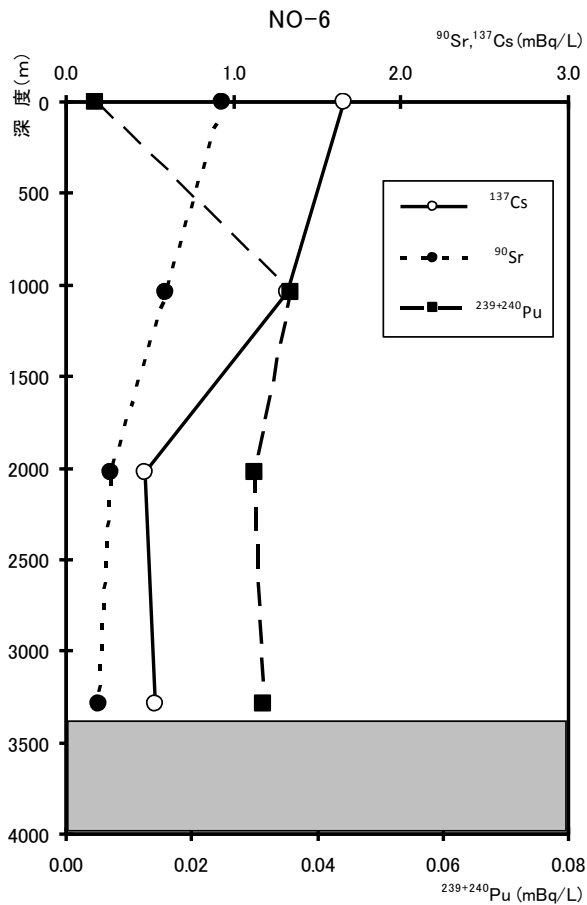
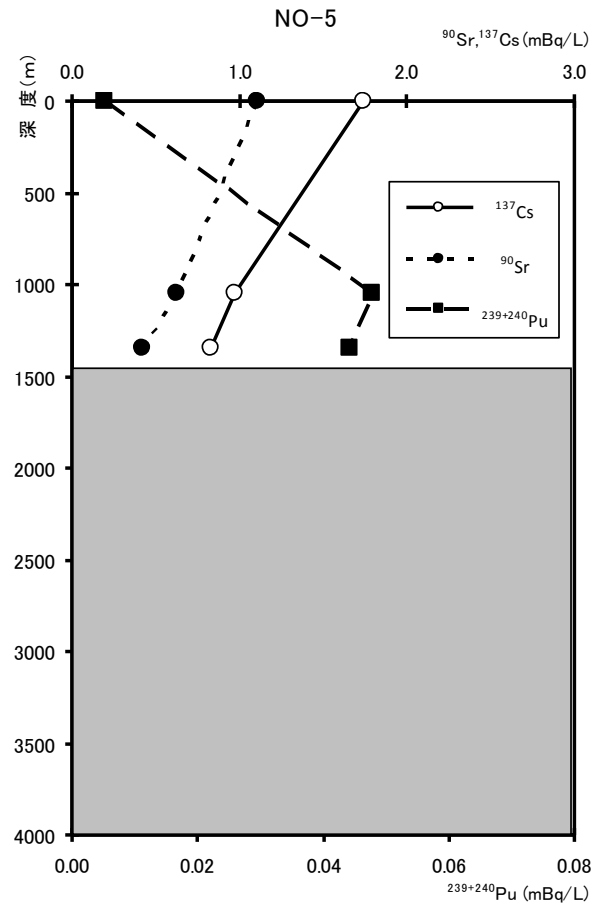
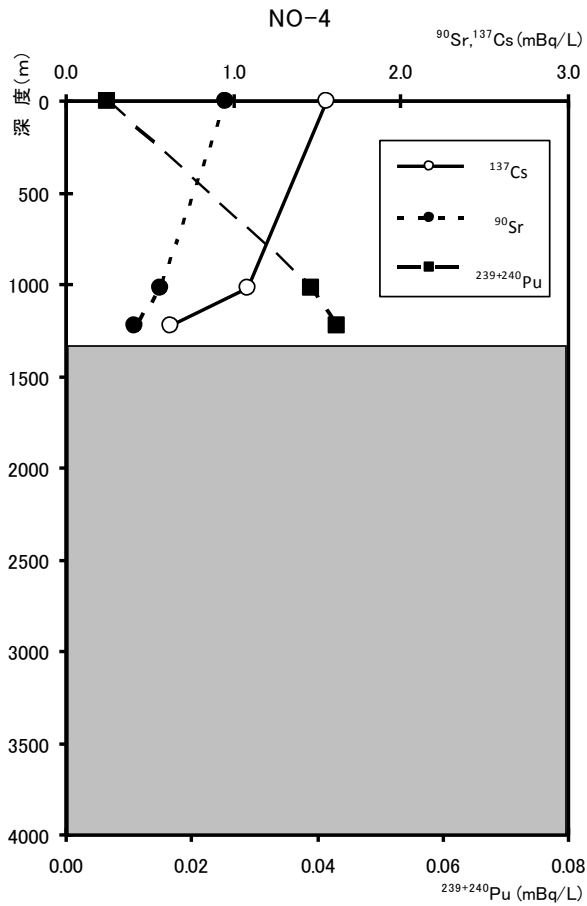


図 2-2 各採取地点における海水中の各核種の鉛直分布図 (1/2)

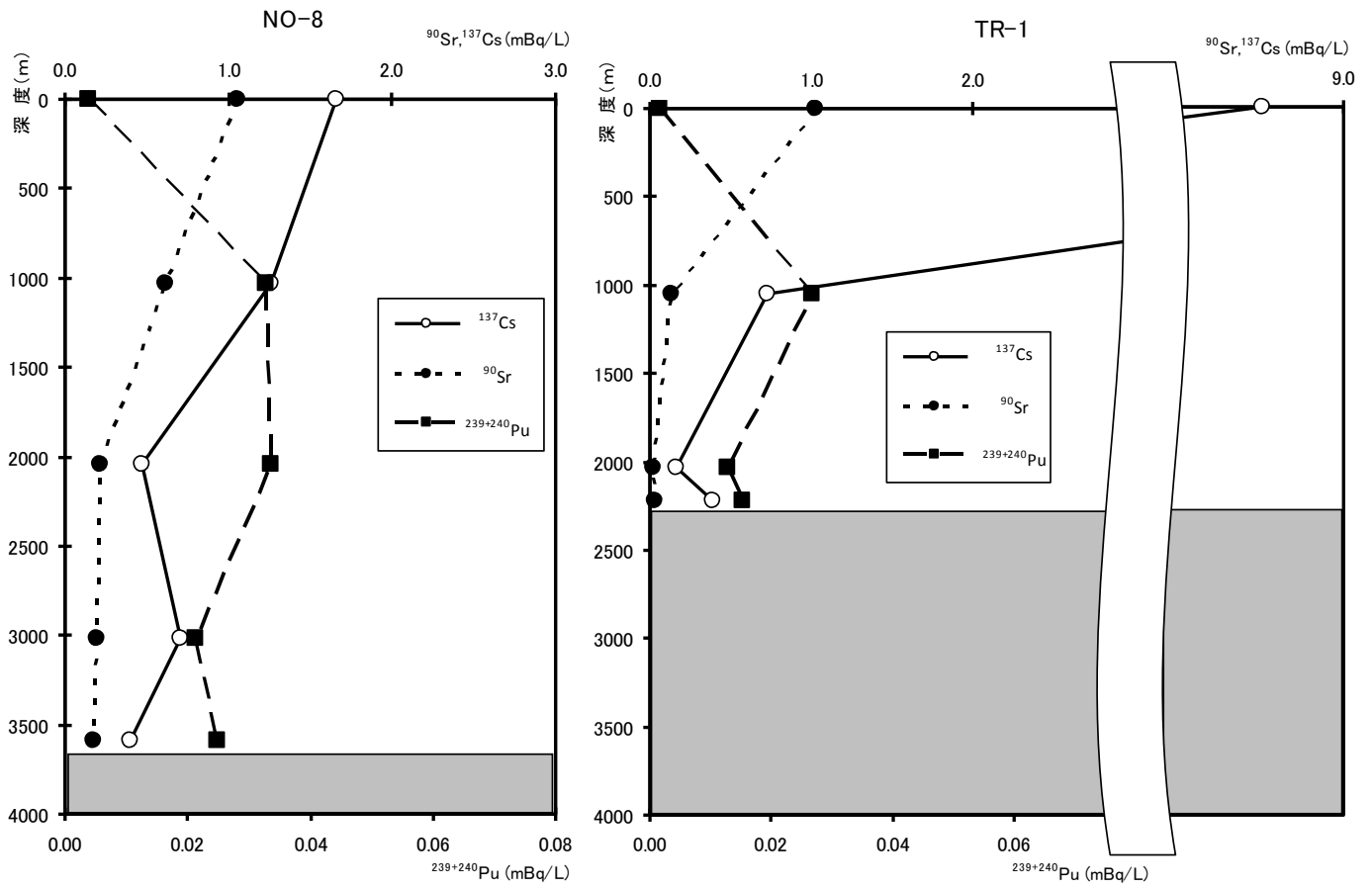


図 2-2 各採取地点における海水中の各核種の鉛直分布図 (2/2)

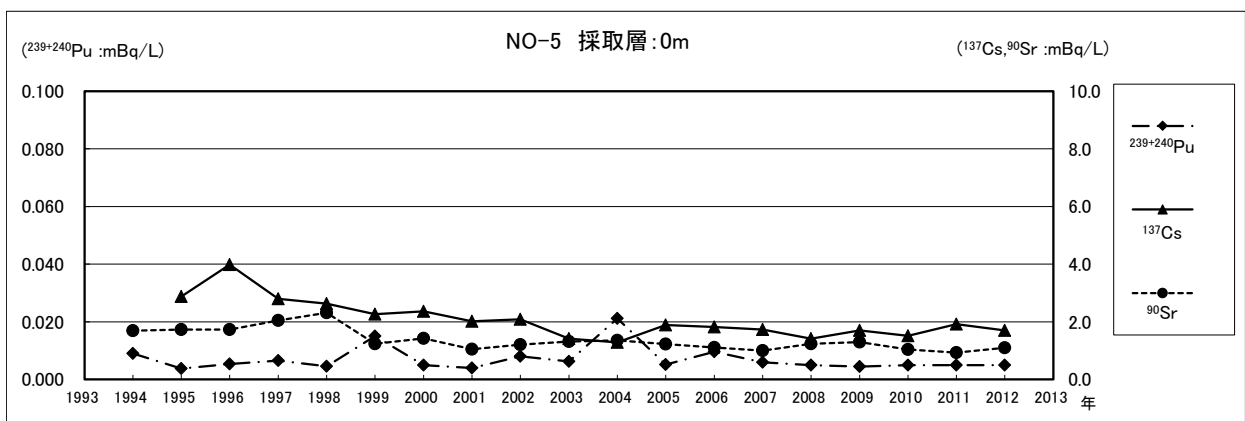
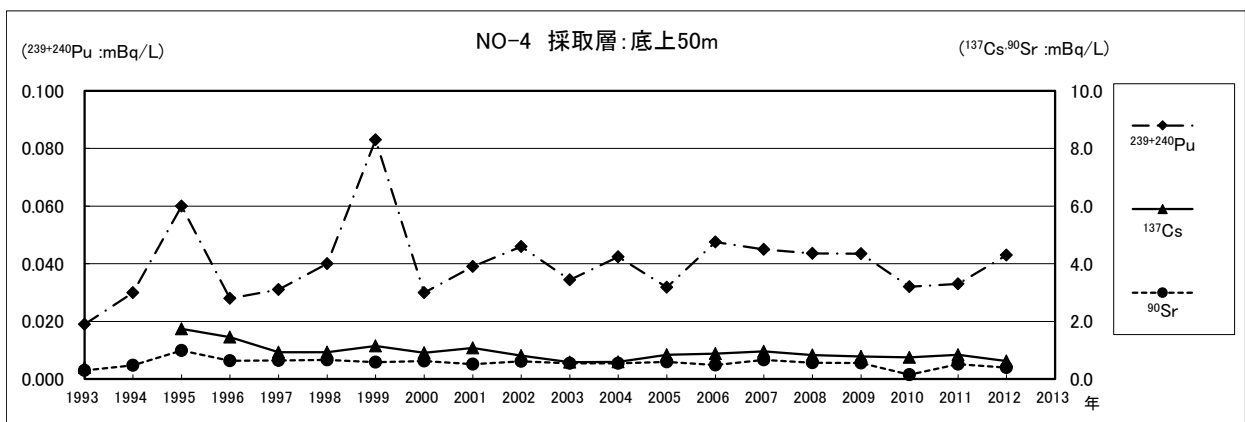
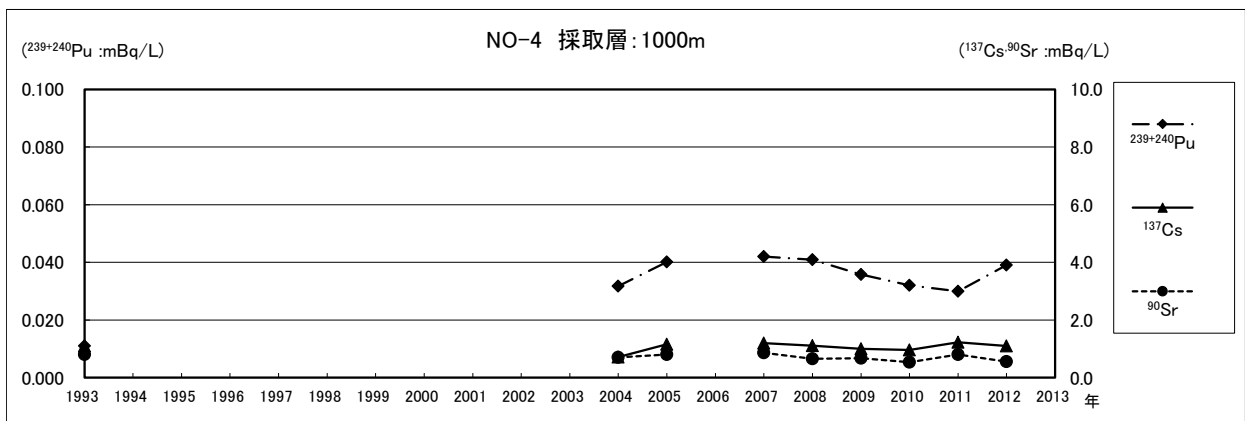
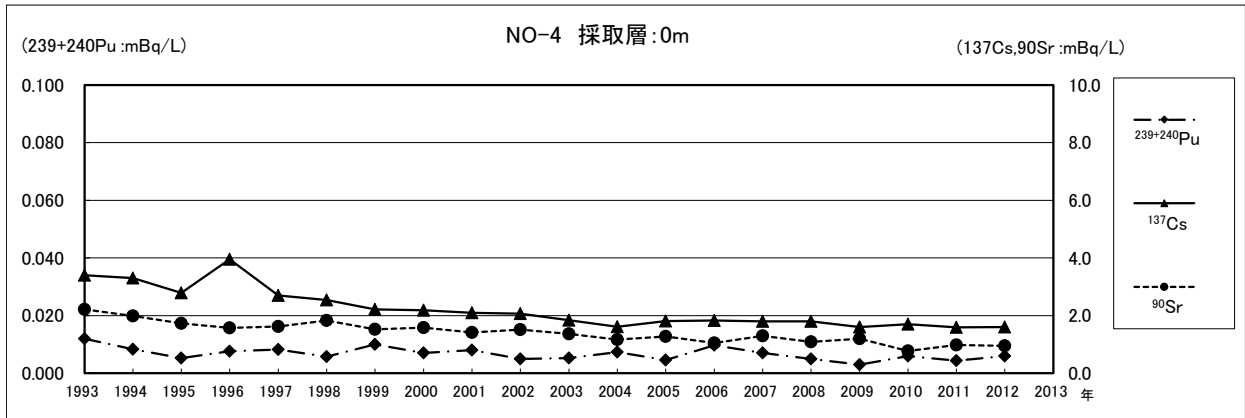


図 2-3 各採取地点における海水中の各核種の経年変化図 (1/6)

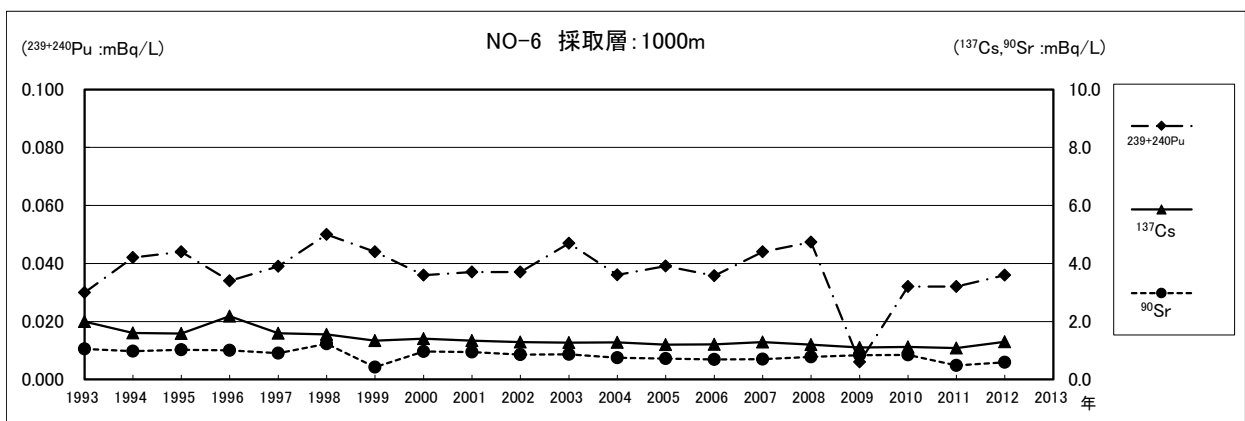
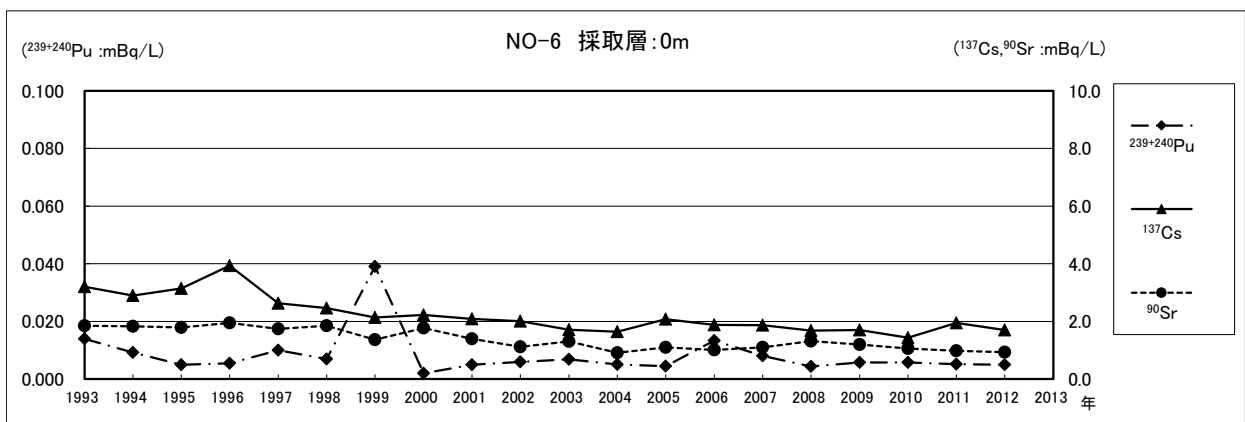
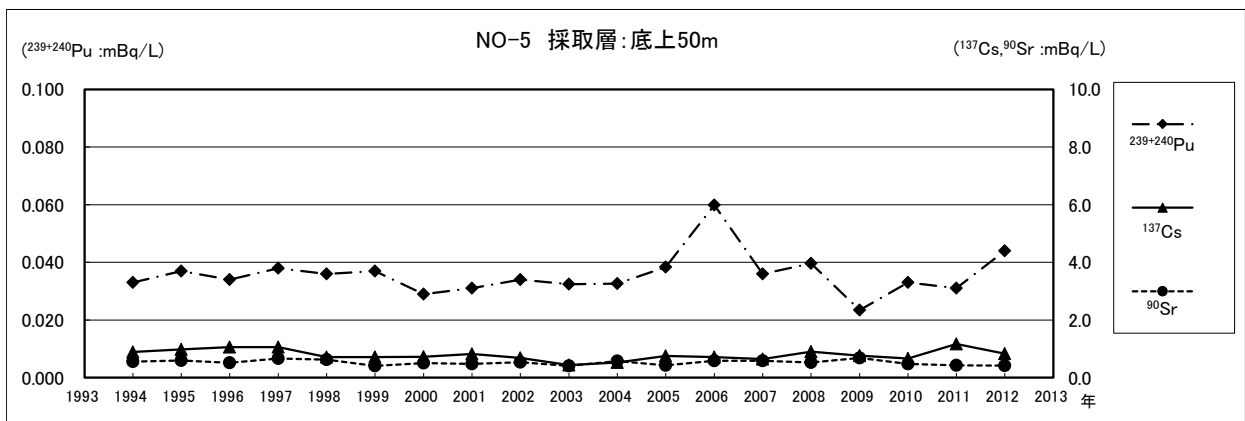
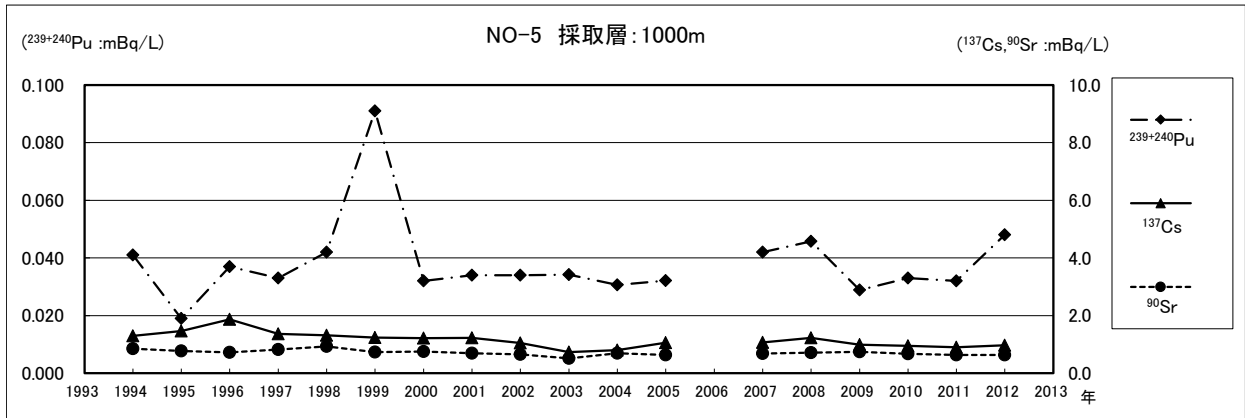


図 2-3 各採取地点における海水中の各核種の経年変化図 (2/6)

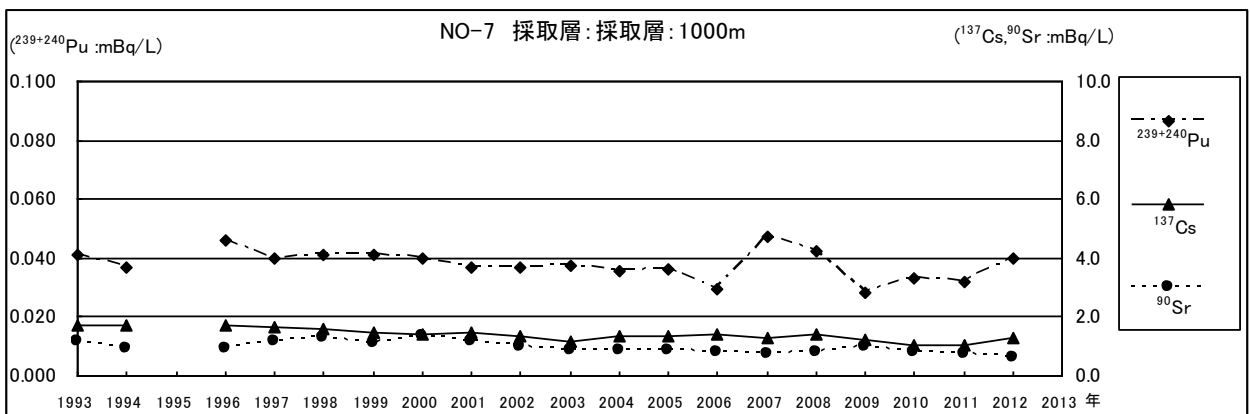
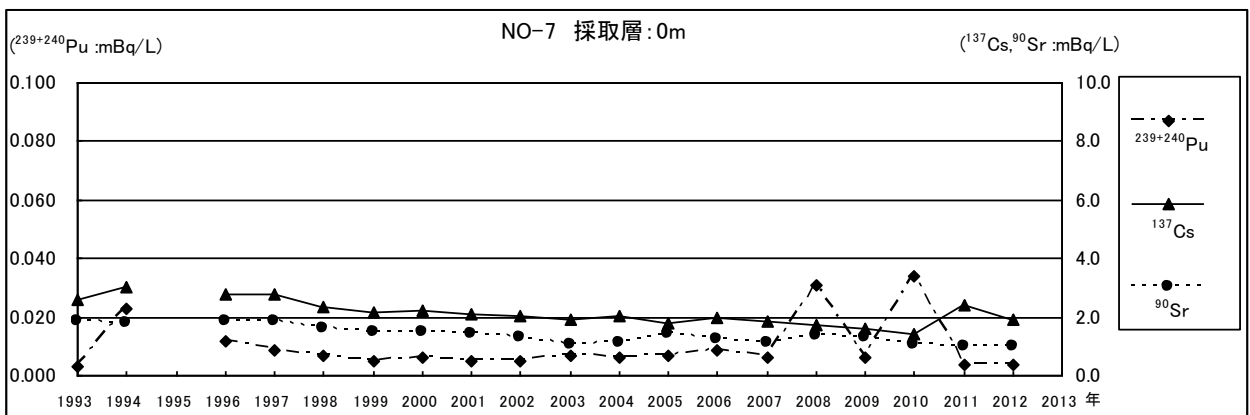
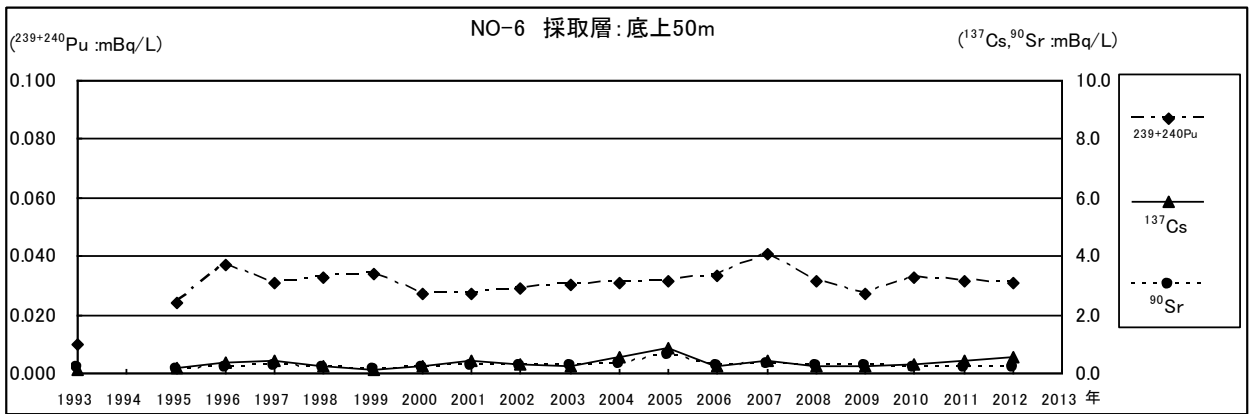
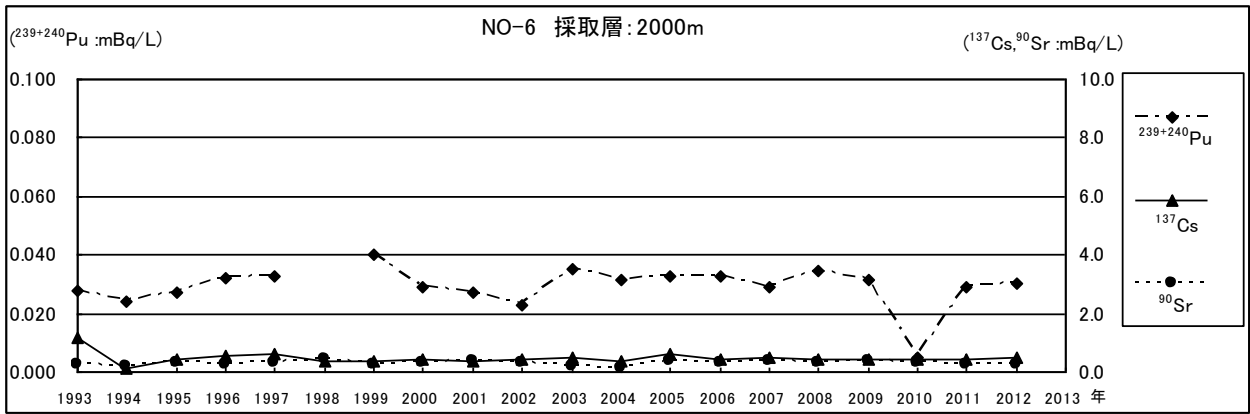


図 2-3 各採取地点における海水中的の各核種の経年変化図 (3/6)

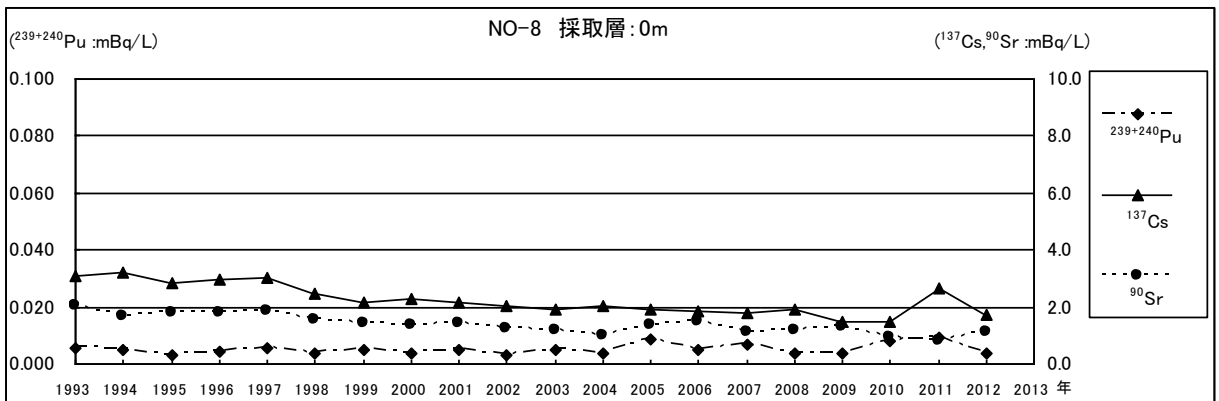
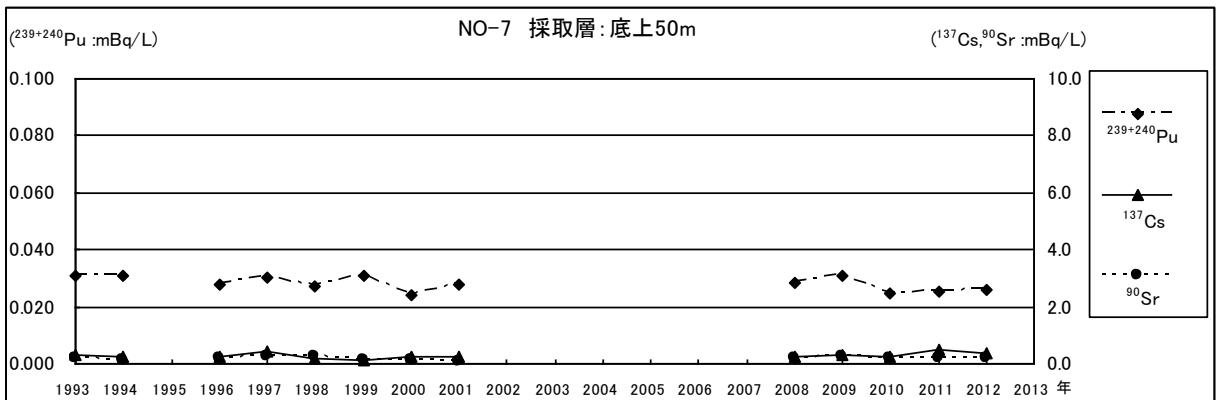
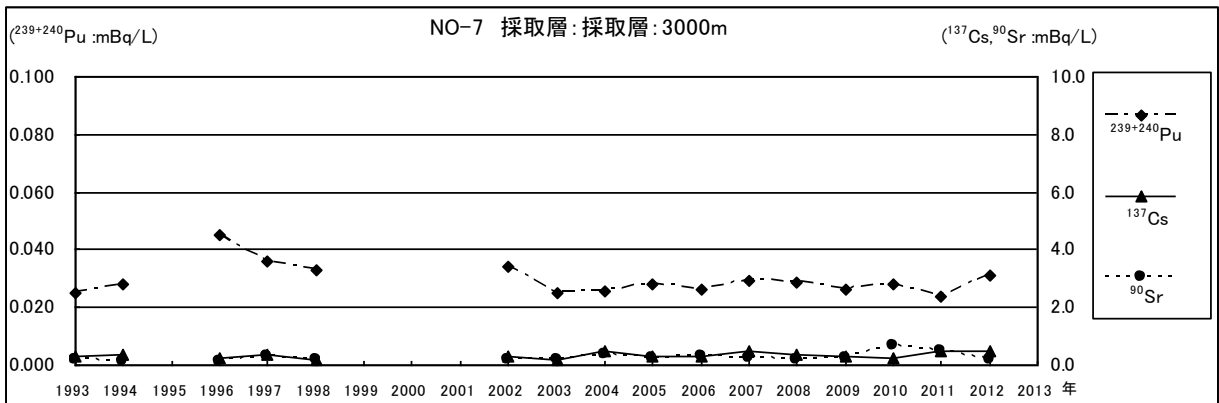
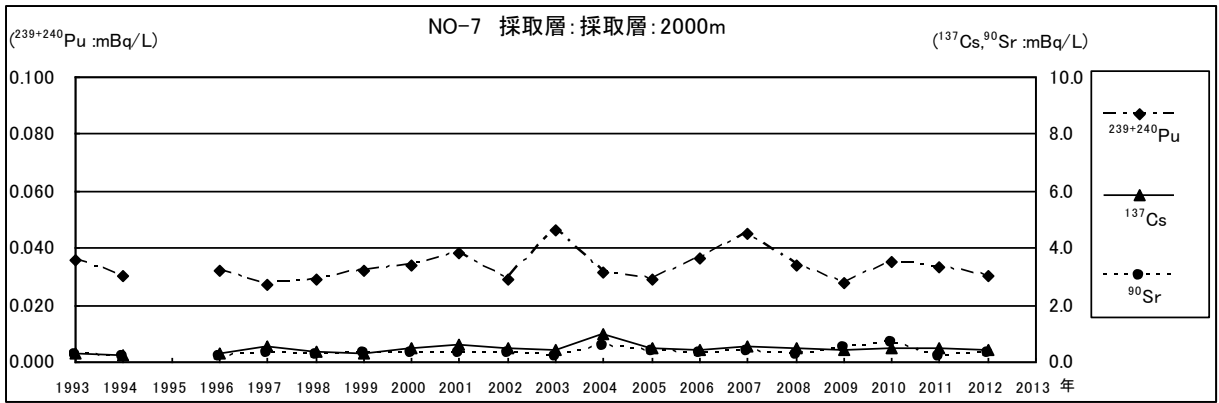


図 2-3 各採取地点における海水中の各核種の経年変化図 (4/6)

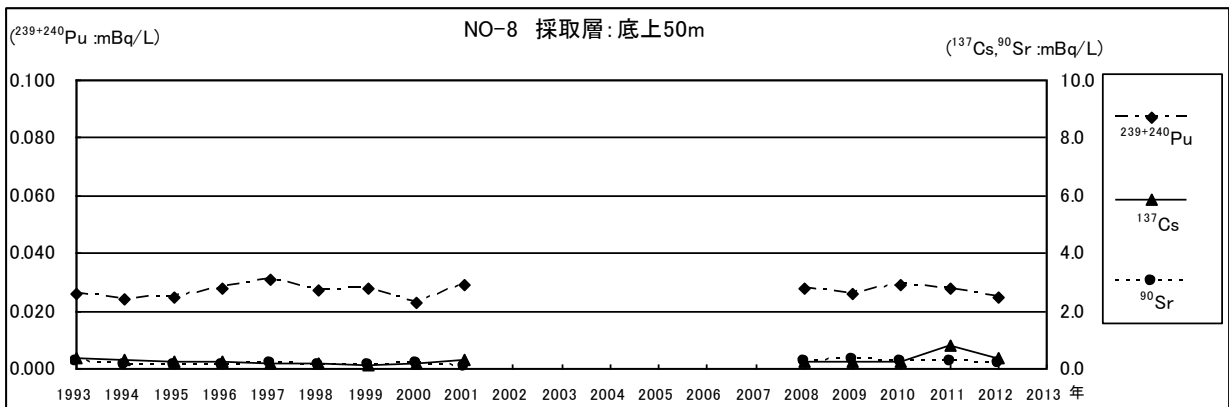
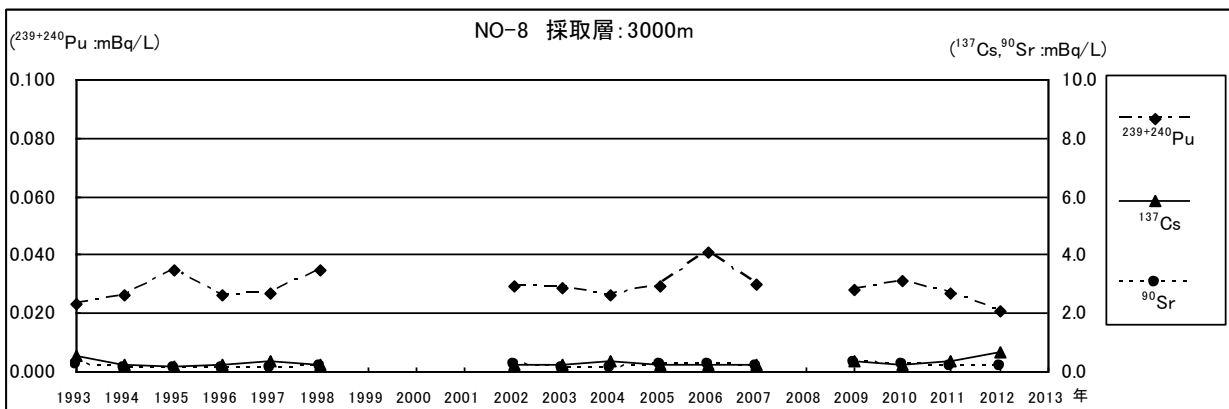
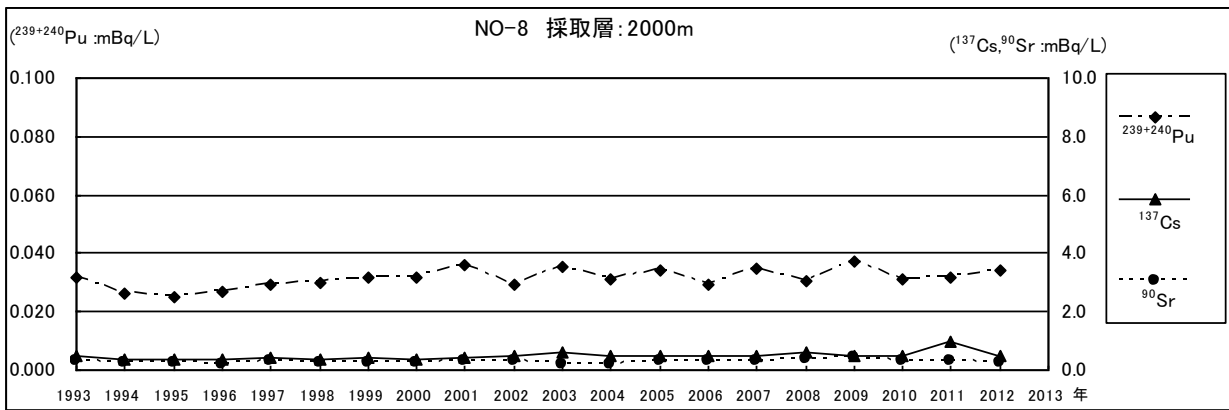
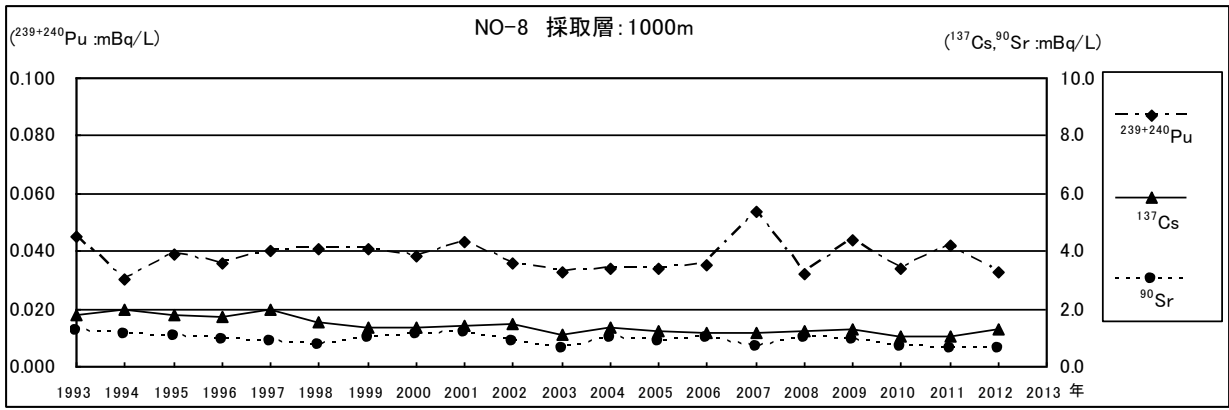


図 2-3 各採取地点における海水中の各核種の経年変化図 (5/6)

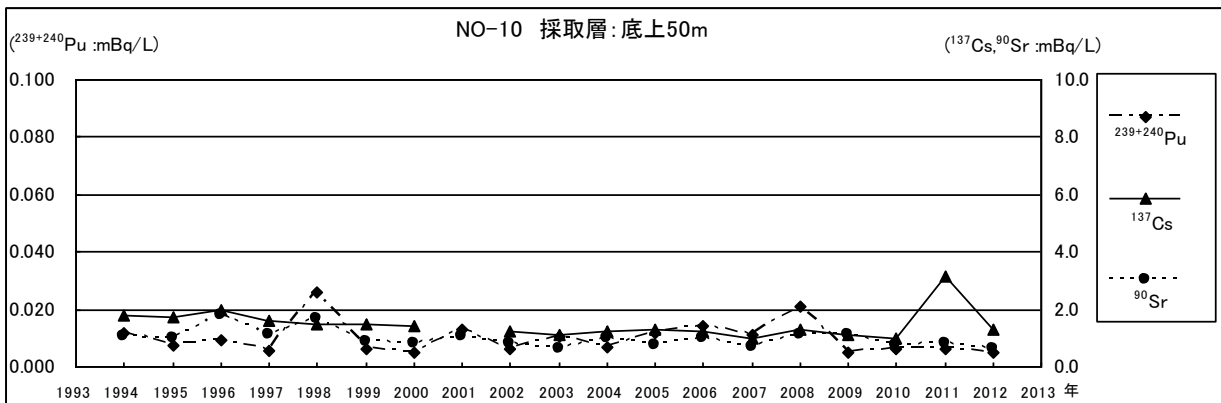
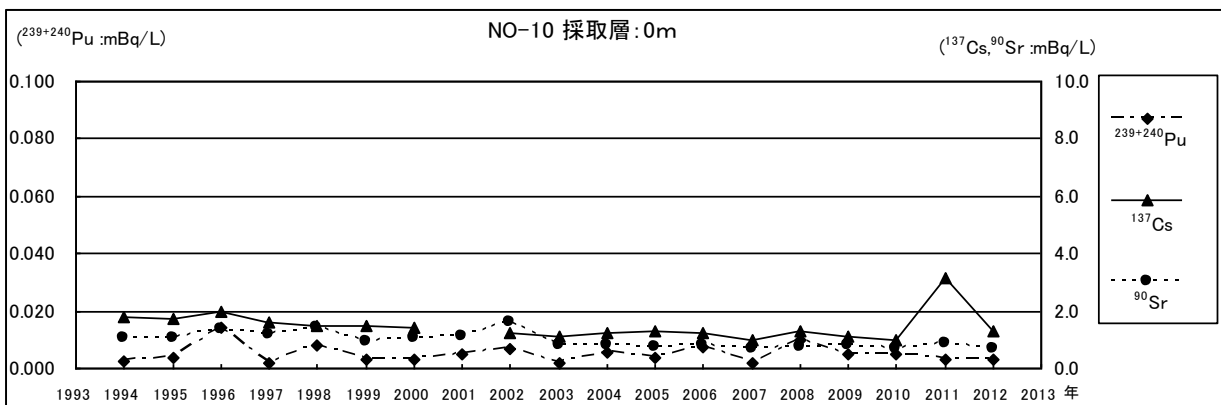
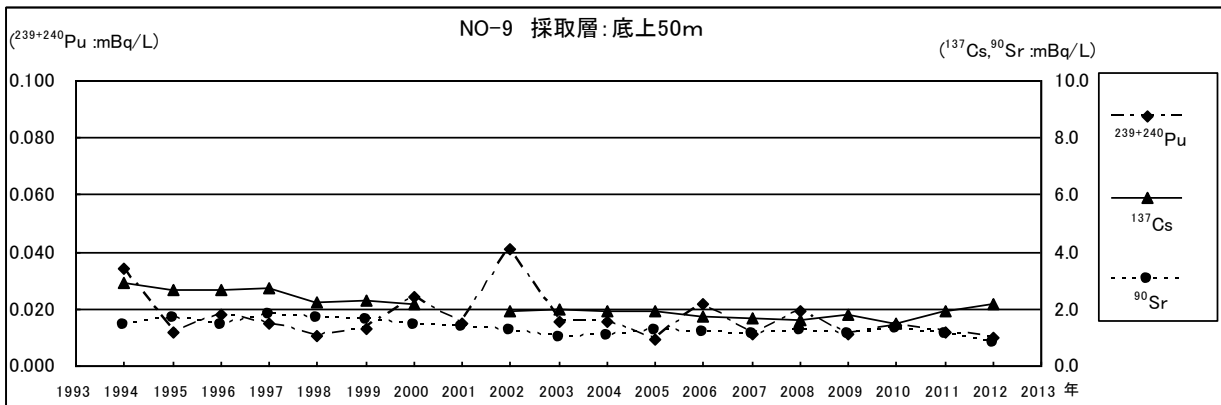
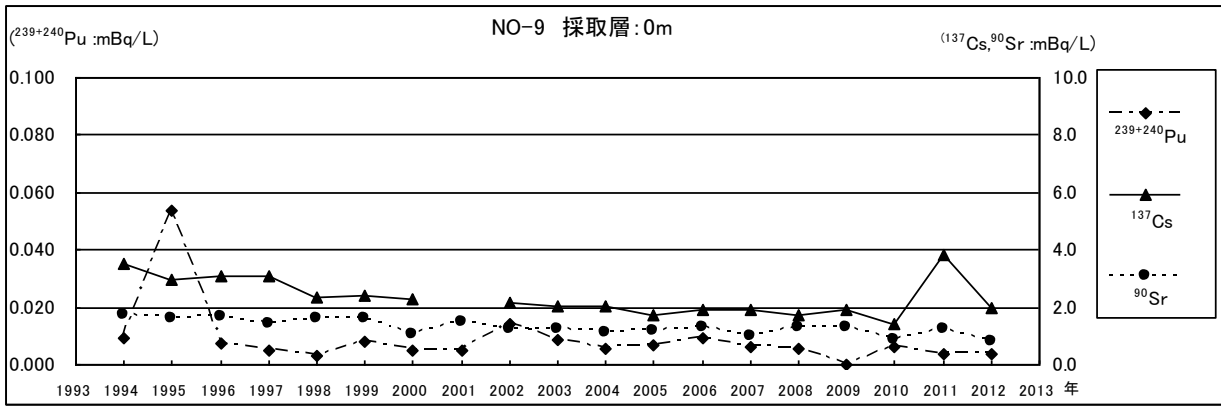


図 2-3 各採取地点における海水中の各核種の経年変化図 (6/6)

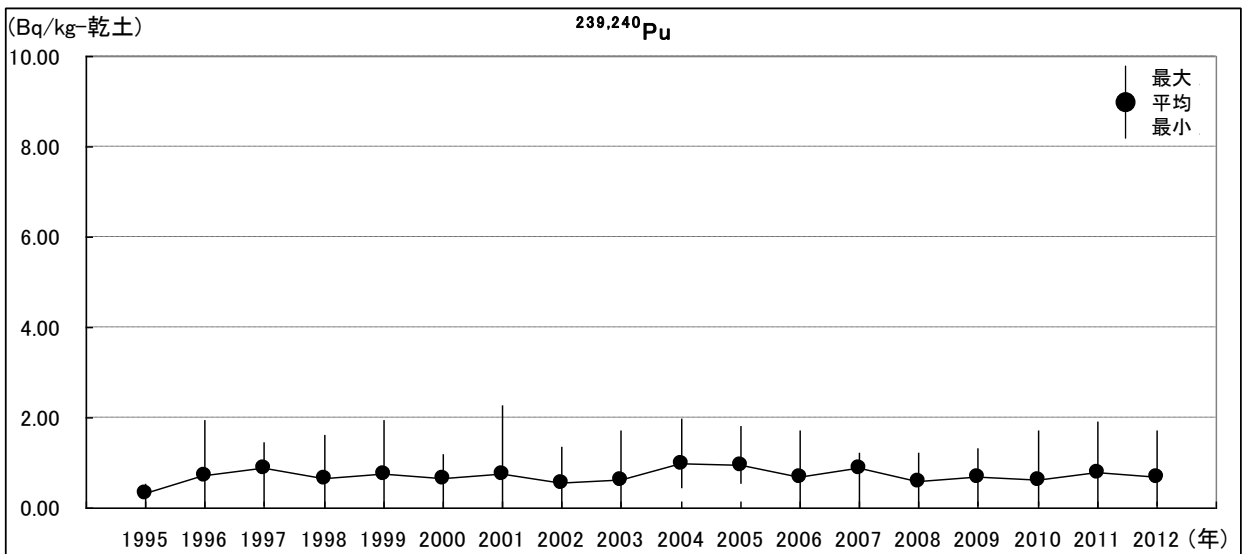
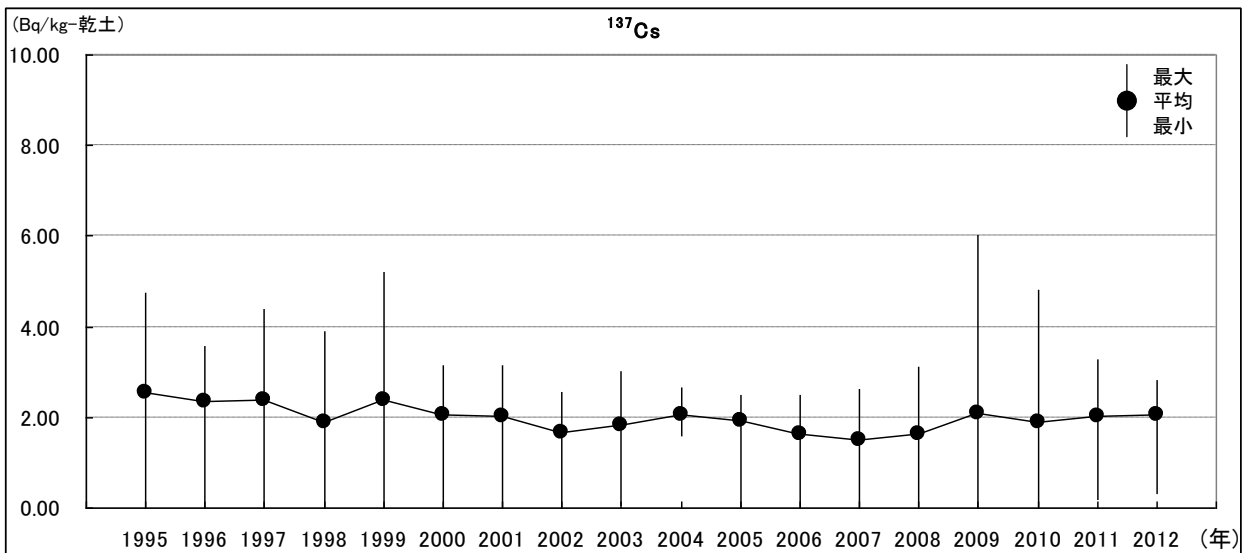
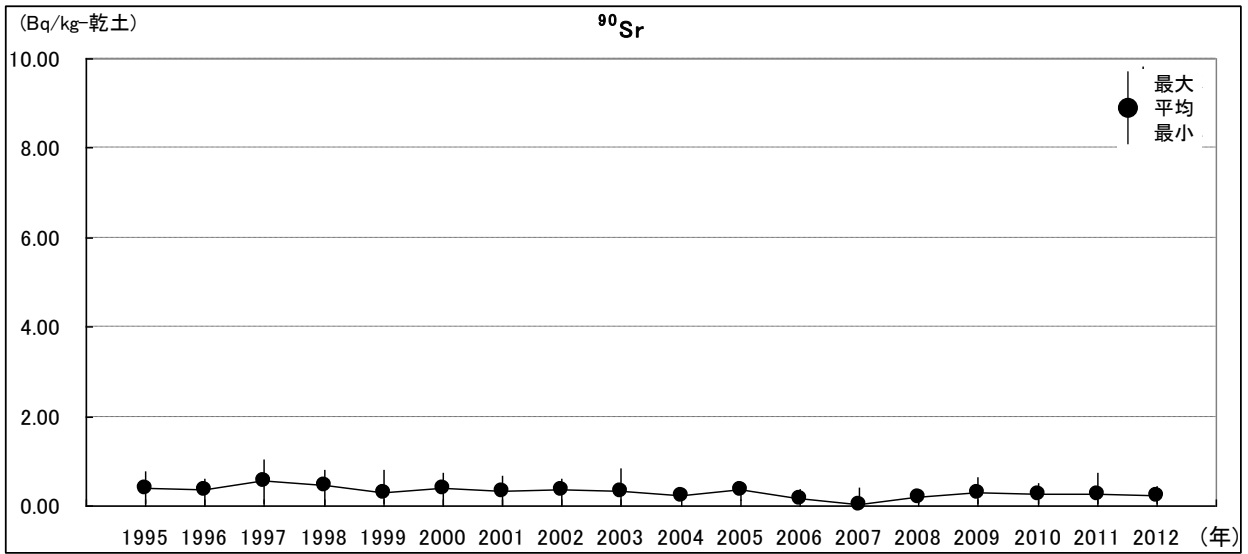


図 2-4 NO-1~NO-10 における海底土中の各核種の経年変化図