

ISSN 0910-044 X

放射能調査報告書

平成11年調査結果

平成13年3月

海上保安庁水路部

平成11年放射能調査報告書

目 次

	頁
はじめに	1
1. 日本近海における海水及び海底土の放射能調査	
1. 1 調査の概要	3
1. 1. 1 調査海域	3
1. 1. 2 試料採取	3
1. 1. 3 測定項目	4
1. 2 放射能測定	4
1. 2. 1 放射化学分析	4
1. 2. 2 測 定	5
1. 3 結 果	6
1. 3. 1 海 水	6
1. 3. 2 海 底 土	6
2. 核燃料再処理施設周辺海域の放射能調査	
2. 1 調査の概要	13
2. 1. 1 調査海域	13
2. 1. 2 試料採取	13
2. 1. 3 測定項目	13
2. 2 放射能測定	14
2. 2. 1 ガンマ線分光分析	14
2. 2. 2 放射化学分析	14
2. 3 粒度分析	14
2. 4 結 果	14
2. 4. 1 海 水	15
2. 4. 2 海 底 土	15

3.	深海域（北太平洋西部海域・日本海・オホーツク海）における海水及び海底土の放射能調査	
3. 1	北太平洋西部海域の調査の概要	21
3. 1. 1	調査海域	21
3. 1. 2	試料採取	21
3. 1. 3	測定項目	22
3. 2	放射能測定	22
3. 2. 1	放射化学分析	22
3. 2. 2	測定	23
3. 3	結果	23
3. 3. 1	海水	23
3. 3. 2	海底土	23
3. 4	日本海・オホーツク海の調査の概要	27
3. 4. 1	調査海域	27
3. 4. 2	試料採取	27
3. 4. 3	測定項目	28
3. 5	放射能測定	28
3. 5. 1	放射化学分析	28
3. 5. 2	測定	28
3. 6	結果	28
3. 6. 1	海水	28
3. 6. 2	海底土	28
3. 7	深海流の測定	44
3. 7. 1	測定方法	44
3. 7. 2	流況の概要	44

はじめに

海上保安庁水路部では、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、原子力委員会による業務調整の下に、文部科学省（旧科学技術庁）で一括計上される放射能調査研究費によって実施されているものである。

本調査報告書は、平成 11 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」、
「核燃料再処理施設周辺海域の放射能調査」、「深海域（北太平洋西部海域・日本海・オホーツク海）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。

1. 日本近海における海水及び海底土の放射能調査

1.1 調査の概要

この調査は、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放射性物質の分布状況、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11年(1999年)の調査結果をまとめたものである。

1.1.1 調査海域

試料の採取点は、図1-1に示すとおりである。海水は○印、海底土は●印で示した。なお、採取点に付した数字は試料番号である。

1.1.2 試料の採取

試料の採取は、本庁水路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。

海水はポリエチレン製のバケツを用いて表面海水約20ℓを採取し、直ちに塩酸(40ml)を加えた。

海底土はスミス・マッキンタイヤ型採泥器又はエクマンバージ型採泥器を用いて採取し、表層部の約2cmを分け取った。

採取された試料数は、海水39試料、海底土7試料であり、各海域ごとの試料数及び採取機関は次のとおりである。

調査海域	海水	海底土	採取機関
黒潮域	9	—	十、十一各管区
親潮域	10	—	一、二各管区
日本海	17	—	一、七、八、九各管区
オホーツク海	3	—	一管区
沿岸海域	—	7	本庁、一、六、八、九、十各管区
試料数計	39	7	

1.1.3 測定項目

各試料の測定核種は次のとおりである。

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

1.2 放射能測定

1.2.1 放射化学分析

各試料は、核種ごとに次の化学処理を行い分離精製し、ベータ線計測あるいはアルファ線計測を行った。化学収率の補正は、Puでは添加したPu-242の計測値から、海底土のSrでは標準添加法を用いる原子吸光光度法及びイットリウム(Y)担体添加法で、その他の核種ではいずれも添加した担体の回収重量から求めた。

(1) 海水

[Sr-90] 試料に水酸化ナトリウム溶液を加え、水酸化マグネシウムと共沈させろ過する。得られた上澄み液・ろ液を酸性とした後、Y担体を加え2週間以上放置する。これに水酸化ナトリウム溶液を加え、Sr-90と放射平衡にあるY-90を水酸化マグネシウムと共沈させ、ろ別した(上澄み液・ろ液はCs-137の分析に用いる)。沈澱物を塩酸で溶解し、りん酸水素ビス(2-エチルヘキシル)抽出法、更に陽イオン交換法によってYを分離精製し、これをしゅう酸塩として沈澱させ、ろ別、乾燥して計測試料とした。

[Cs-137] Sr-90の分析中に得られた上澄み液・ろ液を酸性とした後、りんモリブデン酸アンモニウムを加えCsを吸着させ、ろ別した。ろ別した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、Duolite C-3を用いる陽イオン交換法でCsを分離精製した後、これを塩化白金酸塩として沈澱させ、ろ別、乾燥して計測試料とした。

(2) 海底土

化学処理に先立ち、採取試料を乾燥、粉碎し、目開き2mmのふるいを通じた部分を分析試料とした。

[Pu-239,240] 乾土50gを用い、Pu-242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、熱 8.4 M 硝酸に溶解し、過酸化水素で処理し、陰イオン交換樹脂カラムに通し Pu (IV) を吸着させた。8.4 M 硝酸及び 10 M 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。

[Cs-137] 乾土 50 g を用い、470°C で有機物を熱分解した後、熱 8 M 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 Cs を吸着させ、ろ別した。

以後の処理は海水と同様である。

[Co-60] 乾土 300 g を用い、470°C で有機物を熱分解した後、熱 8 M 塩酸で浸出し、浸出液を陰イオン交換樹脂に通し Co を吸着させた（流出液・洗液は Sr-90 の分析に用いる）。吸着させた Co は 4 M 塩酸で溶離した後、テトラヒドロフラン-塩酸混液を用いる陽イオン交換法により分離精製し、銅板上に電着して計測試料とした。

[Sr-90] Co-60 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澱させ除去した。ろ液に炭酸アンモニウム溶液を加え Sr を沈澱させ、ろ別した。沈澱物は硝酸で溶解し、その溶液を煮沸して炭酸ガスを抜いた後、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。

1.2.2 測定

海水、海底土の Y-90 のベータ線計測は 4 π 低バックグランドガスフローカウンタ（アロカ製 LBC-3）を、また海水、海底土の Cs-137 及び Co-60 のベータ線計測には低バックグランドベータ線スペクトロメータ（富士電機製ピコベータ）をそれぞれ用いた。

Pu-239,240 のアルファ線スペクトル計測には α 線スペクトロメータ（SEIKO EG & G 社製、OCTPL-U 0450）を用いた。

1.3 結果

平成11年(1999年)に採取した試料の測定結果を海水、海底土についてそれぞれ表1-1及び表1-2に示す。測定値には計数誤差を付記した。

1.3.1 海水

各核種の海域別の最大値、最小値及び平均値は下表のとおりである。

核種	Cs-137			Sr-90		
	最大	最小	平均	最大	最小	平均
黒潮域	2.8	2.0	2.4	1.7	0.9	1.3
親潮域	2.7	1.7	2.1	2.5	0.8	1.5
日本海	2.7	1.3	2.0	2.0	0.6	1.4
オホーツク海	2.9	1.9	2.4	0.9	0.8	0.9

単位：mBq/ℓ

また、従来値と比較するために、図1-2に1972年(昭和47年)以降の海域別年平均値の経年変化を示した。

これらの結果から、Cs-137及びSr-90は各年のレベルに多少の上下はあるものの減少傾向がみられる。

1.3.2 海底土

各核種の最大値、最小値及び平均値は下表のとおりである。

核種	Pu-239,240	Cs-137	Sr-90	Co-60
最大	1.55	3.26	0.113	0.043
最小	0.28	0.28	0.010	-0.010
平均	0.96	1.80	0.051	0.012

単位：Bq/kg-乾土

従来値と比較するために、図1-3～図1-6に、Sr-90(1981年以降)、Co-60(1974年以降)、Cs-137(1981年以降)及びPu-239,240(1983年以降)についてそれぞれ年平均値、最大値及び最小値の経年変化を示した。

Pu-239,240、Cs-137及びSr-90は、各年のレベルに多少の上下はあるものの、長期的にはほぼ横ばいの傾向にある。

Co-60は、緩やかな減少傾向が続き、非常に低いレベルで推移している。

表 1 - 1 日本近海放射能調査結果—海水 (平成 11 年)

(供試量: 約 20ℓ)

試料 番号	採取位置		採取年月日	放射能濃度 (mBq/ℓ)	
	緯度 (N)	経度 (E)		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
黒潮域					
1	30-44	131-47	1999. 3.10	2.6±0.2	1.6±0.4
2	30-00	131-30	1999. 8.17	2.0±0.2	1.4±0.2
3	30-10	132-20	1999. 8.17	2.3±0.2	0.9±0.2
4	30-05	130-50	1999. 8.18	2.2±0.1	1.0±0.3
5	28-56	129-00	1999. 8.19	2.6±0.2	1.5±0.3
6	30-00	128-00	1999. 8.19	2.8±0.2	1.7±0.3
7	31-00	130-15	1999. 8.20	2.7±0.1	1.2±0.3
8	23-20	125-24	1999.10.14	2.3±0.1	1.1±0.3
9	22-20	127-40	1999.10.15	2.1±0.2	1.4±0.3
			平均	2.4	1.3
親潮域					
10	39-00	145-30	1999. 2.20	2.2±0.1	2.5±0.3
11	39-00	142-30	1999. 2.20	2.6±0.1	0.8±0.2
12	37-00	142-30	1999. 9. 3	1.9±0.1	1.3±0.3
13	36-59	145-33	1999. 9. 4	2.2±0.1	1.4±0.3
14	39-00	142-30	1999. 9. 5	2.7±0.2	1.2±0.3
15	39-00	145-30	1999. 9. 5	2.0±0.1	1.7±0.3
16	41-00	145-30	1999. 9. 5	1.7±0.1	1.6±0.2
17	41-00	142-30	1999. 9. 6	1.7±0.2	1.1±0.2
18	41-40	142-40	1999.10. 4	2.1±0.2	1.7±0.3
19	42-15	141-40	1999.10. 4	2.0±0.1	1.6±0.3
			平均	2.1	1.5
日本海					
20	40-00	136-53	1999. 3.16	1.8±0.1	1.1±0.2
21	37-30	138-30	1999. 3.16	1.8±0.1	1.3±0.2
22	38-00	135-30	1999. 6. 3	2.4±0.2	1.3±0.3
23	37-30	138-00	1999. 6. 4	1.3±0.1	1.3±0.2
24	33-40	129-50	1999. 6.30	1.9±0.1	1.3±0.3
25	34-00	129-30	1999. 6.30	1.8±0.1	0.6±0.2
26	34-10	129-50	1999. 6.30	2.1±0.1	1.5±0.2
27	34-25	130-10	1999. 6.30	2.2±0.2	1.1±0.3
28	35-50	132-50	1999. 8.26	2.4±0.2	1.2±0.3
29	36-50	132-30	1999. 8.26	2.1±0.1	2.0±0.3

表 1 - 1 日本近海放射能調査結果—海水 (平成 11 年) (続)

(供試量: 約 20ℓ)

試料 番号	採取位置		採取年月日	放射能濃度 (mBq/ℓ)	
	緯度 (N)	経度 (E)		¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
30	37-30	133-10	1999. 8.27	1.8±0.1	1.2±0.3
31	35-50	134-10	1999. 8.27	2.3±0.1	0.4±0.2
32	36-10	135-50	1999. 8.28	1.9±0.1	1.4±0.2
33	44-30	140-00	1999. 9. 1	1.9±0.2	1.3±0.3
34	45-30	141-30	1999. 9. 1	2.7±0.2	1.5±0.3
35	43-45	141-08	1999.12. 6	2.0±0.2	2.1±0.3
36	44-00	140-00	1999.12. 6	1.8±0.2	3.1±0.3
			平均	2.0	1.4
オホーツク海					
37	44-40	145-00	1999.10.26	1.9±0.2	0.8±0.3
38	44-20	143-40	1999.10.27	2.9±0.2	0.9±0.3
39	45-10	143-30	1999.10.27	2.4±0.2	0.9±0.3
			平均	2.4	0.9

表 1 - 2 日本近海放射能調査結果—海底土 (平成 11 年)

(供試量: ^{239,240}Pu・¹³⁷Cs 50 g, ⁹⁰Sr・⁶⁰Co 300 g)

試料 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)			^{239,240} Pu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co
1	35-32.9	139-50.1	1999. 1. 6	18	1.55±0.09	3.26±0.07	0.067±0.044	-0.002±0.009
2	37-57.0	139-02.0	1999. 6. 5	20	0.28±0.02	0.28±0.04	0.011±0.003	-0.010±0.008
3	31-30.0	130-38.0	1999. 8.17	220	1.27±0.06	1.25±0.06	0.113±0.006	0.043±0.009
4	35-35.0	135-20.0	1999. 8.28	54	0.40±0.02	2.40±0.06	0.057±0.004	0.015±0.009
5	43-20.0	140-10.0	1999. 8.31	38	1.53±0.11	0.94±0.04	0.010±0.003	0.011±0.008
6	34-13.0	132-18.6	1999. 9.17	19	0.66±0.04	2.78±0.07	0.055±0.003	0.011±0.008
7	38-16.4	141-10.2	1999.12.11	25	1.05±0.06	1.72±0.07	0.045±0.003	0.016±0.008
平均					0.96	1.80	0.051	0.012

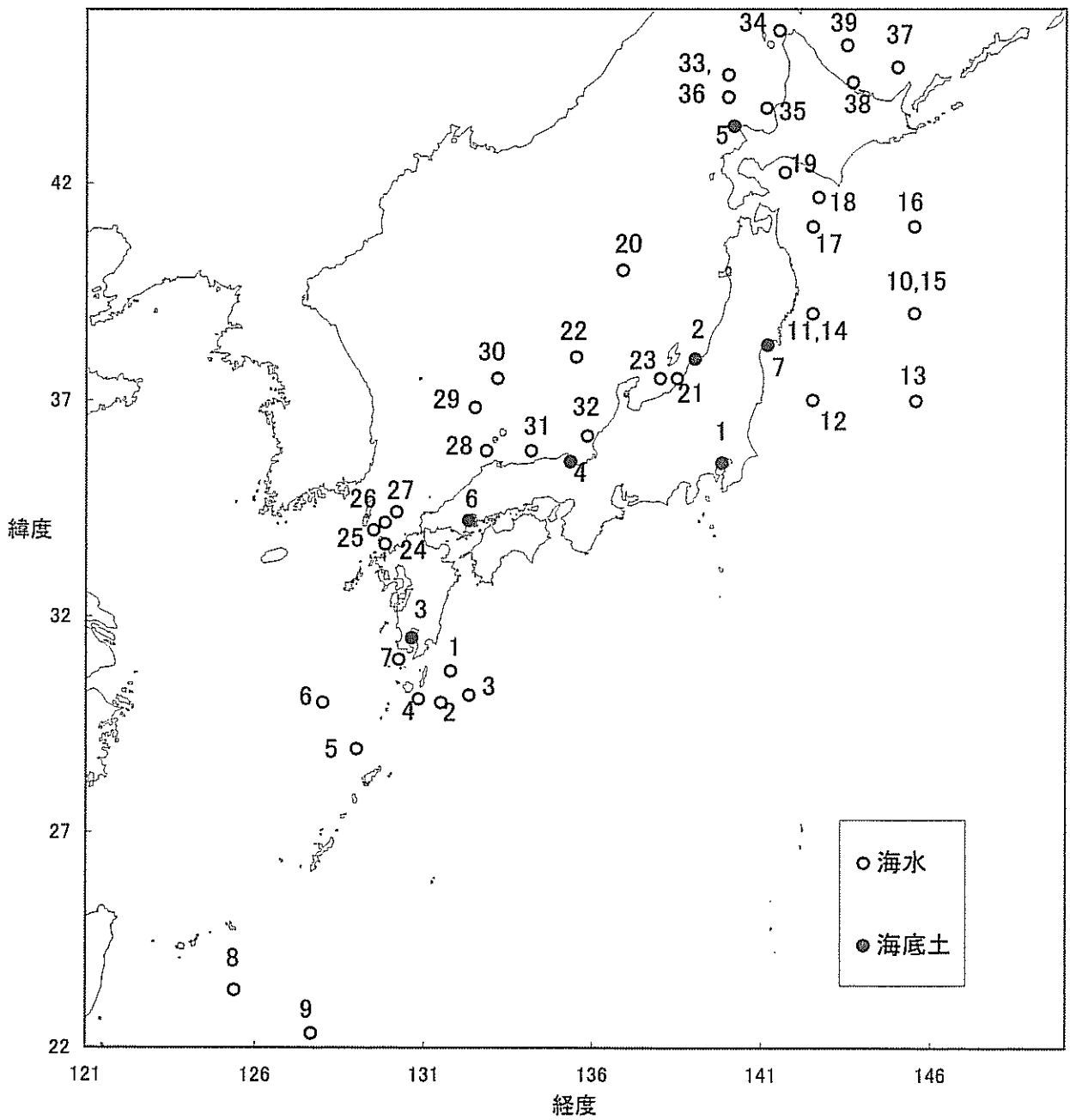


図 1 - 1 日本近海放射能調査の試料採取点及び試料番号

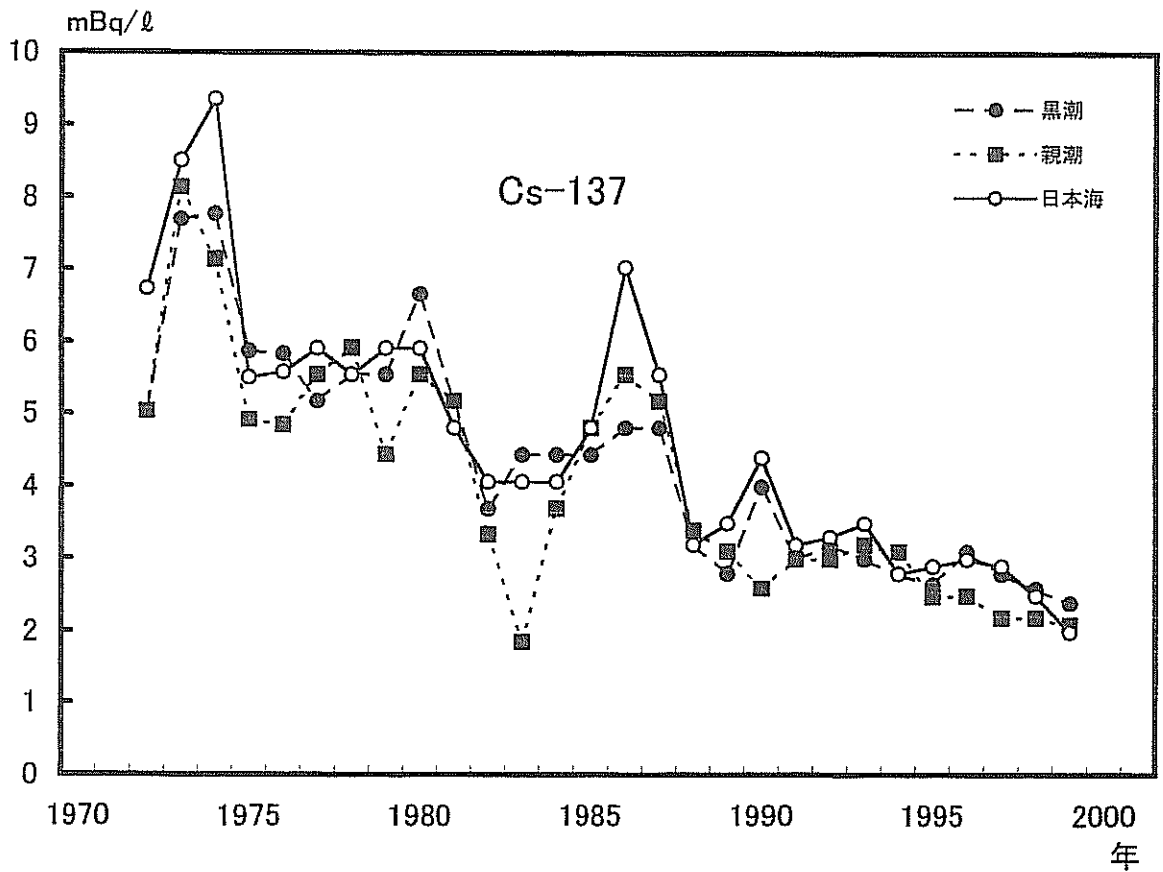
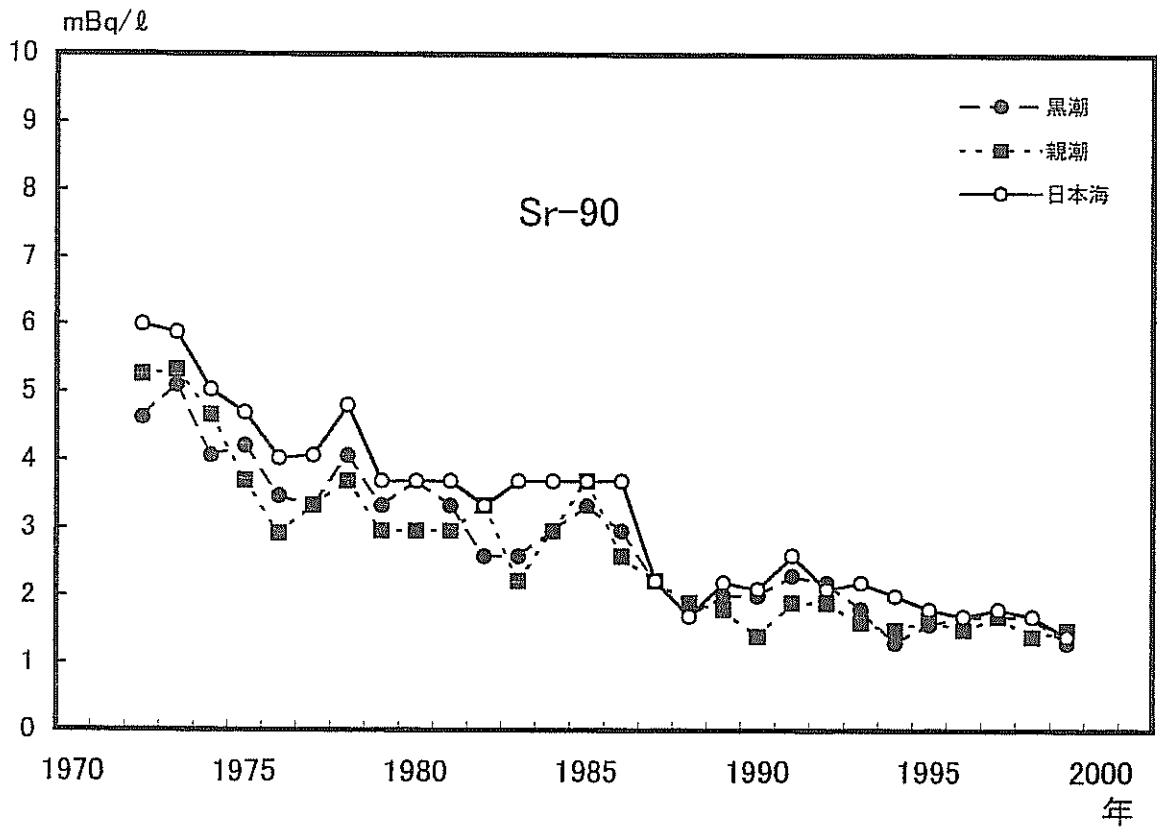


図 1 - 2 日本近海海水中の Sr-90, Cs-137 の年平均濃度の経年変化

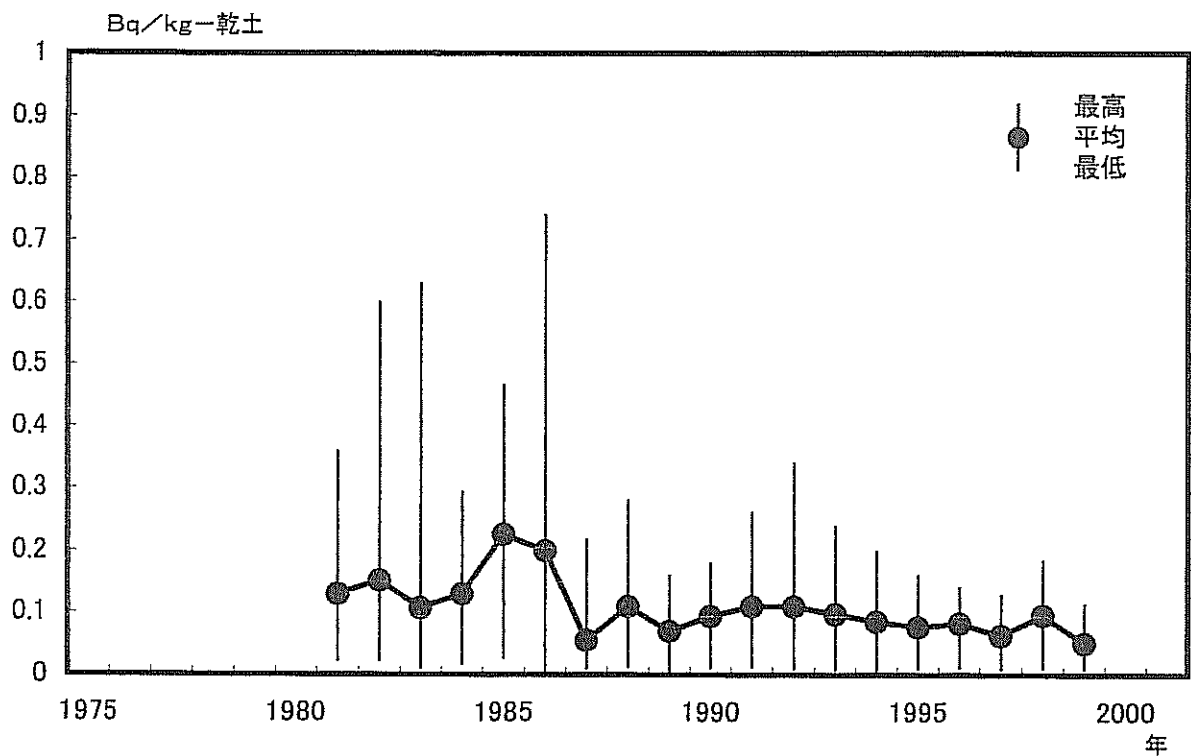


図1-3 日本近海海底土中の Sr-90 の経年変化

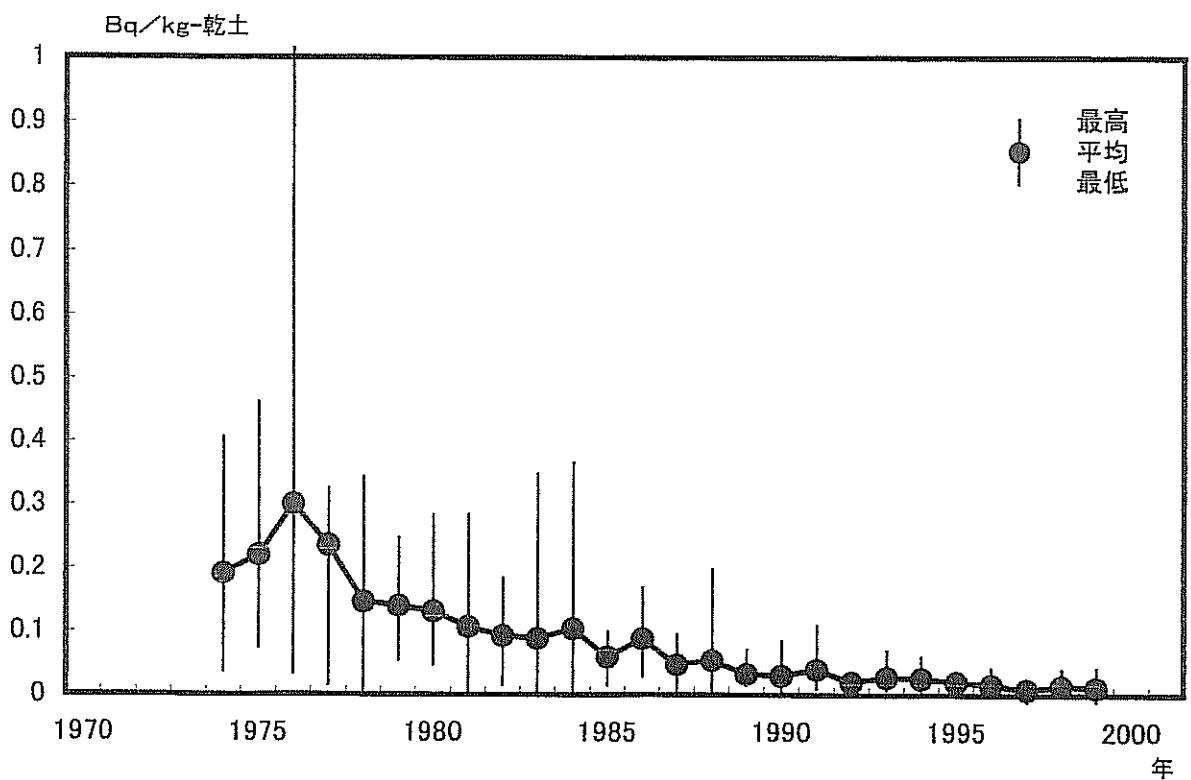


図1-4 日本近海海底土中の Co-60 の経年変化

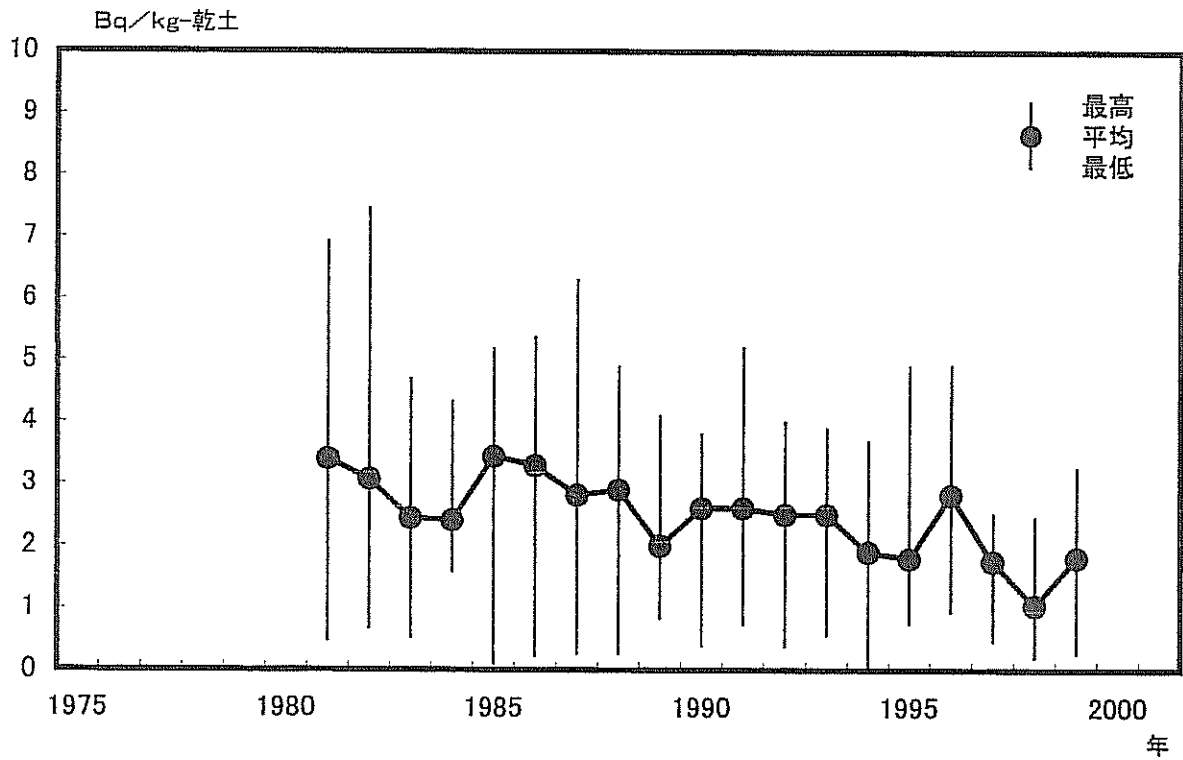


図 1 - 5 日本近海海底土中の Cs-137 の経年変化

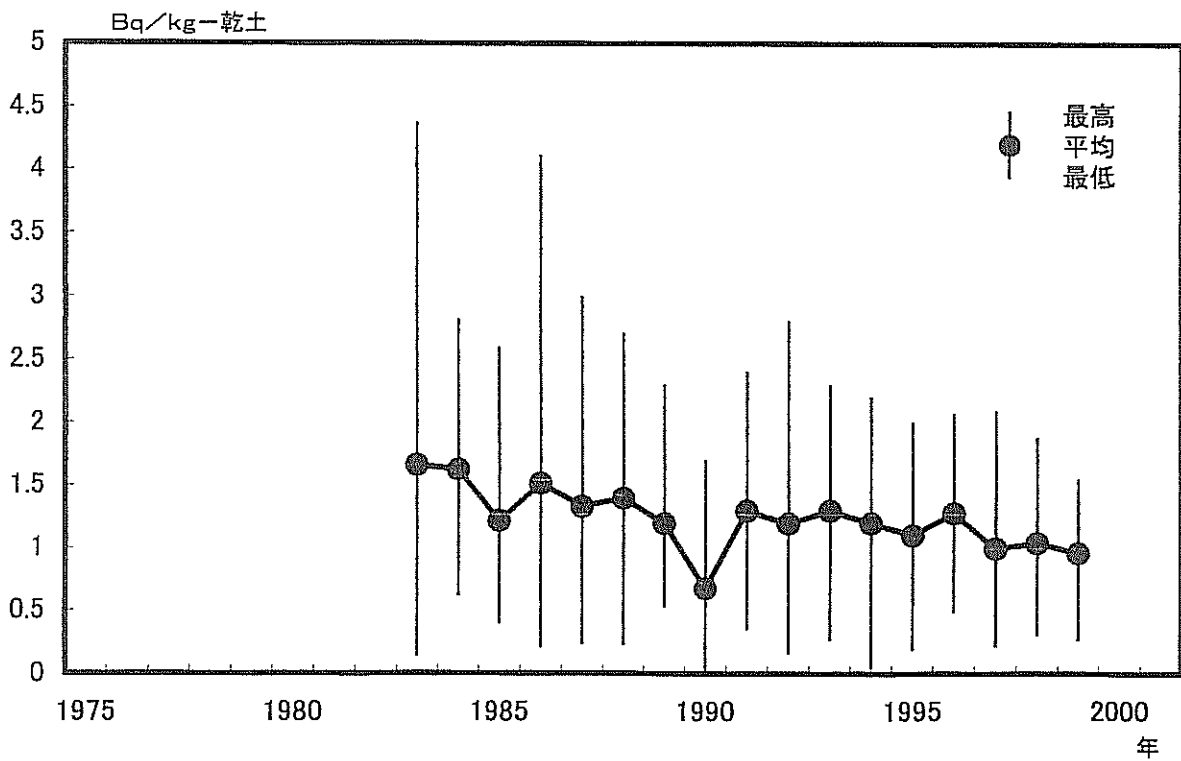


図 1 - 6 日本近海海底土中の Pu-239、240 の経年変化

2. 核燃料再処理施設周辺海域の放射能調査

2.1 調査の概要

この調査は、使用済み核燃料再処理施設（以下「再処理施設」という。）から海洋中に放出される低レベルの放射性廃液が周辺海域の環境放射能に及ぼす影響を把握するとともに同海域における被曝線量の評価に資するために、昭和49年（1974年）以来、行っているものである。今回の報告は平成11年（1999年）の調査結果をまとめたものである。

2.1.1 調査海域

再処理施設周辺海域（以下「常磐沖」という。）における試料の採取点は、図2に示す通りであり、各採取点（○印）に付した数字は測点番号である。

2.1.2 試料採取

試料の採取は5月22日～5月24日（第1回）及び12月7日～12月9日（第2回）に行った。海水の採取深度は表面及び底層（一部の測点のみ）であり、採水は表面海水及び底層海水ともに自吸式揚水ポンプを用いて行った。採取量は20～40ℓで採取後直ちに塩酸（2 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又はカンナ型採泥器（歯先2 cm）を用いて採取した。スミス・マッキンタイヤ型採泥器で採取した海底土は表層部の約2 cmを分け取った。

2.1.3 測点項目

測定にはゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線分光分析法を用い、一部の海水試料については放射化学分析を併用した。放射化学分析法で測定した核種は次のとおりである。

ストロンチウム-90 （Sr-90、半減期 29年）

また、海底土試料については粒度分析を併せて行った。

2.2 放射能測定

2.2.1 ガンマ線分光分析

(1) 試料の処理

海水（約 20ℓ）は、りんモリブデン酸アンモニウム吸着法及び二酸化マンガン吸着法により放射性物質を濃縮し、径 47 mm、孔径 0.45 μm のメンブレンフィルタ上に捕集し、プラスチック容器に入れ計測試料とした。この場合、化学収率の補正は行っていない。

海底土は、乾燥、粉碎し、目開き 2 mm のふるいを通したものを、プラスチック製円筒型容器（径 4.5 cm、高さ 6.0 cm、容量 95.38 cm³）に入れ、計測試料とした。

(2) 測定

測定器は、SEIKO EG & G 社製 GEM-30185 型ゲルマニウム半導体検出器を使用した。冷却容器及び検出器のしゃへいには SGV-2-S 型遮へい体を使用した。波高分析には 7700 型マルチチャンネルアナライザを用い、チャンネル幅は 0.5 keV/ch、計測エネルギー範囲は 100 keV～2,000 keV、計測時間は海水 80,000 秒、海底土 160,000 秒とした。

核種の同定及び定量には SEIKO EG & G 社製 MCA エミュレーションプログラム及びガンマ核種プログラムを用いた。

2.2.2 放射化学分析

分析法等は 1.2（「日本近海における海水及び海底土の放射能調査」の放射能測定）と同様である。

2.3 粒度分析

採取した海底土試料を一定量取り、蒸留水を用いる「洗いふるい分け法」により各粒径フラクションに分画し、それらの乾燥重量から粒径加積曲線図を描き、中央粒径及び各フラクションの質量百分率を求めた。

2.4 結果

平成 11 年 5 月及び 12 月に採取した試料の測定結果を、海水については表 2-1 及び表 2-3 に、海底土については表 2-2 及び表 2-4 にそれぞれ示す。なお、海水の測定結果の（ ）内の値は放射化学分析で得た結果である。また、海水及び海底土の測定結果の*印はガンマ線分光分析で当該核種が検出されなかったことを示す。

2.4.1 海 水

ガンマ線分光分析で検出された Cs-137 の濃度は 1.1~3.9 mBq/ℓ の範囲にあり、日本近海と同様なレベルである。

また放射化学分析で検出された Sr-90 の濃度は 1.0~1.8 mBq/ℓ の範囲にあり日本近海と同様なレベルである。

2.4.2 海底土

ガンマ線分光分析で検出された Cs-137 の濃度は 0.10~5.2 Bq/kg-乾土の範囲にあり、日本近海と同様なレベルである。

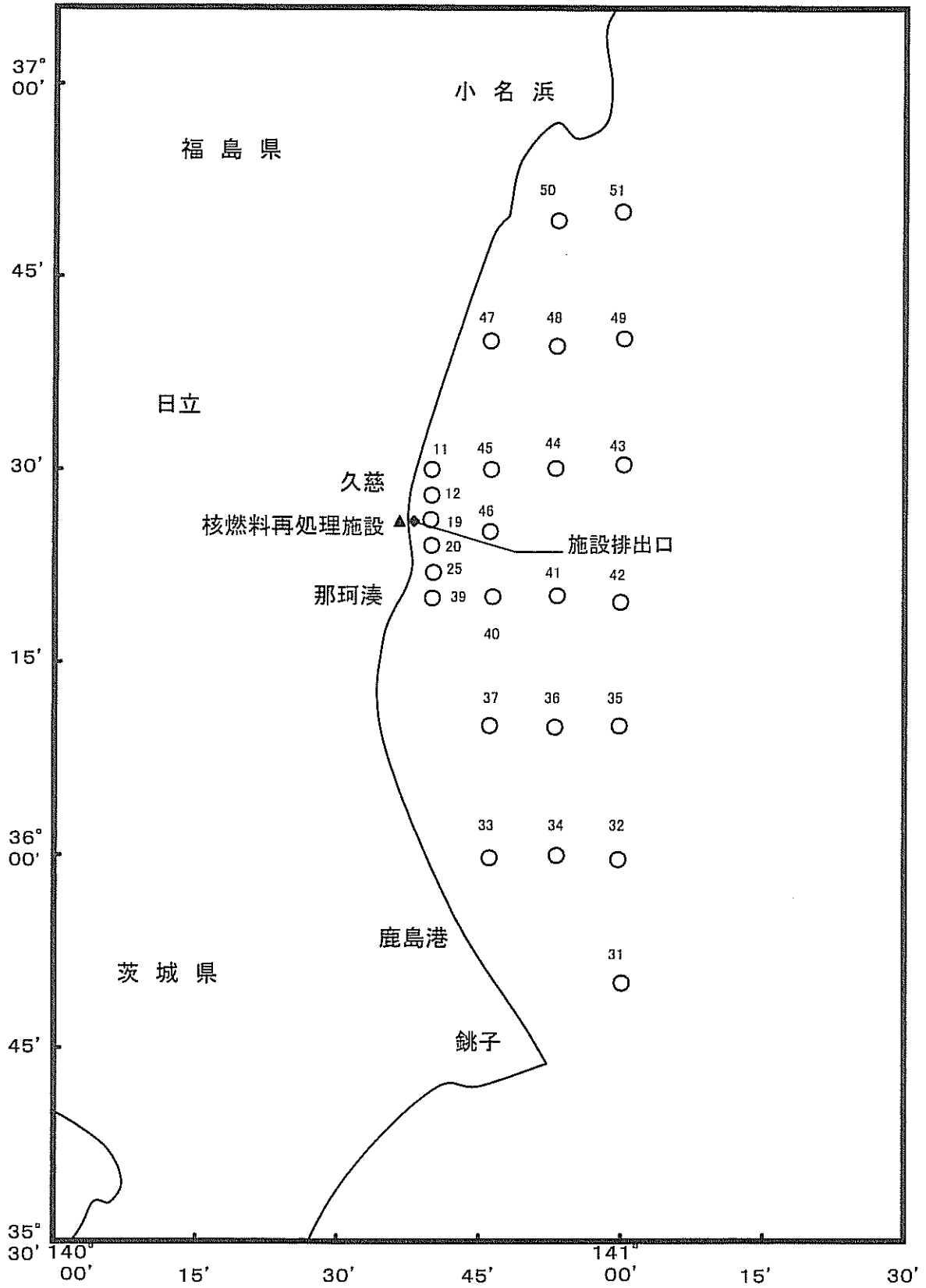


図2 常磐沖放射能調査の試料採取点及び測点番号

表2-1 常磐沖放射能調査結果-第1回海水 (平成11年5月)

(供試量: 約20ℓ)

測点 番号	採取位置		採取年月日	水深 (m)	採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
	緯度 (N)	経度 (E)						¹³⁷ Cs	¹⁰⁶ Ru	¹⁴⁴ Ce	⁹⁰ Sr
11	36-30.1	140-39.9	1999. 5.24	26	0	16.3	34.045	2.9±0.7	*	*	(1.2±0.2)
12	36-28.0	140-39.9	1999. 5.24	32	0	17.0	33.880	2.3±0.8	*	*	(1.6±0.2)
19	36-26.1	140-39.8	1999. 5.24	30	30	17.6	34.407	2.4±0.7	*	*	(1.4±0.3)
20	36-24.1	140-39.9	1999. 5.24	32	28	17.9	32.828	1.3±0.7	*	*	(1.1±0.2)
25	36-22.0	140-40.1	1999. 5.24	35	30	17.9	33.449	3.0±0.7	*	*	(1.6±0.2)
31	35-50.1	141-00.1	1999. 5.24	118	0	18.0	34.457	1.5±0.7	*	*	(1.5±0.3)
32	35-59.7	140-59.7	1999. 5.24	203	0	18.9	33.661	3.1±0.7	*	*	
33	36-00.0	140-53.2	1999. 5.24	102	0	17.3	34.487	2.2±0.7	*	*	
34	35-59.8	140-46.1	1999. 5.24	31	0	15.7	34.887	3.2±0.6	*	*	
35	36-10.1	140-59.8	1999. 5.23	459	0	20.7	34.559	1.7±0.7	*	*	
36	36-10.0	140-53.0	1999. 5.24	157	0	18.9	34.405	2.8±0.7	*	*	
37	36-10.1	140-46.1	1999. 5.24	45	0	17.6	34.011	1.2±0.7	*	*	
39	36-20.0	140-40.0	1999. 5.24	33	0	18.4	34.613	2.8±0.7	*	*	
40	36-20.1	140-46.4	1999. 5.23	69	0	18.6	34.565	2.9±0.7	*	*	
41	36-20.2	140-53.2	1999. 5.23	164	0	19.5	34.177	1.5±0.7	*	*	
42	36-19.7	140-59.9	1999. 5.23	501	0	21.5	34.014	2.0±0.7	*	*	
43	36-30.4	141-00.2	1999. 5.22	271	0	19.9	34.191	2.6±0.7	*	*	
44	36-30.1	140-53.0	1999. 5.22	117	0	19.3	34.613	2.4±0.7	*	*	
45	36-30.0	140-46.2	1999. 5.23	64	0	17.8	34.629	1.1±0.8	*	*	
46	36-25.2	140-46.1	1999. 5.23	67	0	17.1	34.044	1.3±0.7	*	*	
47	36-40.0	140-46.1	1999. 5.23	34	0	17.3	34.443	3.2±0.8	*	*	
48	36-39.6	140-53.1	1999. 5.22	87	0	18.8	33.814	3.9±0.9	*	*	
49	36-40.2	141-00.2	1999. 5.22	130	0	19.8	34.565	1.8±0.7	*	*	
50	36-49.4	140-53.2	1999. 5.22	44	0	17.3	34.631	1.6±0.7	*	*	
51	36-50.1	141-00.0	1999. 5.22	94	0	18.1	33.826	3.2±0.6	*	*	
							34.485	2.7±0.7	*	*	

表2-2 常磐沖放射能調査結果-第1回海底土 (平成11年5月)

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)			粒度分布 (%)					中央粒径(μm)
	緯度(N)	経度(E)			¹³⁷ Cs	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Ce	> 2 mm	2 ~ 0.42 mm	0.42 ~ 0.074 mm	0.074 mm >		
11	36-30.1	140-40.0	1999. 5.24	26	0.56±0.20	*	*	15.8	17.7	24.1	42.4	101.30	
12	36-28.0	140-40.0	1999. 5.24	32	0.31±0.17	*	*	37.5	57.7	3.2	1.6	1641.27	
19	36-26.0	140-39.9	1999. 5.24	30	0.14±0.14	*	*	73.4	18.7	6.7	1.2	5947.98	
20	36-24.2	140-39.9	1999. 5.24	32	0.75±0.19	*	*	3.5	28.5	46.5	21.5	241.04	
25	36-22.0	140-40.1	1999. 5.24	35	0.87±0.20	*	*	48.5	39.0	4.7	7.8	1925.83	
31	35-50.2	141-00.1	1999. 5.24	118	1.7 ±0.2	*	*	0.0	0.3	34.7	65.0	*	
32	35-59.7	140-59.7	1999. 5.24	203	1.2 ±0.2	*	*	0.0	1.1	69.3	29.6	114.89	
33	36-00.0	140-53.1	1999. 5.24	102	1.3 ±0.2	*	*	0.3	1.8	75.2	22.7	131.08	
34	35-59.9	140-46.0	1999. 5.24	31	*	*	*	1.2	1.8	54.2	42.8	127.05	
35	36-10.1	140-59.8	1999. 5.23	459	1.9 ±0.2	*	*	0.0	0.0	21.9	78.1	*	
36	36-10.0	140-53.0	1999. 5.24	157	1.2 ±0.2	*	*	0.0	0.5	79.3	20.2	125.67	
37	36-10.2	140-46.1	1999. 5.24	45	0.38±0.18	*	*	0.0	0.6	98.2	1.2	175.76	
39	36-20.0	140-40.0	1999. 5.24	33	5.7 ±2.9	*	*	1.3	0.7	3.3	94.7	*	
40	36-20.1	140-46.3	1999. 5.23	69	0.42±0.18	*	*	4.7	43.6	46.7	5.0	404.06	
41	36-20.3	140-53.1	1999. 5.23	164	1.3 ±0.2	*	*	0.8	29.3	64.6	5.3	256.02	
42	36-19.7	140-59.9	1999. 5.23	501	2.2 ±0.3	*	*	0.0	0.4	9.2	90.4	*	
43	36-30.7	141-00.3	1999. 5.22	271	1.2 ±0.2	*	*	0.0	0.7	73.6	25.7	146.55	
44	36-30.2	140-53.0	1999. 5.22	117	1.7 ±0.2	*	*	0.0	7.8	65.1	27.1	144.29	
45	36-30.1	140-46.1	1999. 5.23	64	2.2 ±0.2	*	*	1.8	7.1	50.8	40.3	113.43	
46	36-25.2	140-46.1	1999. 5.23	67	0.52±0.21	*	*	1.4	4.5	78.6	15.5	164.94	
47	36-40.2	140-46.1	1999. 5.23	34	0.64±0.19	*	*	0.3	1.7	92.8	5.2	159.57	
48	36-40.2	140-53.1	1999. 5.22	87	1.6 ±0.2	*	*	0.0	0.6	44.7	54.7	64.57	
49	36-40.8	141-00.2	1999. 5.22	130	1.6 ±0.2	*	*	0.1	6.7	60.5	32.7	186.76	
50	36-49.5	140-53.3	1999. 5.22	44	0.88±0.18	*	*	0.0	0.0	71.3	28.7	89.43	
51	36-50.2	141-00.1	1999. 5.22	94	1.6 ±0.3	*	*	0.0	0.3	24.7	75.0	*	

表 2-3 常磐沖放射能調査結果—第 2 回海水 (平成 11 年 12 月)

(供試量: 約 20ℓ)

測点 番号	採 取 位 置		採取年月日	水深 (m)	採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	放 射 能 濃 度 (mBq/ℓ)			
	緯度 (N)	経度 (E)						¹³⁷ Cs	¹⁰⁶ Ru	¹⁴⁴ Ce	⁹⁰ Sr
11	36-29.7	140-40.1	1999.12. 9	27	0	16.8	34.190	1.5±0.7	*	*	(1.6±0.3)
12	36-28.0	140-40.0	1999.12. 9	32	0	15.8	34.039	2.5±0.6	*	*	(1.4±0.2)
19	36-26.0	140-40.0	1999.12. 8	31	30	17.3	34.049	2.3±0.7	*	*	(1.0±0.2)
20	36-22.3	140-40.2	1999.12. 8	31	30	17.5	34.216	1.6±0.7	*	*	(1.8±0.3)
25	36-22.2	140-40.2	1999.12. 8	36	0	17.3	34.169	1.7±0.8	*	*	(1.6±0.3)
31	35-50.0	141-00.0	1999.12. 7	115	0	18.4	34.253	2.0±0.7	*	*	(1.0±0.3)
32	36-00.0	141-00.1	1999.12. 7	222	0	18.4	34.225	3.2±6.0	*	*	(1.6±0.3)
33	36-00.1	140-53.1	1999.12. 7	105	0	18.4	34.240	2.9±0.6	*	*	(1.0±0.3)
34	36-00.0	140-46.8	1999.12. 7	30	0	17.2	34.328	2.9±0.7	*	*	(1.6±0.3)
35	36-10.3	140-59.7	1999.12. 7	455	0	17.8	34.258	1.8±0.7	*	*	(1.0±0.3)
36	36-10.0	140-53.0	1999.12. 8	157	0	18.1	34.340	1.6±0.7	*	*	(1.6±0.3)
37	36-10.2	140-46.0	1999.12. 8	40	0	17.5	34.240	1.9±0.7	*	*	(1.0±0.3)
39	36-20.0	140-40.1	1999.12. 8	36	0	16.6	34.276	2.8±0.8	*	*	(1.6±0.3)
40	36-20.0	140-46.0	1999.12. 8	65	0	17.3	34.283	2.2±0.5	*	*	(1.0±0.3)
41	36-19.8	140-53.3	1999.12. 7	172	0	17.2	34.313	3.1±0.5	*	*	(1.6±0.3)
42	36-19.8	141-00.1	1999.12. 7	505	0	18.1	34.191	3.3±0.6	*	*	(1.0±0.3)
43	36-29.6	141-00.4	1999.12. 8	312	0	17.7	34.275	2.8±4.9	*	*	(1.6±0.3)
44	36-30.1	140-53.0	1999.12. 8	119	0	17.8	34.282	2.1±0.5	*	*	(1.0±0.3)
45	36-30.0	140-46.3	1999.12. 8	66	0	17.9	34.351	3.1±0.5	*	*	(1.6±0.3)
46	36-25.3	140-46.0	1999.12. 8	67	0	17.5	34.314	2.8±0.6	*	*	(1.0±0.3)
47	36-40.0	140-46.1	1999.12. 9	34	0	17.5	34.298	1.8±0.5	*	*	(1.6±0.3)
48	36-40.0	140-53.1	1999.12. 9	88	0	18.1	34.306	2.6±0.5	*	*	(1.0±0.3)
49	36-39.9	141-00.0	1999.12. 9	131	0	17.5	34.245	3.3±0.6	*	*	(1.6±0.3)
50	36-50.3	140-53.4	1999.12. 9	42	0	17.4	34.227	1.8±0.5	*	*	(1.0±0.3)
51	36-49.8	141-00.0	1999.12. 9	97	0	17.9	34.299	0.9±0.6	*	*	(1.6±0.3)
							34.298	3.0±0.6	*	*	(1.0±0.3)
							34.288	2.3±0.5	*	*	(1.6±0.3)
							34.366	2.1±0.6	*	*	(1.0±0.3)

表2-4 常磐沖放射能調査結果一第2回海底土 (平成11年12月)

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)			粒度分布 (%)				中央粒径(μm)
	緯度 (N)	経度 (E)			¹³⁷ Cs	¹⁰⁶ Ru	¹⁴⁴ Ce	> 2 mm	2~0.42 mm	0.42~0.074 mm	0.074 mm >	
11	36-29.7	140-40.1	1999.12.9	27	1.1 ± 0.2	*	*	3.3	4.9	44.3	47.5	80.96
12	36-28.0	140-40.0	1999.12.9	32	0.86 ± 0.19	*	*	34.1	47.0	12.6	6.3	1110.33
19	36-26.0	140-40.0	1999.12.8	31	0.47 ± 0.17	*	*	15.0	23.2	55.5	6.3	319.89
20	36-24.0	140-40.0	1999.12.8	31	0.32 ± 0.21	*	*	22.1	17.3	15.4	45.2	99.20
25	36-22.2	140-40.2	1999.12.8	36	1.2 ± 0.2	*	*	41.5	29.2	21.5	7.8	1380.56
31	36-22.2	140-40.2	1999.12.8	36	1.6 ± 0.3	*	*	0.0	0.2	33.9	65.9	*
32	36-00.0	141-00.1	1999.12.7	222	1.2 ± 0.2	*	*	0.0	0.4	59.4	40.2	97.55
33	36-00.1	140-53.1	1999.12.7	105	0.99 ± 0.21	*	*	0.3	1.4	75.9	22.4	134.54
34	36-00.0	140-46.8	1999.12.7	30	*	*	*	0.0	17.4	80.9	1.7	308.69
35	36-10.3	140-59.7	1999.12.7	455	1.7 ± 0.2	*	*	0.0	0.0	22.4	77.6	*
36	36-10.0	140-53.0	1999.12.8	157	0.64 ± 0.18	*	*	0.0	1.0	85.2	13.8	142.72
37	36-10.2	140-46.0	1999.12.8	40	0.08 ± 0.12	*	*	0.0	0.4	97.3	2.3	174.60
39	36-20.0	140-40.1	1999.12.8	33	4.5 ± 0.2	*	*	0.0	1.4	11.5	87.1	*
40	36-20.0	140-46.0	1999.12.8	65	0.56 ± 0.13	*	*	3.0	28.1	65.4	3.5	308.15
41	36-19.8	140-53.3	1999.12.7	172	0.99 ± 0.14	*	*	0.2	7.4	87.8	4.6	182.90
42	36-19.8	141-00.1	1999.12.7	505	2.0 ± 0.2	*	*	0.0	2.5	6.8	90.7	*
43	36-29.6	141-00.4	1999.12.8	312	1.9 ± 0.2	*	*	0.0	0.4	55.4	44.5	97.85
44	36-30.1	140-53.0	1999.12.8	119	1.1 ± 0.2	*	*	0.0	8.2	69.0	22.8	153.13
45	36-30.0	140-46.3	1999.12.8	66	1.8 ± 0.2	*	*	17.5	25.8	39.6	17.1	324.92
46	36-25.3	140-46.0	1999.12.8	67	1.0 ± 0.2	*	*	1.1	7.9	74.8	16.2	174.08
47	36-40.0	140-46.1	1999.12.9	34	0.45 ± 0.14	*	*	2.2	17.3	78.1	2.4	210.81
48	36-40.0	140-53.1	1999.12.9	88	1.2 ± 0.2	*	*	0.0	1.0	44.9	54.1	64.96
49	36-39.9	141-00.0	1999.12.9	131	1.7 ± 0.2	*	*	3.1	9.1	62.4	25.4	203.63
50	36-50.3	140-53.4	1999.12.9	42	0.81 ± 0.17	*	*	0.0	0.4	77.4	22.2	93.50
51	36-49.8	141-00.0	1999.12.9	97	2.1 ± 0.2	*	*	0.0	0.2	23.9	75.9	*

3. 深海域（北太平洋西部海域・日本海・オホーツク海）における海水及び海底土の放射能調査・深海流の測定

3.1 北太平洋西部海域の調査の概要

この調査は、日本周辺における深海域の海水及び海底土中の人工放射性核種の立体分布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。

今回の報告は、平成 11 年（1999 年）の調査結果を取りまとめたものである。

3.1.1 調査海域

試料の採取点は、図 3-1 に示すとおりである。

3.1.2 試料採取

試料採取は、本庁水路部所属の測量船で行った。

海水の採取深度は、0 m、200 m、500 m、750 m、1,000 m、2,000 m 及び底上 50 m の 7 層である。表面海水は自吸式揚水ポンプを用い、他の層は 100ℓ 採水器（プラスチック製）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（2 mℓ / 1 ℓ 海水）を加えた。なお、採水深度はピンガー（海洋電子社製 PA-614 型, 12 kHz）及び転倒式深度計を用いて決定した。

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、各層（0～2 cm、2～4 cm）を分け取った。

3.1.3 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。

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

3.2 放射能測定

各試料は、核種ごとに以下の化学処理を行い分離精製し、ベータ線計測あるいはアルファ線計測を行った。化学収率の補正は、Puでは添加したPu-242の計数値から、Srでは標準添加法を用いる原子吸光光度法及びイットリウム(Y)担体添加法で、その他の核種ではいずれも添加した担体の回収重量から求めた。

3.2.1 放射化学分析

(1) 海水

[Cs-137] 塩酸酸性の海水試料にりんモリブデン酸アンモニウムを加えCsを吸着させ、ろ別した(上澄み液、ろ液はSr-90,Co-60及びPu-239,240の分析に用いる)。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、Duolite C-3を用いる陽イオン交換法で分離精製の後、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。

[Sr-90] Cs-137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、Sr,Co及び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Pu,Coを水酸化マグネシウムと共沈させ、ろ別した(沈殿物はPu-239,240,Co-60の分析に用いる)。

ろ液は酸性とした後、Y担体を加え2週間以上放置する。Sr-90と放射平衡にあるY-90(イットリウム-90)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)抽出後、陽イオン交換法によってYを分離精製し、これをしゅう酸塩として沈殿させ、ろ別し乾燥して計測試料とした。

[Pu-239,240] Sr-90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、熱8.4M硝酸に溶解し、過酸化水素で処理し、陰イオン交換樹脂カラムに通し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。

[Co-60] Pu-239,240 の分析中の陰イオン交換カラムからの 8.4 M 硝酸流出液に水酸化ナトリウムを加え Co を沈殿させた。得られた沈殿物を 8 M 塩酸に溶解して陰イオン交換樹脂に通し Co を吸着させ、4 M 塩酸で溶離した後、テトラヒドロフラン-塩酸混液を用いる陽イオン交換法により分離精製し、銅板上に電着して計測試料とした。

(2) 海底土

化学処理に先立ち、乾燥、粉碎し、目開き 2 mm のふるいを通した部分を分析試料とした。

Pu-239,240 の分析には乾土 50 g を、Cs-137 には 100 g を、Sr-90 及び Co-60 には 300 g を用いた。

分析操作は 1.2 (「日本近海における海水及び海底土の放射能調査」の放射能測定) と同じである。

3.2.2 測定

Y-90 のベータ線計測には 4 π 低バックグランドガスフローカウンタ (アロカ製 LBC-3 型) を、また、Cs-137 及び Co-60 のベータ線計測には低バックグランドベータ線スペクトロメータ (富士電機製ピコベータ) をそれぞれ用いた。

Pu-239,240 のアルファ線スペクトル計測には α 線スペクトロメータ (SEIKO EG & G 社製、OCTPL-U 0450) を用いた。

3.3 結果

平成 11 年 (1999 年) に採取した試料の測定結果を海水及び海底土についてそれぞれ表 3-1 及び 3-2 に示す。測定値には計数誤差を付記した。

3.3.1 海水

海水中の Pu-239,240、Cs-137 及び Sr-90 の鉛直分布を図 3-2 に示す。Cs-137 及び Sr-90 は 1000 m 付近まで減少傾向にあり、深層ではほぼ一定の濃度となっている。Pu-239,240 は 700~1000 m 付近に極大層がみられる。

Co-60 はすべての層で非常に低い値であり計数誤差の 3 倍を越えるものはなかった。

3.3.2 海底土

各核種とも、各層で値に大きな違いはみられない。

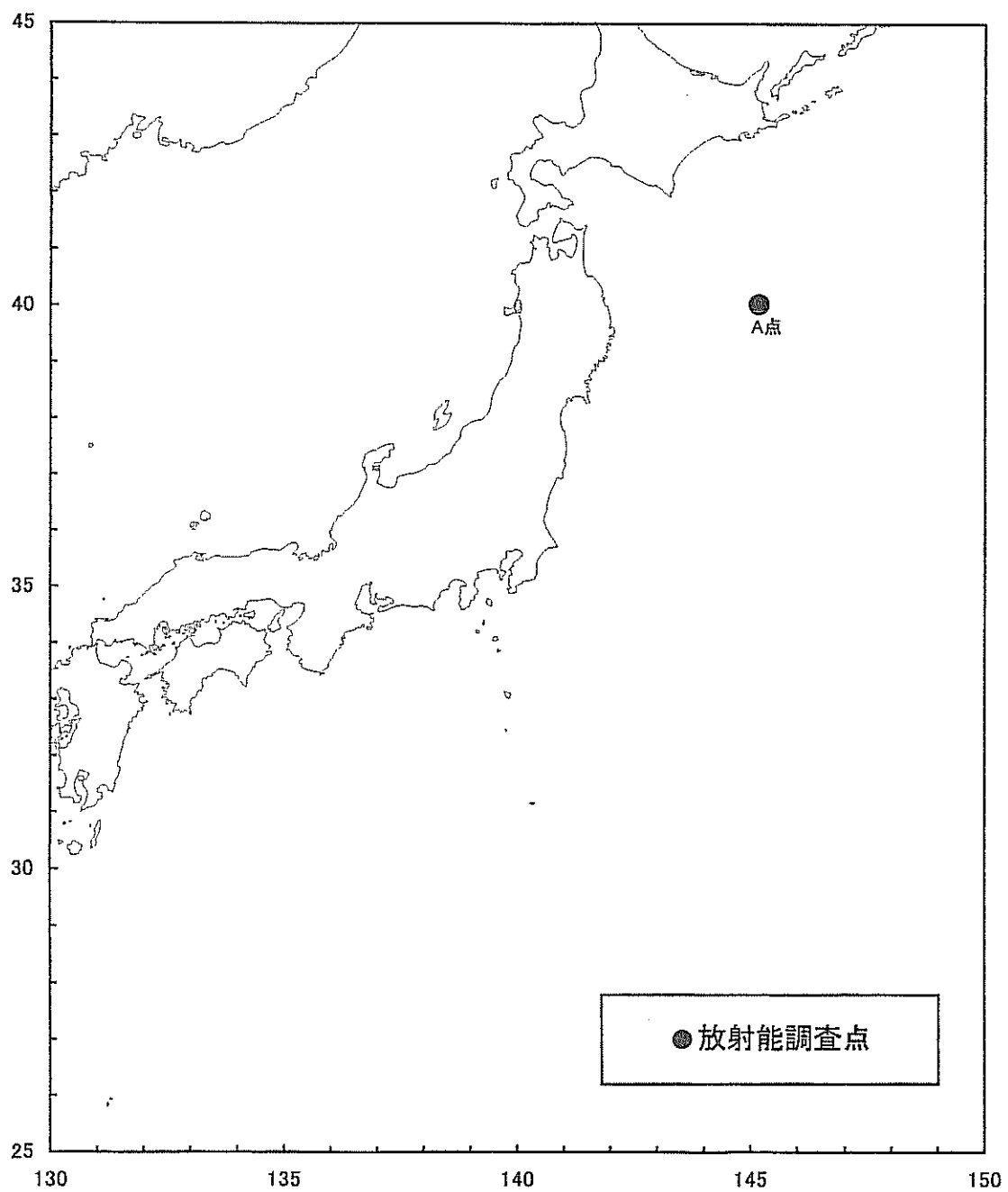


図3-1 北太平洋西部海域における放射能調査の試料採取点

表3-1 北太平洋西部海域放射能調査結果—海水 (平成11年)

(供試量：約100ℓ)

測点	採取位置		採取年月日	水深 (m)	採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
	緯度 (N)	経度 (E)						^{239,240} Pu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co
A	40-02.5	145-17.4	1999. 9.11	5,379	0	23.4	33.380	0.004±0.001	2.06 ±0.055	1.17 ! ±0.02	0.032±0.026
					212	3.19	33.402	0.011±0.001	1.66 ±0.053	1.05 ! ±0.02	0.048±0.028
					499	2.95	33.829	0.021±0.002	0.97 ±0.047	0.69 ! ±0.02	0.002±0.038
					726	3.36	34.190	0.028±0.002	0.67 ±0.061	0.35 ! ±0.02	0.006±0.030
					985	2.97	34.357	0.027±0.002	0.22 ±0.034	0.22 ! ±0.02	-0.016±0.028
					1,962	1.92	34.615	0.015±0.001	0.040±0.029	0.040±0.010	0.008±0.025
					5,329	1.54	34.722	0.040±0.003	0.080±0.030	0.022±0.010	0.026±0.028

表3-2 北太平洋西部海域放射能調査結果—海底土 (平成11年)

(供試量 ^{239,240}Pu : 50 g, ¹³⁷Cs : 100 g, ⁹⁰Sr・⁶⁰Co : 300 g)

測点	採取位置		採取年月日	水深 (m)	試料厚 (cm)	放射能濃度 (Bq/kg—乾土)			
	緯度 (N)	経度 (E)				^{239,240} Pu	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁶⁰ Co
A	40-02.5	145-17.4	1999. 9.11	5,379	0~2	0.93±0.05	3.98±0.08	0.68±0.01	0.037±0.009
					2~4	0.81±0.04	3.10±0.07	0.57±0.01	0.028±0.008

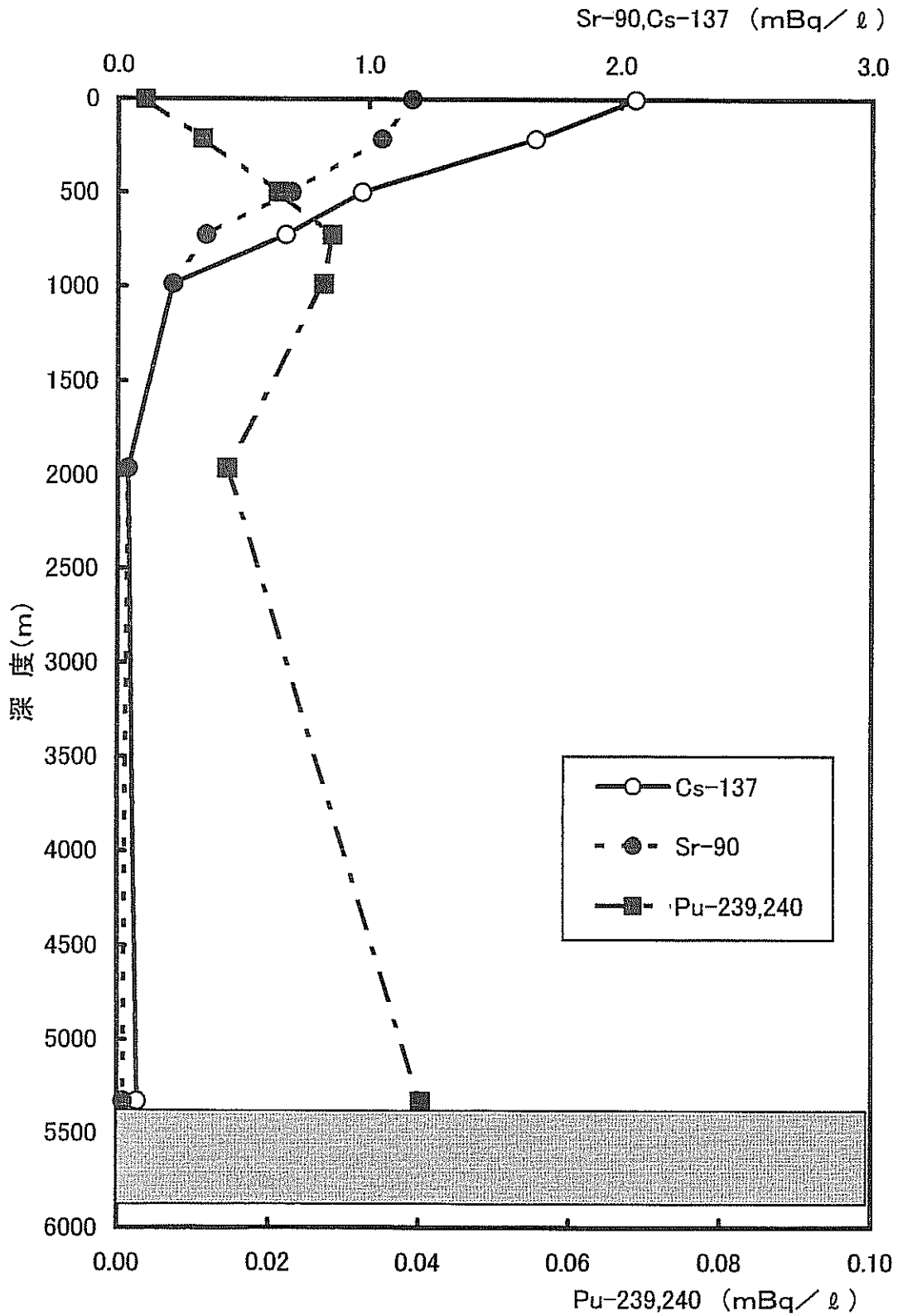


図 3 - 2 測点 A における海水中の各核種の鉛直分布

3.4 日本海・オホーツク海の調査の概要

この調査は、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、放射性物質の拡散に関する基礎資料を得るために、日本海北部において深海流の連続観測を実施している。

今回の報告は、平成 11 年（1999 年）の調査結果を取りまとめたものである。

3.4.1 調査海域

試料の採取点は図 3-4 に示すとおりである。なお、採取点に付した数字は測点番号である。

3.4.2 試料採取

試料採取は、本庁水路部所属の測量船で行った。

採取深度は、0 m、200 m、500 m、750 m、1,000 m、2,000 m 及び底上 50 m 層である。表面海水は自吸式揚水ポンプを用い、他の層は 100ℓ採水器（プラスチック製）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（2 ml / 1 ℓ海水）を加えた。なお、採水深度はピンガー（海洋電子社製 PA-614 型, 12 kHz）及び転倒式深度計を用いて決定した。

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、表層部の約 2 cm を分け取った。

3.4.3 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。

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

3.5 放射能測定

各核種ごとの放射線計測は海水、海底土ともに3.2 深海域（北太平洋西部海域）の計測と同様である。

3.5.1 放射化学分析

海水、海底土ともに3.2.1 深海域（北太平洋西部海域）の放射化学分析の分析操作と同様である。

3.5.2 測定

海水、海底土ともに3.2.2 深海域（北太平洋西部海域）の測定に使用した機器と同様である。

3.6 結果

平成11年(1999年)に採取した試料の測定結果を海水及び海底土についてそれぞれ表3-3及び3-4に示す。測定値には計数誤差を付記した。

3.6.1 海水

NO-1～8におけるPu-239,240、Cs-137及びSr-90の鉛直分布を図3-4～11に示す。

各測点の鉛直分布は各核種とも例年と同様の分布を示しCs-137及びSr-90は、表面から底上50m層にかけてほぼ直線的に減少している。

また、Pu-239,240は、一部の測点を除いて500m～1,000m付近に極大層がみられる。

Co-60はすべての層で非常に低い値であり計数誤差の3倍を越えるものはなかった。

3.6.2 海底土

NO-3及び8では他の測点と比較して低い値がみられるが、その他の測点ではいずれの核種とも北太平洋西部海域及び日本近海と同レベルの値である。

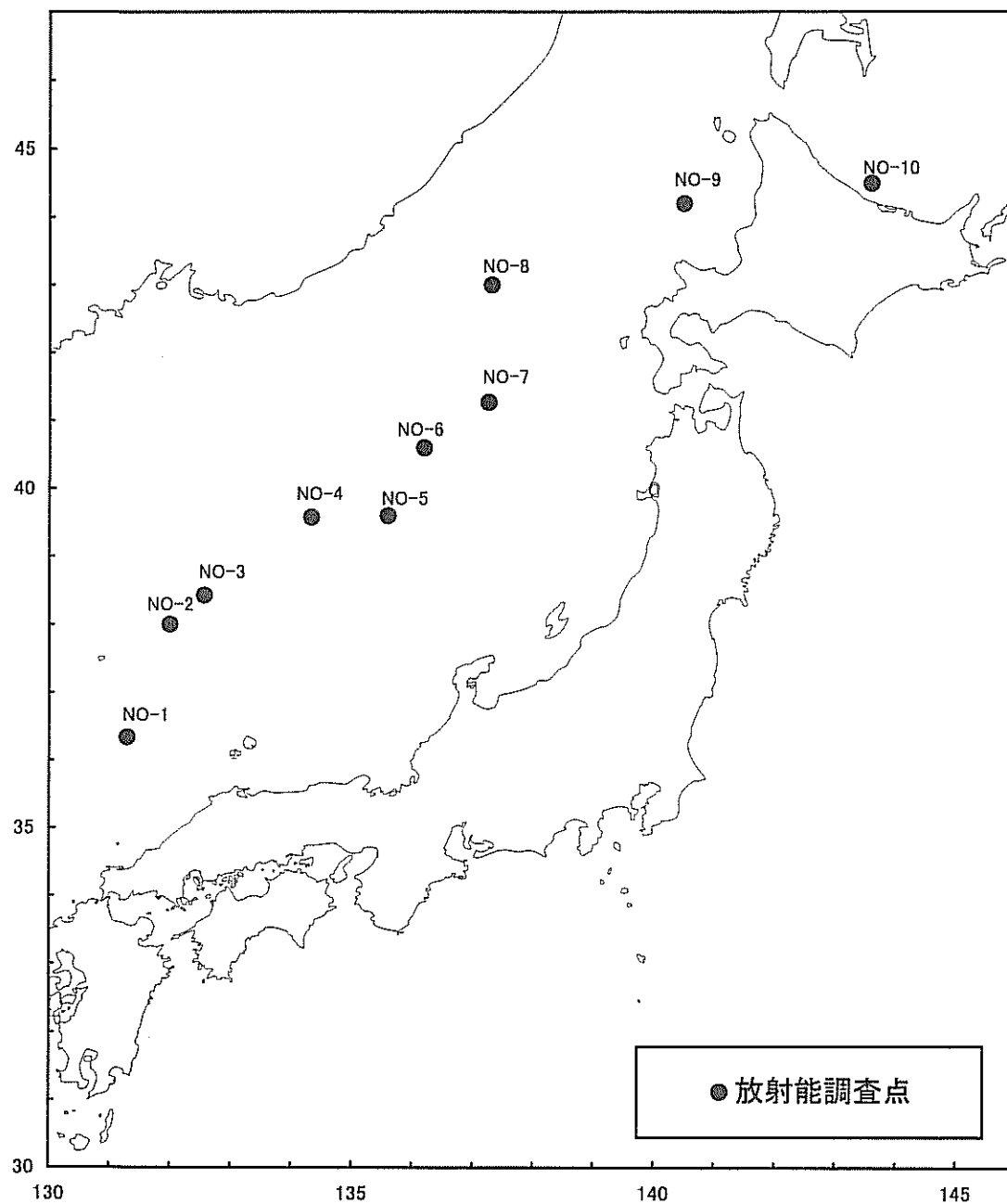


図3-3 日本海・オホーツク海における放射能調査の試料採取点及び測点番号

表3-3 日本海の放射能調査結果-海水 (平成11年) (供試量: 約100ℓ)

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-1		36-34.4		1999. 8.28	1,926		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (ml/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	24.7	33.112	4.68	0.004±0.001	-0.058±0.029	1.49±0.05	1.34±0.02
193	1.19	34.088	5.21	0.030±0.002	-0.032±0.027	2.08±0.06	1.28±0.02
482	0.40	34.087	5.01	0.043±0.003	-0.078±0.032	2.41±0.07	1.13±0.02
717	0.28	34.087	4.99	0.048±0.003	-0.049±0.033	1.49±0.07	0.75±0.02
1,024	0.20	34.079	4.78	0.037±0.003	-0.096±0.050	1.00±0.05	0.81±0.03
1,876	0.17	34.077	4.60	0.035±0.003	0.032±0.035	0.28±0.03	0.22±0.01

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-2		38-00.0		1999. 8.29	1,579		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (ml/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	24.4	33.180	4.85	0.019±0.002	-0.009±0.035	2.26±0.10	1.22±0.02
194	5.73	34.063	6.11	0.022±0.002	-0.030±0.046	2.29±0.07	1.44±0.03
481	0.74	34.090	5.37	0.028±0.003	0.004±0.034	1.95±0.06	1.13±0.02
721	0.40	34.087	5.18	0.037±0.004	0.012±0.035	1.73±0.05	0.99±0.02
973	0.26	34.075	5.01	0.034±0.003	0.009±0.043	1.41±0.05	0.78±0.02
1,529	0.19	34.082	4.76	0.039±0.004	-0.023±0.051	0.73±0.04	0.49±0.02

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-3		38-42.9	132-56.6	1999. 8.30	2,780		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	24.3	33.479	4.97	0.008±0.001	0.055±0.038	2.15±0.06	1.34±0.02
192	1.51	34.088	5.53	0.022±0.002	-0.010±0.025	2.23±0.07	1.07±0.02
481	0.54	34.088	5.28	0.029±0.002	0.005±0.033	1.97±0.10	1.17±0.02
721	0.32	34.088	5.12	0.035±0.003	-0.015±0.028	1.55±0.05	0.67±0.02
959	0.24	34.082	4.98	0.040±0.003	-0.008±0.031	0.32±0.04	0.97±0.02
1,908	0.18	34.086	4.73	0.040±0.003	0.042±0.041	1.27±0.05	0.25±0.01
2,730	0.23	34.083	4.83	0.043±0.004	0.024±0.033	0.23±0.04	0.16±0.02

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-4		39-58.3	134-33.1	1999. 8.31	1,232		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	24.8	33.473	4.69	0.010±0.001	-0.003±0.034	2.21±0.09	1.52±0.03
191	1.45	34.077	6.02	0.020±0.002	0.015±0.041	2.23±0.06	1.35±0.03
478	0.54	34.087	---	0.036±0.003	0.015±0.052	1.91±0.06	0.90±0.02
718	0.34	34.083	5.05	0.038±0.003	0.011±0.039	1.58±0.06	0.95±0.02
1,182	0.24	34.082	5.15	0.083±0.005	-0.044±0.041	1.15±0.07	0.59±0.02

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
緯度 (N)		経度 (E)					
NO-5		39-59.2		1999. 9. 1	1,386		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	24.2	33.960	4.87	0.015±0.001	0.028±0.027	2.26±0.06	1.24±0.02
194	2.08	34.070	6.32	0.032±0.002	0.036±0.032	2.25±0.06	1.31±0.03
481	0.70	34.087	5.27	0.070±0.005	-0.027±0.028	1.84±0.06	1.09±0.02
721	0.39	34.087	5.00	0.034±0.002	0.006±0.033	1.57±0.05	1.04±0.03
973	0.28	34.085	4.89	0.091±0.005	0.050±0.028	1.24±0.05	0.73±0.02
1,529	0.19	34.080	4.75	0.037±0.003	-0.005±0.027	0.71±0.04	0.41±0.02

測点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)		
緯度 (N)		経度 (E)					
NO-6		40-59.3		1999. 9. 3	3,311		
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	23.5	33.593	5.04	0.039±0.003	0.000±0.075	2.14±0.07	1.37±0.03
192	1.16	34.082	6.91	0.077±0.005	-0.035±0.036	2.26±0.09	1.16±0.02
470	0.62	34.092	5.32	0.044±0.003	-0.041±0.044	1.87±0.06
722	0.36	34.083	5.15	0.075±0.004	-0.037±0.029	1.52±0.05	0.49±0.02
939	0.26	34.082	5.10	0.044±0.003	-0.019±0.050	1.34±0.06	0.42±0.02
1,820	0.18	34.072	4.77	0.040±0.003	-0.005±0.049	0.40±0.07	0.25±0.02
3,261	0.27	34.086	4.93	0.034±0.002	-0.003±0.028	0.11±0.03	0.12±0.01

測点番号		採取位置			採取年月日	水深 (m)	
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-7		41-26.7	137-25.9		1999. 9. 4	3,587	
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	23.8	33.688	4.99	0.005±0.001	0.068±0.034	2.16±0.06	1.47±0.03
190	1.43	34.098	6.50	0.017±0.002	-0.019±0.030	2.19±0.06	1.43±0.03
482	0.67	34.093	5.39	0.032±0.003	-0.013±0.025	1.85±0.06	1.38±0.02
729	0.38	34.083	5.04	0.124±0.008	-0.012±0.026	1.71±0.07	0.98±0.02
988	0.27	34.082	4.99	0.041±0.003	0.033±0.030	1.49±0.05	1.13±0.03
1,964	0.18	34.080	4.75	0.032±0.002	0.018±0.028	0.32±0.03	0.28±0.02
3,537	0.30	34.081	4.90	0.031±0.002	0.001±0.029	0.13±0.04	0.15±0.01

測点番号		採取位置			採取年月日	水深 (m)	
		緯度 (N)	経度 (E)				
NO-8		43-00.0	137-30.9		1999. 9. 5	3,618	
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)			
				^{239,240} Pu	⁶⁰ Co	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr
0	22.8	33.636	5.15	0.005±0.001	-0.009±0.031	2.16±0.06	1.40±0.03
193	1.26	34.096	6.85	0.018±0.002	-0.046±0.037	2.20±0.06	1.26±0.02
484	0.64	34.089	5.35	0.030±0.002	0.016±0.037	1.94±0.07	1.25±0.02
734	0.37	34.085	5.06	0.046±0.003	-0.045±0.056	1.60±0.05	1.16±0.02
966	0.28	34.082	5.05	0.041±0.002	-0.047±0.029	1.37±0.05	0.98±0.02
1,919	0.19	34.080	4.69	0.032±0.002	-0.004±0.030	0.41±0.04	0.27±0.02
3,568	0.30	34.082	4.93	0.028±0.002	-0.037±0.030	0.14±0.05	0.14±0.02

测点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)
		緯度 (N)	経度 (E)		
NO-9		44-19.5	140-50.2	1999. 5.16	254
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用 塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)	
0	9.5	33.987	6.94	^{239,240} Pu	⁶⁰ Co
204	3.86	34.175	6.87	0.008±0.001	-0.063±0.050
				0.013±0.001	2.41±0.06
					2.30±0.06
					⁹⁰ Sr
					1.58±0.03
					1.60±0.03

测点番号		採取位置		採取年月日	水深 (m)
		緯度 (N)	経度 (E)		
NO-10		44-49.7	143-59.4	1999. 5.17	183
採取深度 (m)	水温 (°C)	実用 塩分	溶存酸素 (mℓ/ℓ)	放射能濃度 (mBq/ℓ)	
0	2.7	32.445	9.69	^{239,240} Pu	⁶⁰ Co
132	-0.94	33.130	6.87	0.003±0.001	-0.049±0.042
				0.006±0.001	-0.032±0.043
					¹³⁷ Cs
					1.48±0.05
					1.40±0.05
					⁹⁰ Sr
					0.93±0.02
					0.85±0.02

表3-4 日本海の放射能調査結果—海底土 (平成11年)

(供試量： $^{239,240}\text{Pu}$ ；50 g、 ^{137}Cs ；100 g、 ^{90}Sr 、 ^{60}Co ；300 g)

測点 番号	採取位置		採取年月日	水深 (m)	試料厚 (cm)	放射能濃度 (Bq/kg-乾土)			
	緯度 (N)	経度 (E)				$^{239,240}\text{Pu}$	^{137}Cs	^{90}Sr	^{60}Co
NO-1	36-34.4	131-29.8	1999. 8. 28	1,926	0~2	1.09 ±0.05	3.24 ±0.07	0.498±0.012	0.041±0.009
NO-2	38-00.0	132-00.0	1999. 8. 29	1,579	0~2	1.12 ±0.05	2.65 ±0.06	0.475±0.009	0.029±0.008
NO-3	38-42.9	132-56.6	1999. 8. 30	2,780	0~2	0.023±0.003	0.23 ±0.03	0.023±0.004	0.017±0.008
NO-4	39-58.3	134-33.1	1999. 8. 31	1,232	0~2	0.57 ±0.05	2.40 ±0.08	0.053±0.005	0.038±0.009
NO-5	39-59.2	135-59.0	1999. 9. 1	1,386	0~2	0.66 ±0.04	2.75 ±0.07	0.351±0.009	0.028±0.008
NO-6	40-59.3	136-19.6	1999. 9. 3	3,311	0~2	0.66 ±0.04	5.19 ±0.11	0.791±0.013	0.059±0.009
NO-7	41-26.7	137-25.9	1999. 9. 4	3,587	0~2	0.29 ±0.02	1.50 ±0.05	0.306±0.008	0.010±0.008
NO-8	43-00.0	137-30.9	1999. 9. 5	3,618	0~2	0.007±0.002	0.001±0.030	0.026±0.005	-0.003±0.008
NO-9	44-19.5	140-50.2	1999. 5. 16	254	0~2	1.93 ±0.10	3.35 ±0.07	0.411±0.008	0.012±0.008
NO-10	44-49.7	143-59.4	1999. 5. 17	183	0~2	1.30 ±0.07	2.69 ±0.07	0.127±0.005	0.018±0.008

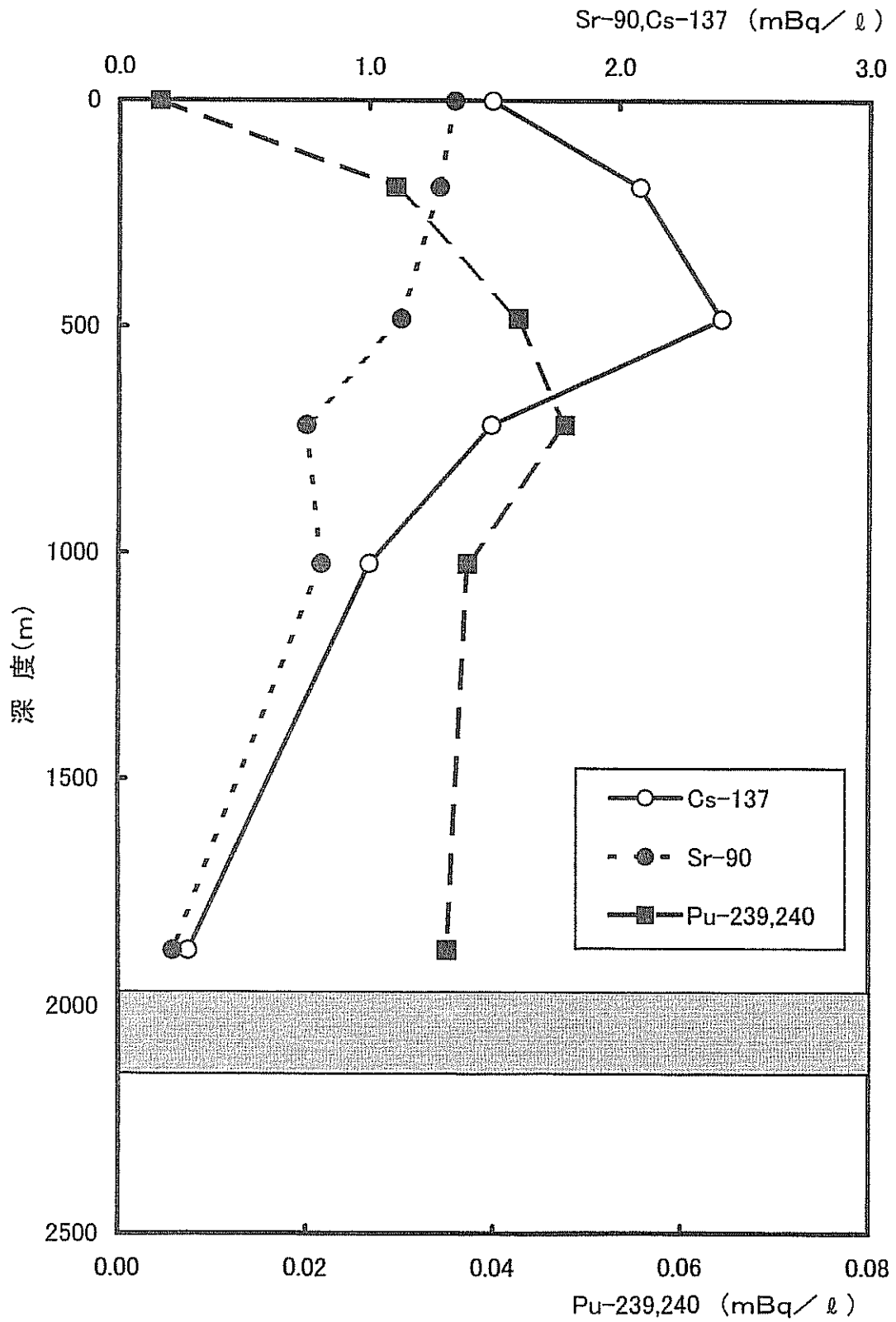


図3-4 測点 NO-1 における海水中的の各核種の鉛直分布

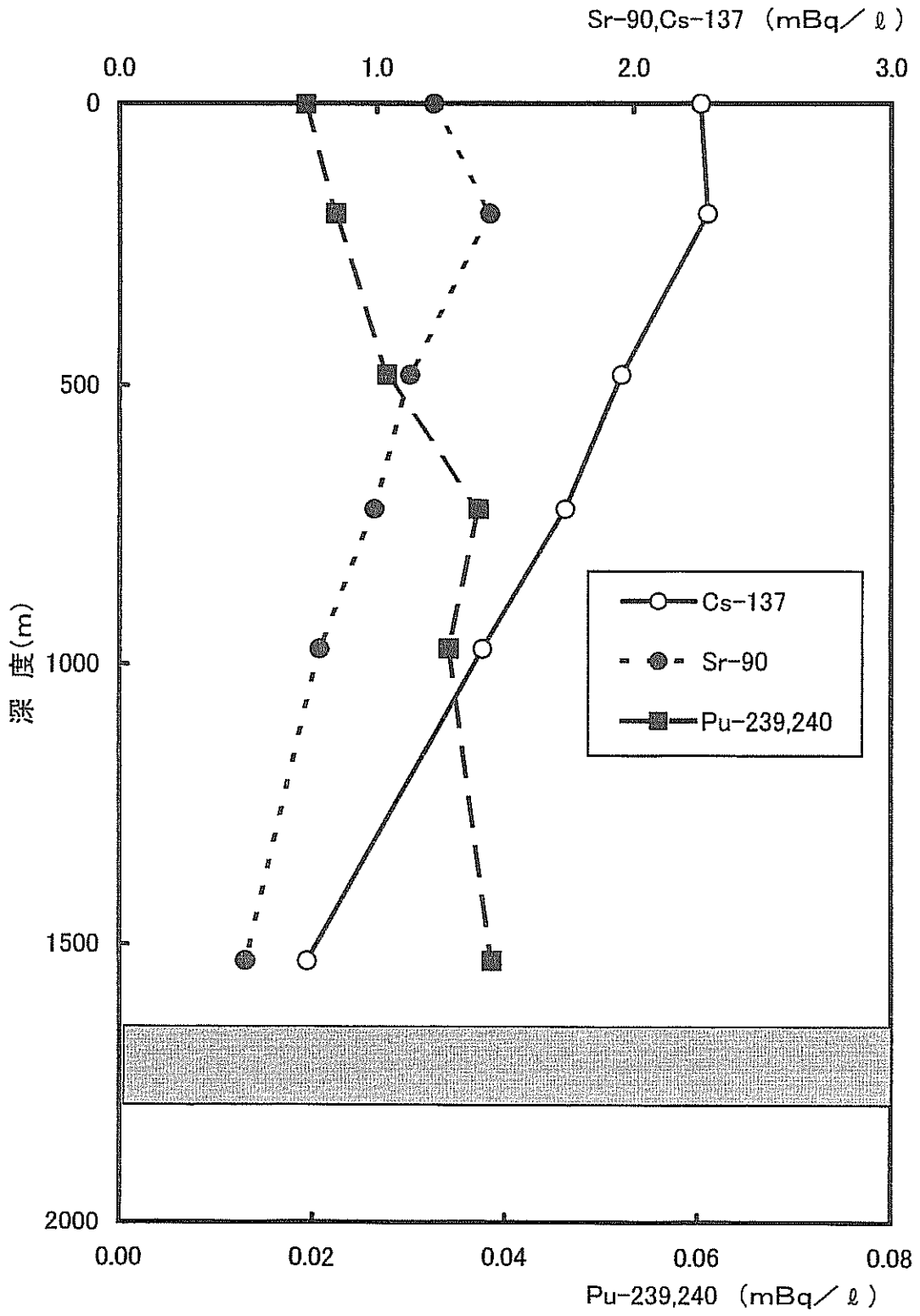


図 3 - 5 測点 NO-2 における海水中的の各核種の鉛直分布

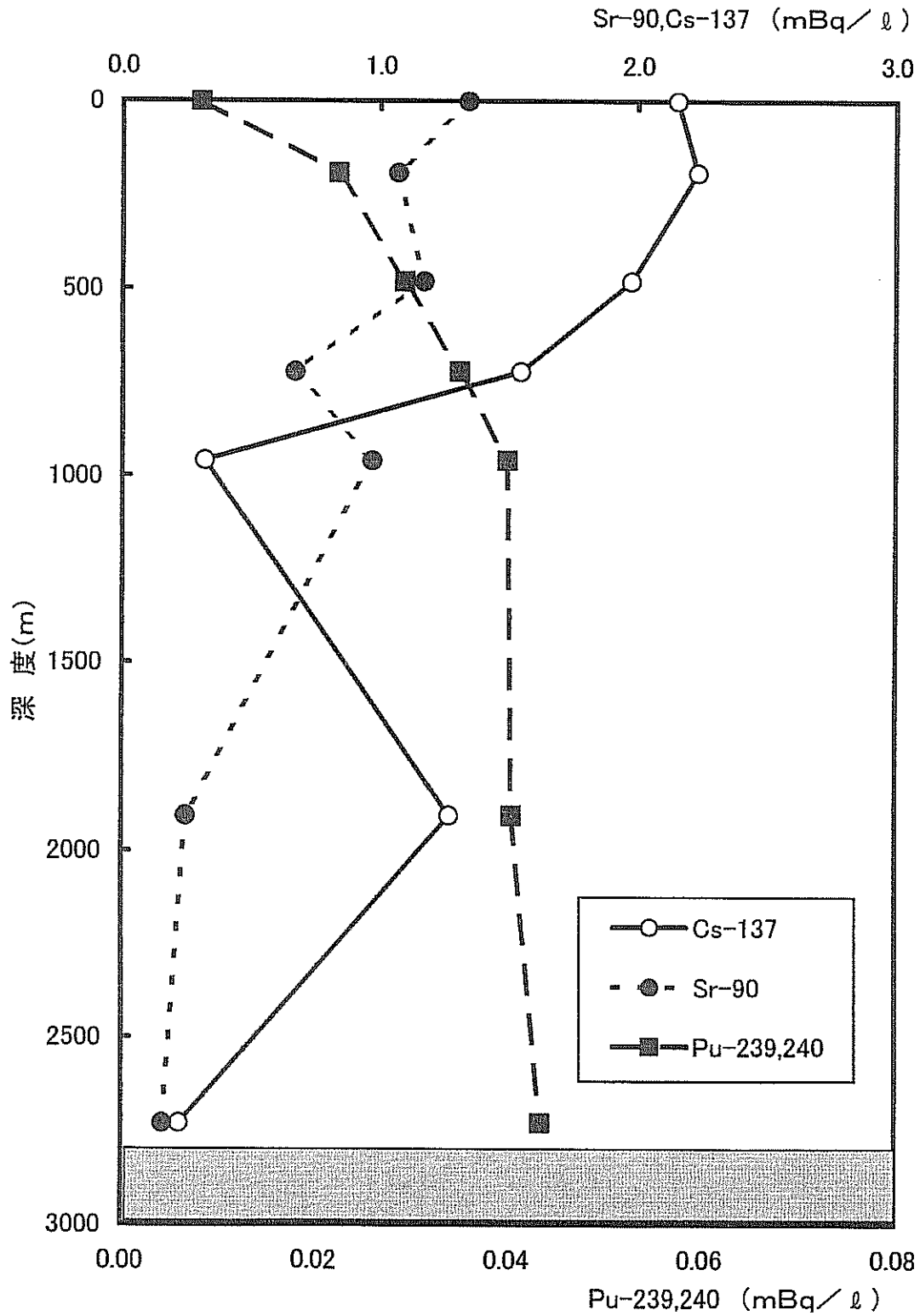


図 3 - 6 測点 NO-3 における海水中的の各核種の鉛直分布

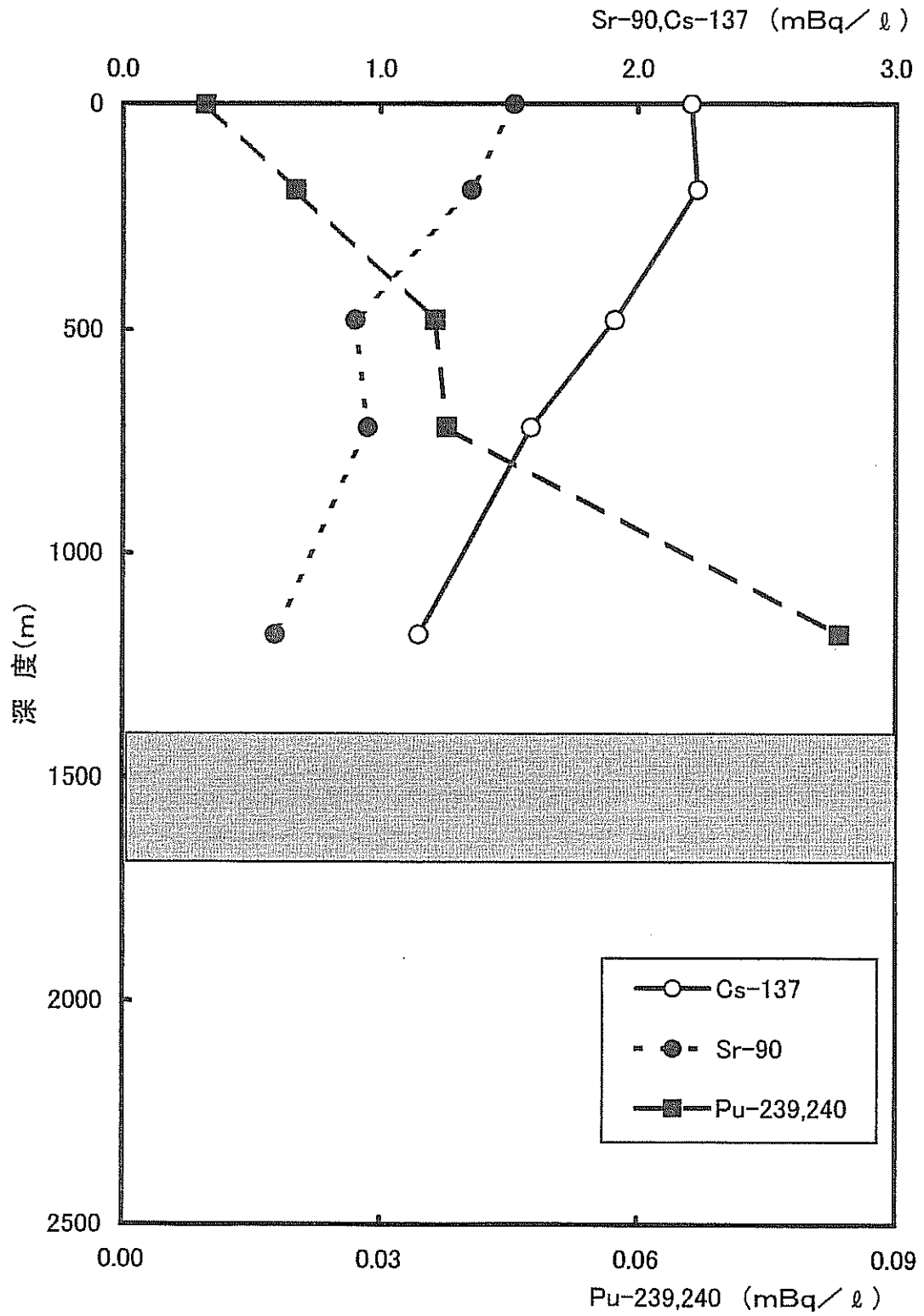


図 3 - 7 測点 NO- 4 における海水中的の各核種の鉛直分布

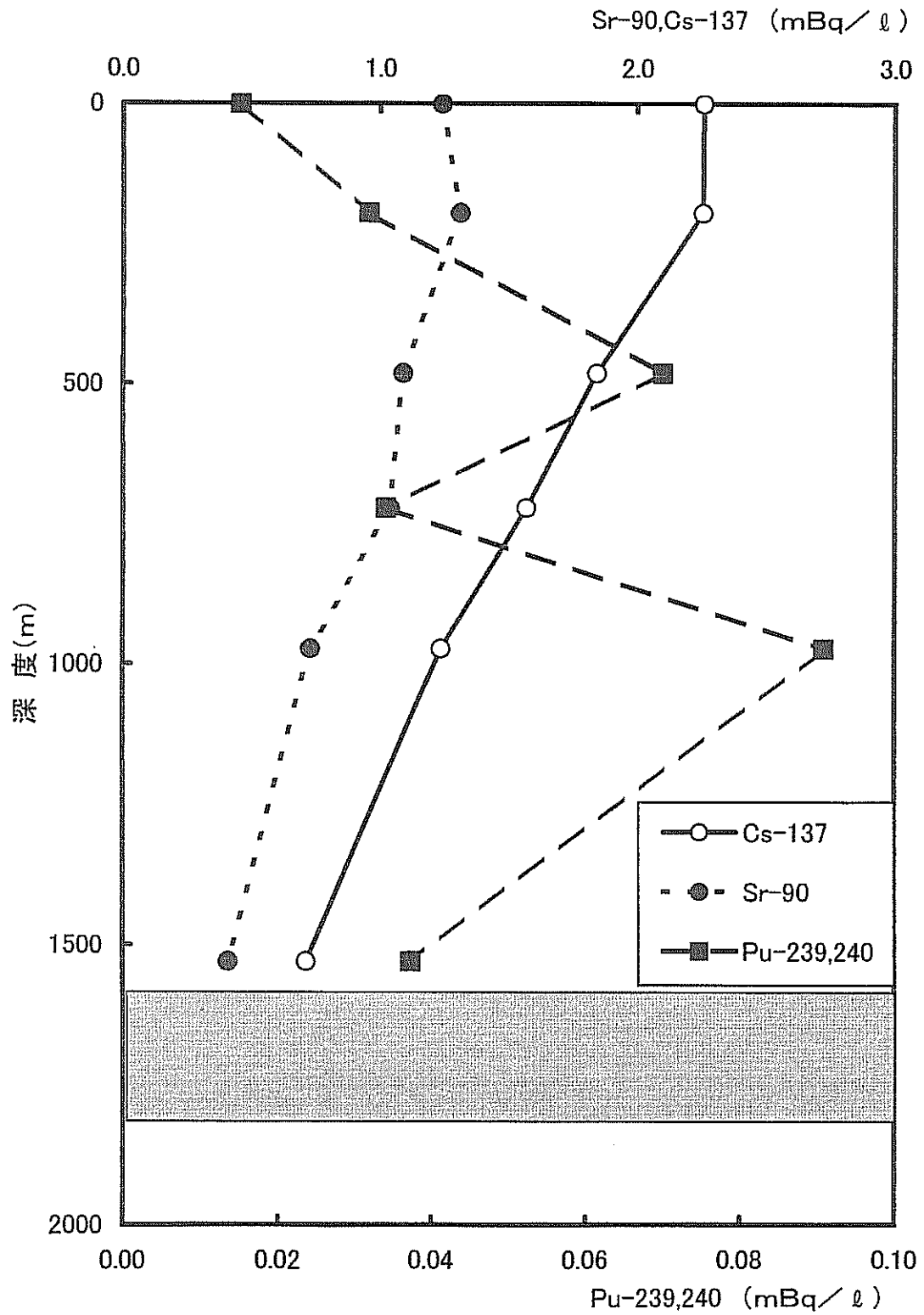


図3-8 測点 NO-5 における海水中的各核種の鉛直分布

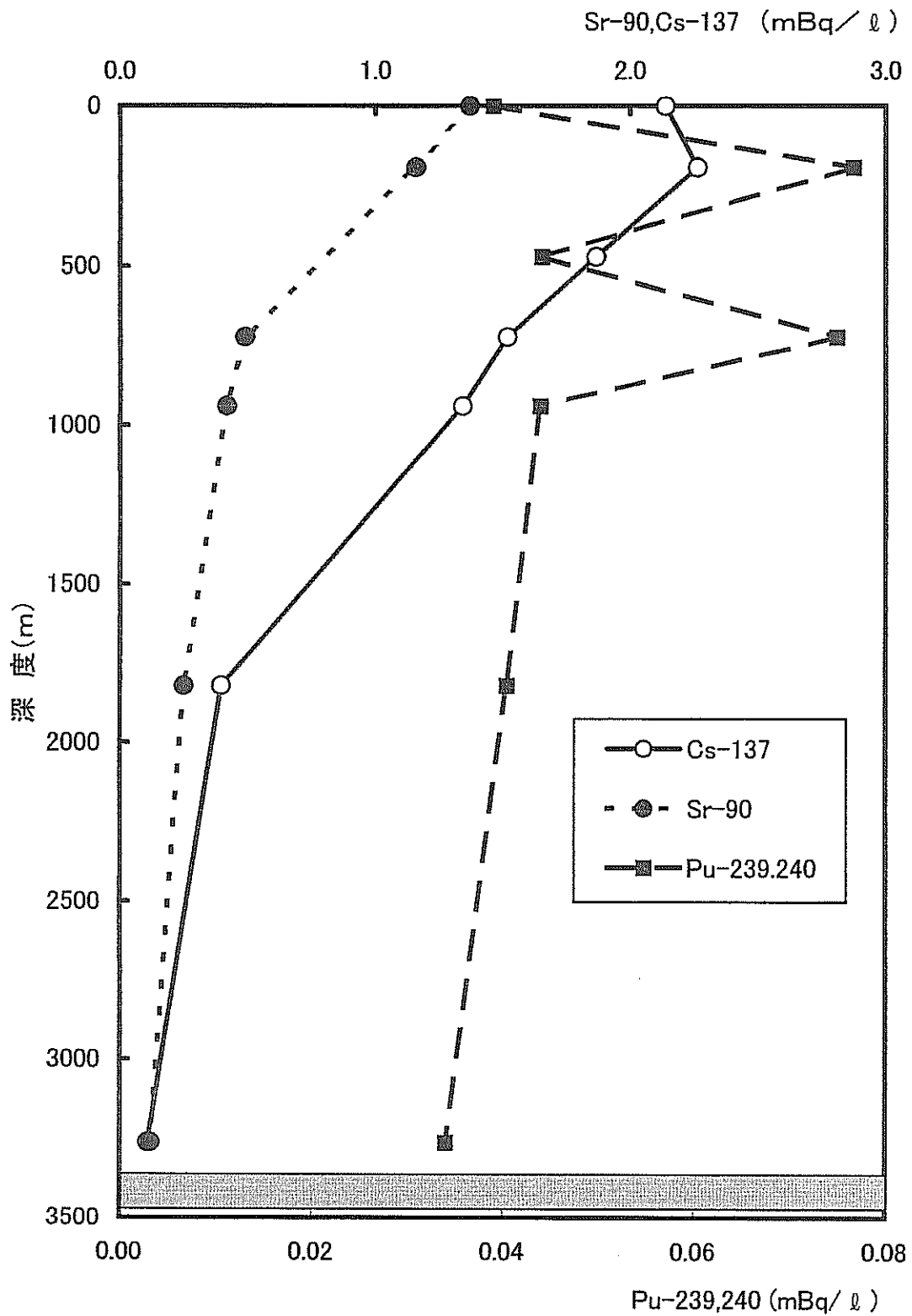


図3-9 測点 NO-6 における海水中の各核種の鉛直分布

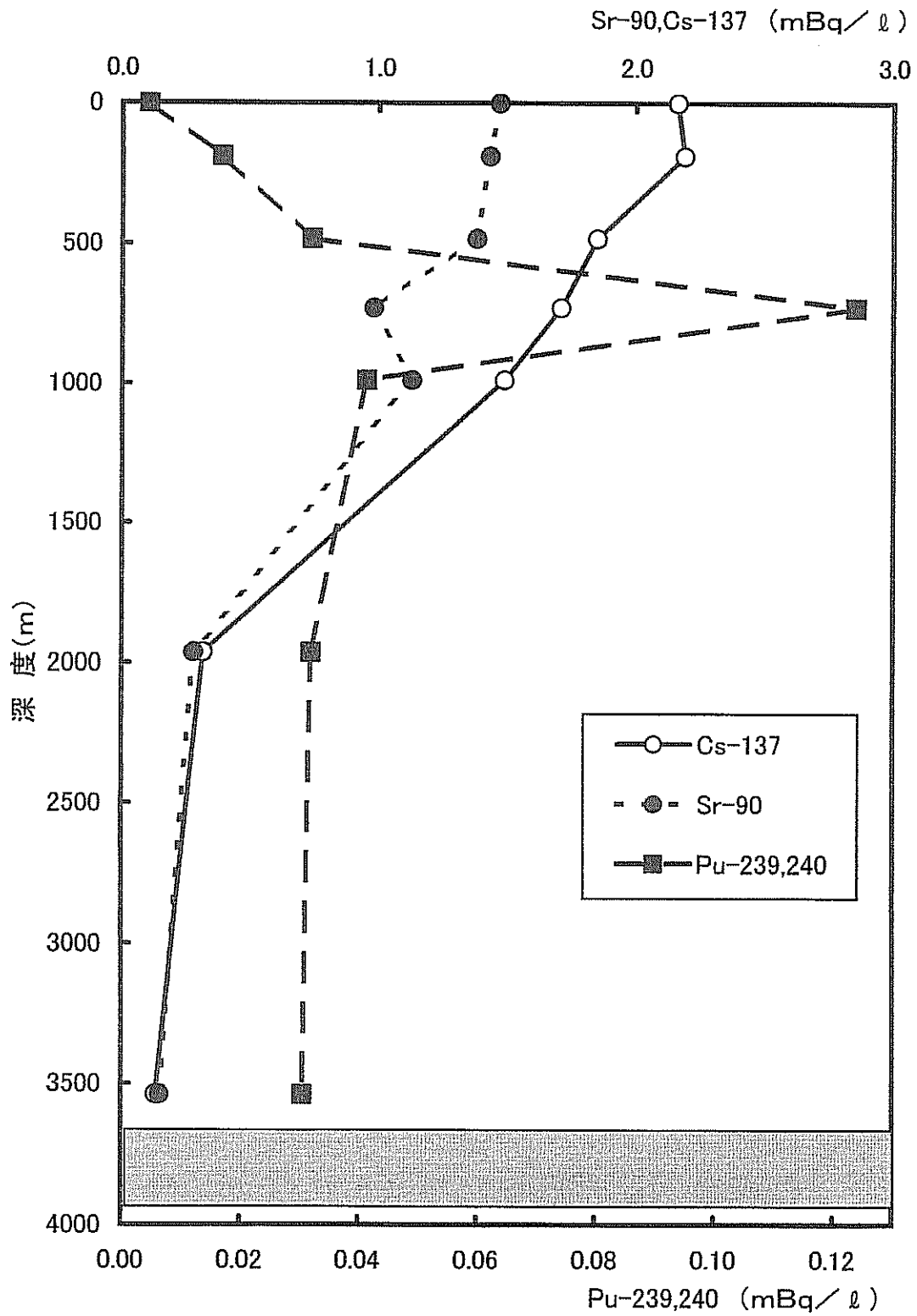


図 3-10 測点 NO-7 における海水中的各核種の鉛直分布

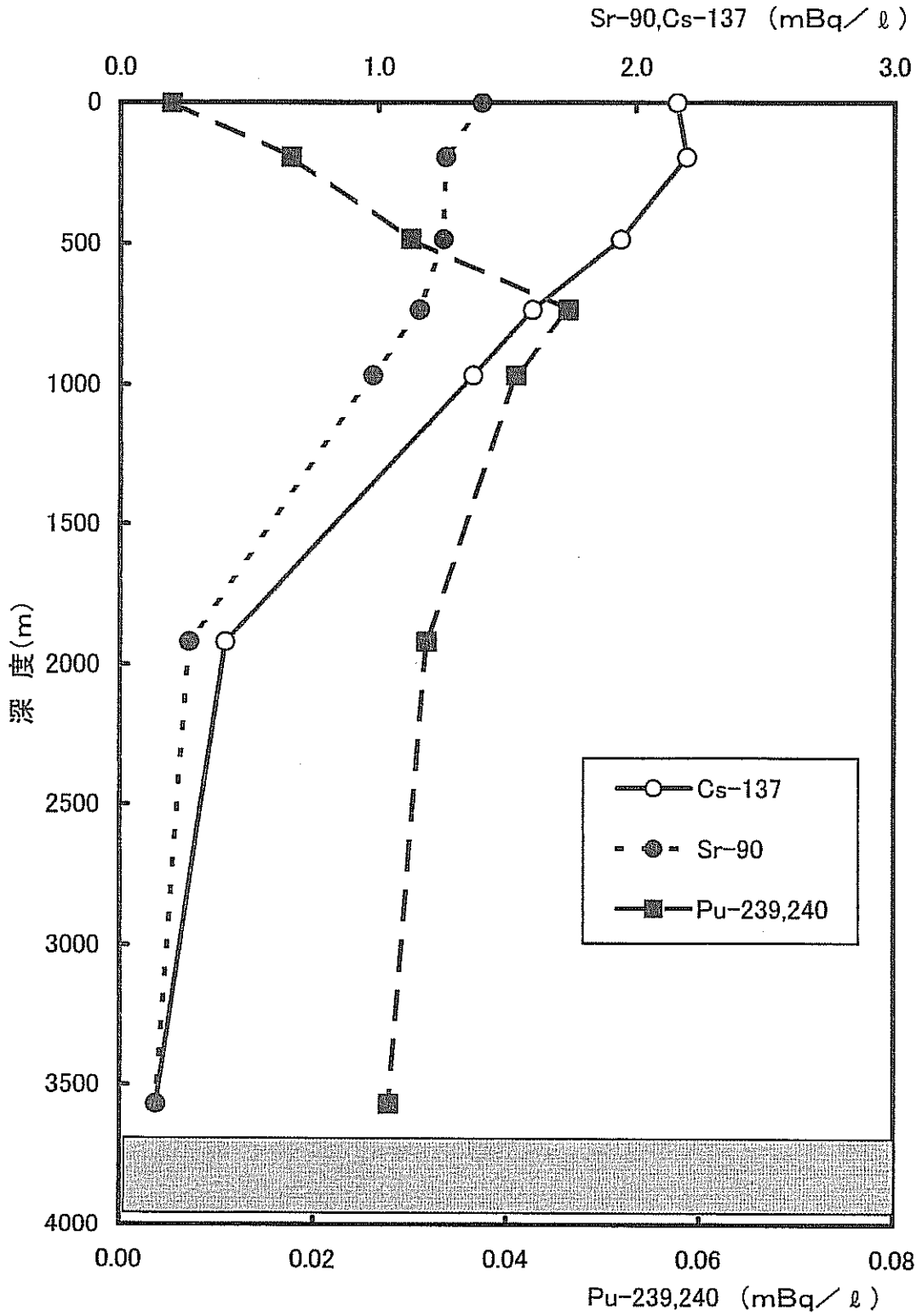


図3-11 測点 NO-8 における海水中の各核種の鉛直分布

3.7 深海流の測定

旧ソ連・ロシアによる放射性廃棄物の海洋投棄問題に関連して、放射性物質の拡散の範囲及び拡散速度を求める基礎資料を得るため、日本海の能登半島北方約 185 km (測点 NO-C) 及び男鹿半島西方約 150 km (測点 NO-D) の 2 個所に深海流速計を設置して、それぞれ 1999 年 9 月 1 日から 2000 年 5 月 27 日、1999 年 9 月 2 日から 2000 年 5 月 27 日までの約 9 か月間の連続測定を行った。

深海流速計の設置位置及び測定期間等を、これまでのものとともに図 3-12 及び表 3-5 に示す。

3.7.1 測定方法

AANDERAA 社製の流向流速計 (深海仕様) を海底上 50 m, 100 m に直列に設置し、1 時間間隔で測定した。

3.7.2 流況の概要

今回測定した測点 NO-C, 測点 NO-D 並びにこれまで測定を行った測点 NO-1 ~ 測点 NO-B の海底上 50 m 層及び 100 m 層の平均流向流速をそれぞれ図 3-13 及び図 3-14 に示す。

また、測点 NO-C, 測点 NO-D の 25 時間移動平均流速ベクトル図、進行ベクトル図・流向別頻度分布図及び自己相関図・パワースペクトル図をそれぞれ図 3-15 ~ 図 3-17 に示す。

測点 NO-C の海底上 50 及び 100 m 層ともに北西方の流れが卓越しており、平均流速はそれぞれ 1.7 cm/sec 及び 1.2 cm/sec であった。

測点 NO-D の海底上 50 m 層は北北西方、海底上 100 m 層は北方の流れが卓越しており、平均流速は海底上 50 m 層が 4.3 cm/sec であり、100 m 層が 5.1 cm/sec であった。

最小自乗法により求めた潮流の主要 4 分潮を表 3-5 に示すが、測点 NO-C 及び測点 NO-D の海底上 50 m 層、100 m 層ともに潮流成分は極めて微弱であった。

なお、自己相関・パワースペクトルを求めたところ、測点 NO-C の両層とも測点の緯度に対応する約 18 時間 57 分、測点 NO-D の両層とも同様に約 18 時間 40 分のそれぞれ慣性周期流の卓越が顕著であった。

また、進行ベクトル図から流動範囲内の流動に大差がないと仮定した場合、物質の流動距離は 9 か月間で測点 NO-C においては、海底上 50 m 層は北西方へ約 400 km、100 m 層は同じく約 300 km 程度であるものと推定され、測点 NO-D においては同様に海底上 50 m 層は北西方へ約 1000 km 程度、海底上 100 m 層は北北西方へ約 1200 km 程度であるものと推定される。

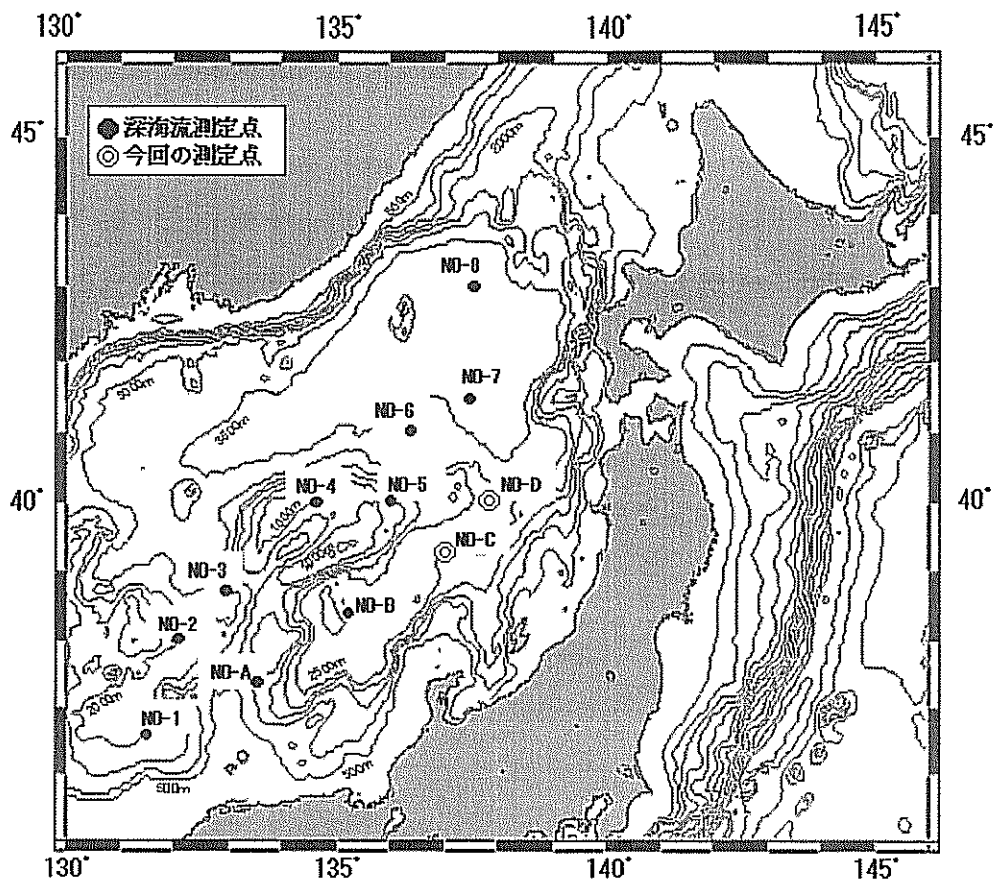


図 3 - 12 深海流速計の測定点

表 3 - 5 調和定数表—主要 4 分潮

測点番号—測流層	主軸 方向	M ₂		S ₂		K ₁		O ₁	
		Vm/s	K°	Vm/s	K°	Vm/s	K°	Vm/s	K°
NO-C 海底上 50 m	65	0.001	22	0.001	64	0.001	15	0.001	326
NO-C 海底上 100 m	36	0.001	17	0.001	80	0.001	10	0.001	328
NO-D 海底上 50 m	26	0.001	121	0.001	154	0.001	34	0.001	15
NO-D 海底上 100 m	29	0.001	106	0.000	82	0.001	21	0.001	48

表 3 - 6 深海流の測定位置、観測期間等

測点番号-測流層	測定位置	水深	測流深度	観測期間	解析期間
NO-1 海底上 50 m	36-35.1 N	2000 m	1950 m	1996.9.5 ~1997.6.13	1996.9.7 ~1997.6.13
NO-1 海底上 100 m	131-30.6 E		1900 m		
NO-2 海底上 50 m	38-00.0 N	1680 m	1630 m	1996.9.6 ~1997.6.14	1996.9.7 ~1997.6.13
NO-2 海底上 100 m	132-00.0 E		1580 m		
NO-3 海底上 50 m	38-43.2 N	2860 m	2810 m	1994.9.2 ~1995.6.7	1994.9.4 ~1995.4.13
NO-3 海底上 100 m	132-56.5 E		2760 m		
NO-4 海底上 50 m	39-59.6 N	1270 m	1220 m	1994.9.3 ~1995.6.8	1994.9.4 ~1995.4.13
NO-4 海底上 100 m	134-34.2 E		1170 m		
NO-5 海底上 50 m	40-00.0 N	1340 m	1290 m	1995.9.9 ~1996.6.14	1995.9.17 ~1996.4.19
NO-5 海底上 100 m	136-00.0 E		1240 m		
NO-6 海底上 50 m	40-58.8 N	3390 m	3340 m	1995.9.16 ~1996.6.15	1995.9.17 ~1996.4.19
NO-6 海底上 100 m	136-20.8 E		3290 m		
NO-7 海底上 50 m	41-26.6 N	3650 m	3600 m	1997.9.12 ~1998.5.9	1997.9.14 ~1998.5.9
NO-7 海底上 100 m	137-25.9 E		3550 m		
NO-8 海底上 50 m	43-00.2 N	3680 m	3630 m	1997.9.13 ~1998.5.9	1997.9.14 ~1998.5.9
NO-8 海底上 100 m	137-31.0 E		3580 m		
NO-A 海底上 50 m	37-24.1 N	1356 m	1306 m	1998.7.24 ~1999.5.10	1998.7.25 ~1999.5.10
NO-A 海底上 100 m	133-33.4 E		1256 m		
NO-B 海底上 50 m	38-24.0 N	3010 m	2960 m	1998.7.24 ~1999.5.11	1998.7.25 ~1999.5.10
NO-B 海底上 100 m	135-13.3 E		2910 m		
NO-C 海底上 50 m	39-17.1 N	2750 m	2700 m	1999.9.1 ~2000.5.27	1999.9.1 ~2000.5.27
NO-C 海底上 100 m	137-00.1 E		2650 m		
NO-D 海底上 50 m	40-00.0 N	2700 m	2650 m	1999.9.2 ~2000.5.27	1999.9.2 ~2000.5.27
NO-D 海底上 100 m	137-50.0 E		2600 m		

* 太字は今回の測定

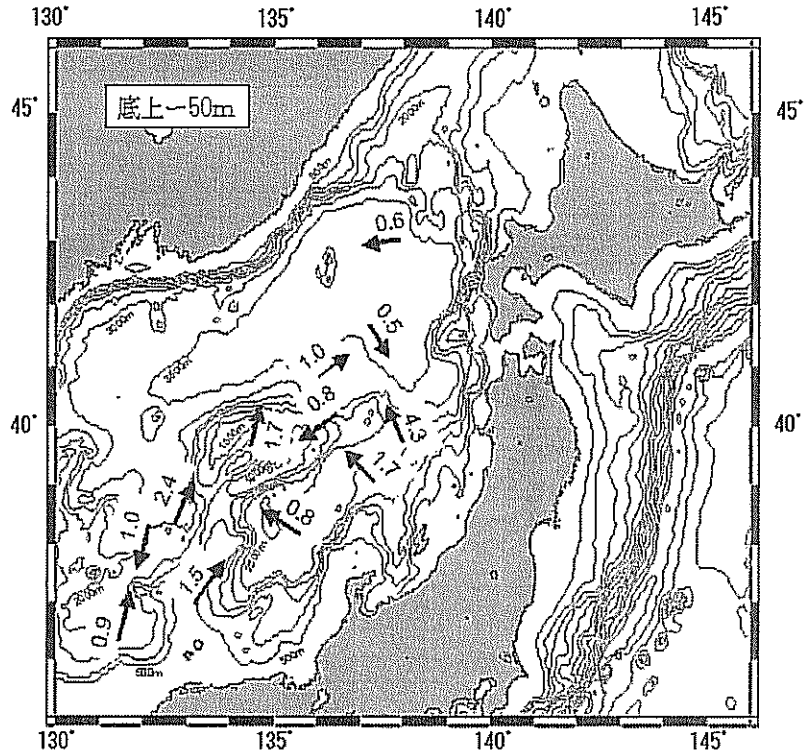


図 3 - 13 底上 50 m 層における平均流向流速図 (単位 : cm/sec)

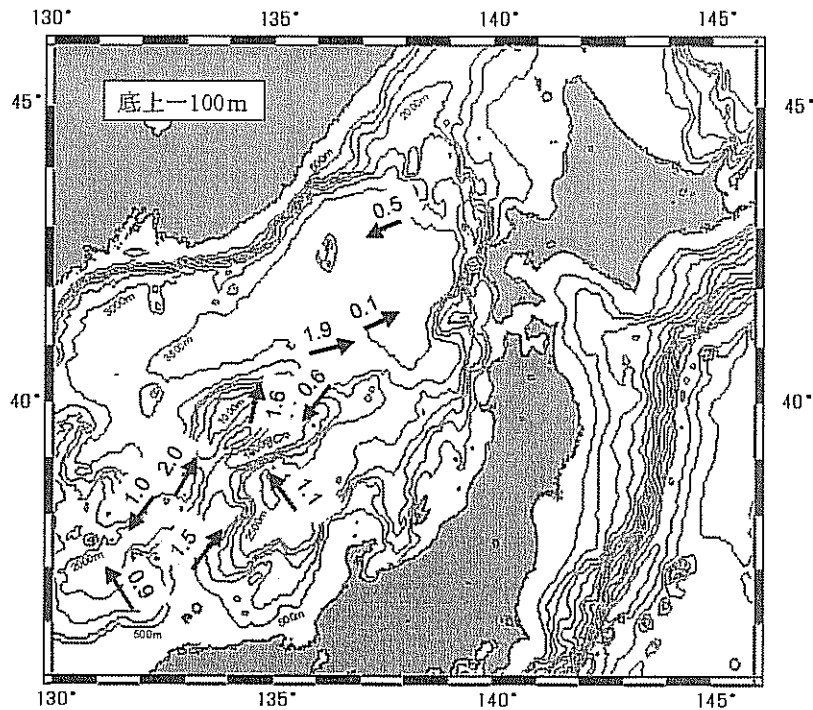


図 3 - 14 底上 100 m 層における平均流向流速図 (単位 : cm/sec)

1999 9/1 0:00 - 2000 5/28 0:00

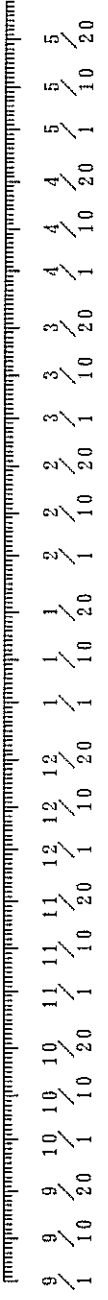
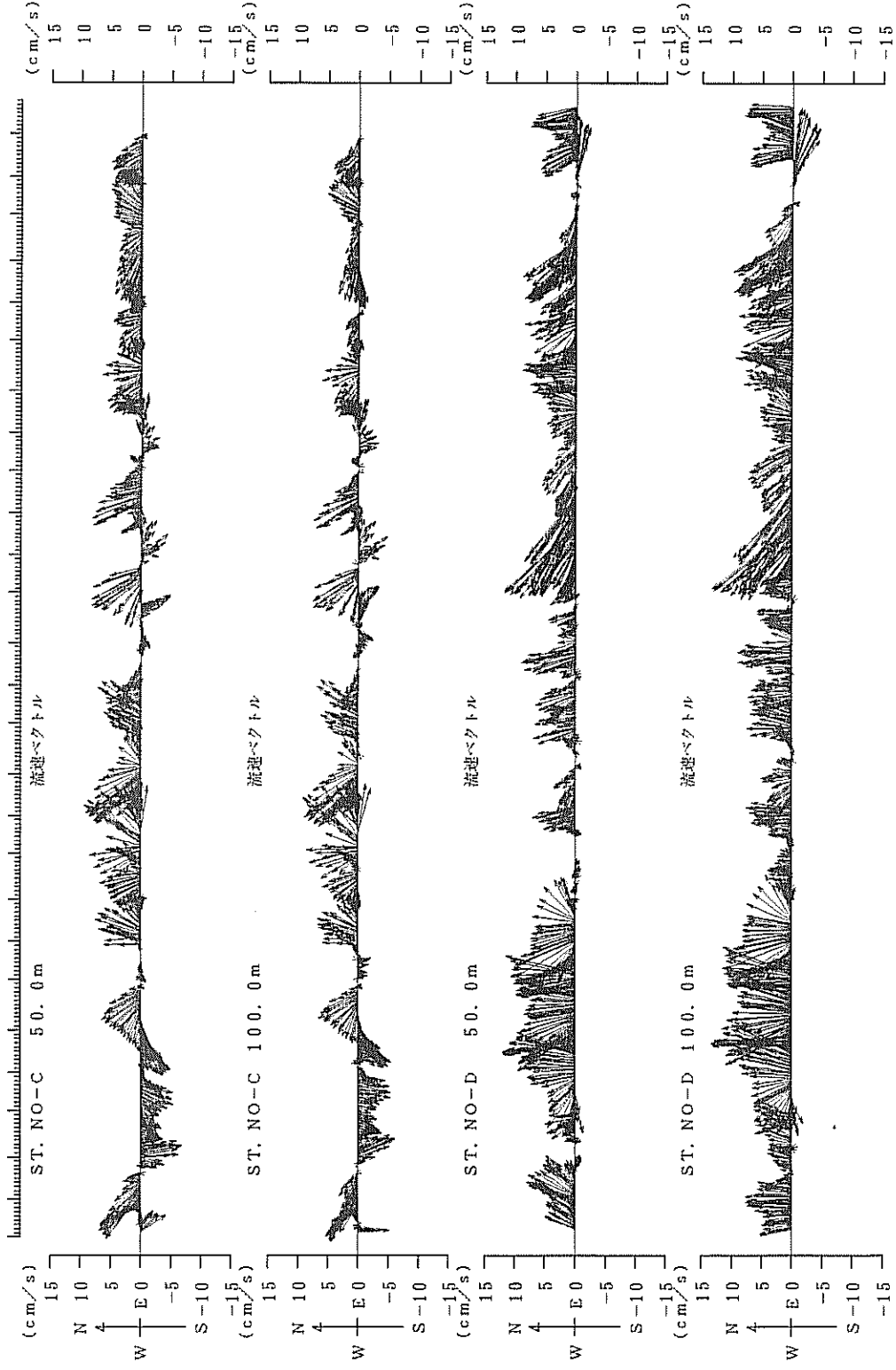
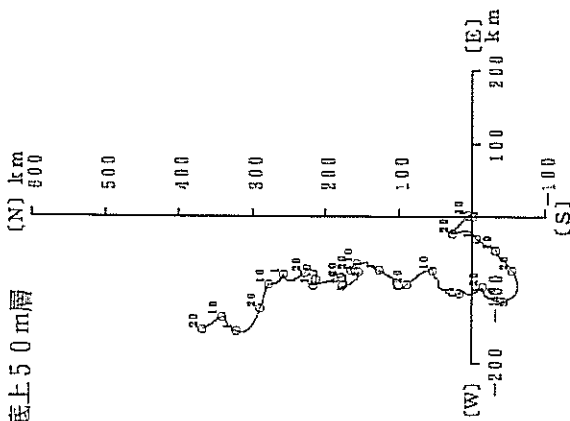


図3-15 流速ベクトル図 (25時間移動平均)

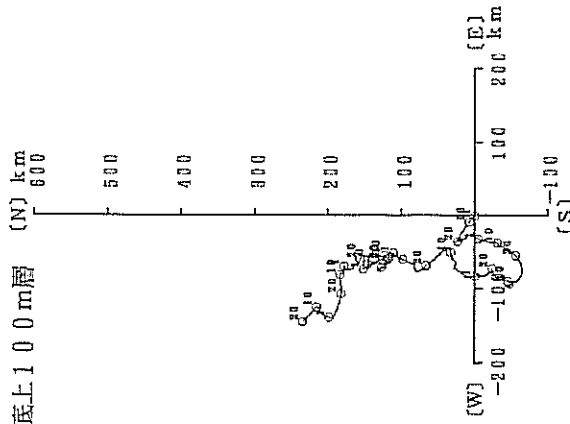
PROGRESSIVE VECTOR DIAGRM
 PORT : NIHONKAI NO-C 50.0M
 PERIOD : 1999 9 / 1 - 2000 5 / 27
 UNIT : DISTANCE KM

NO-C 底上50m層



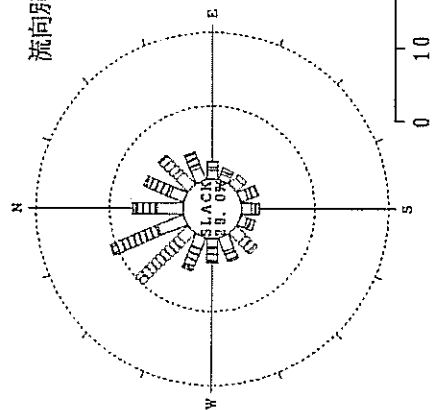
PROGRESSIVE VECTOR DIAGRM
 PORT : NIHONKAI NO-C 100.0M
 PERIOD : 1999 9 / 1 - 2000 5 / 27
 UNIT : DISTANCE KM

NO-C 底上100m層



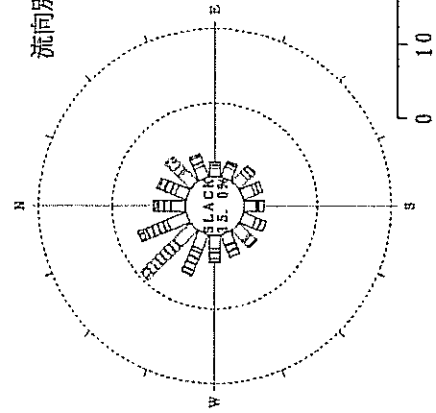
解析期間：平成11年9月1日～平成12年5月27日
 海底上50.0m層

流向別流速頻度分布図



解析期間：平成11年9月1日～平成12年5月27日
 海底上100.0m層

流向別流速頻度分布図

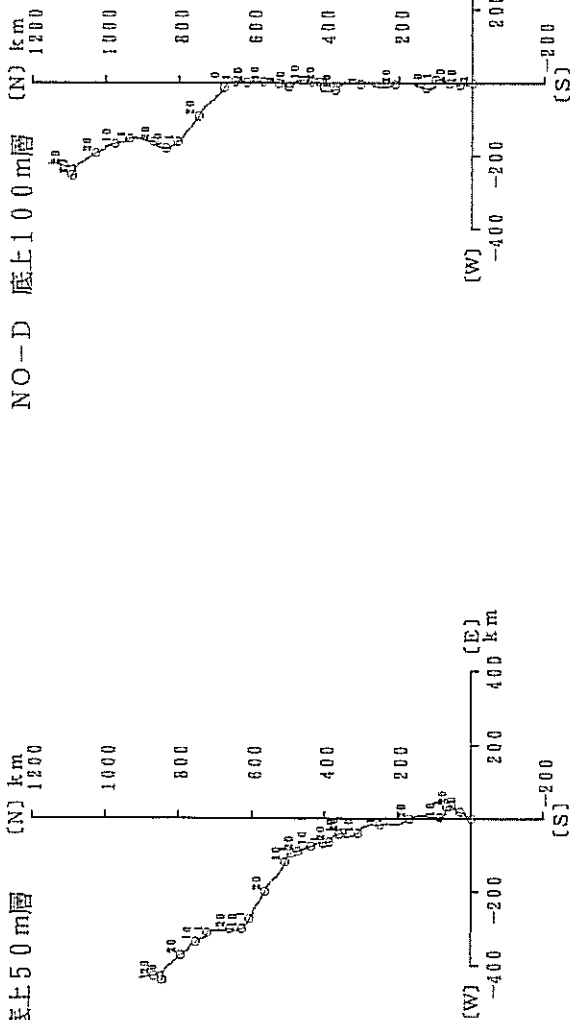


凡 例	
□	0 < V < 5
▨	5 ≤ V < 10
▩	10 ≤ V < 15
▧	15 ≤ V < 20
■	20 ≤ V
単位：cm/s	

図3-16 進行ベクトル図・流向別頻度分布図

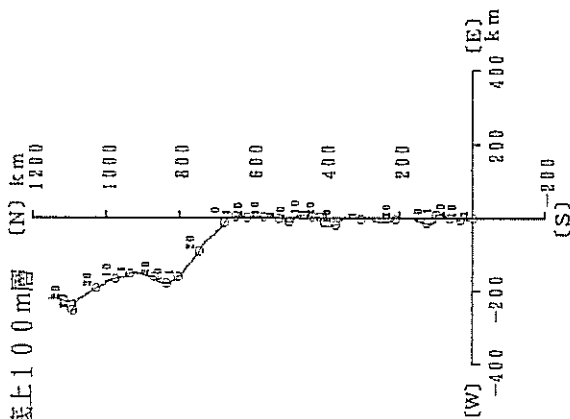
PROGRESSIVE VECTOR DIAGRM
 PORT : NIHONKAI NO-D 50.0M
 PERIOD : 1998 9/2 - 2000 5/27
 UNIT : DISTANCE KM

NO-D 底上50m層



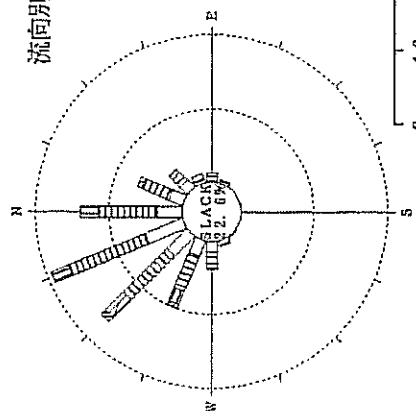
PROGRESSIVE VECTOR DIAGRM
 PORT : NIHONKAI NO-D 100.0M
 PERIOD : 1998 9/2 - 2000 5/27
 UNIT : DISTANCE KM

NO-D 底上100m層



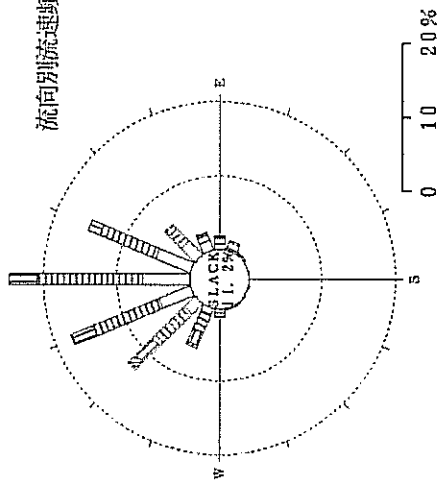
解析期間：平成11年9月2日～平成12年5月27日
 海底上50.0m層

流向別流速頻度分布図



解析期間：平成11年9月2日～平成12年5月27日
 海底上100.0m層

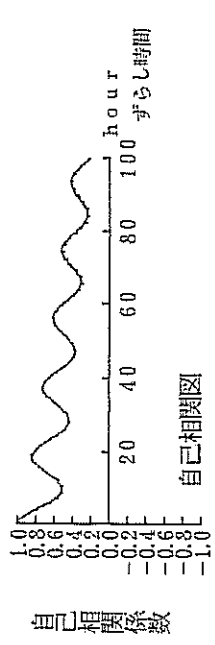
流向別流速頻度分布図



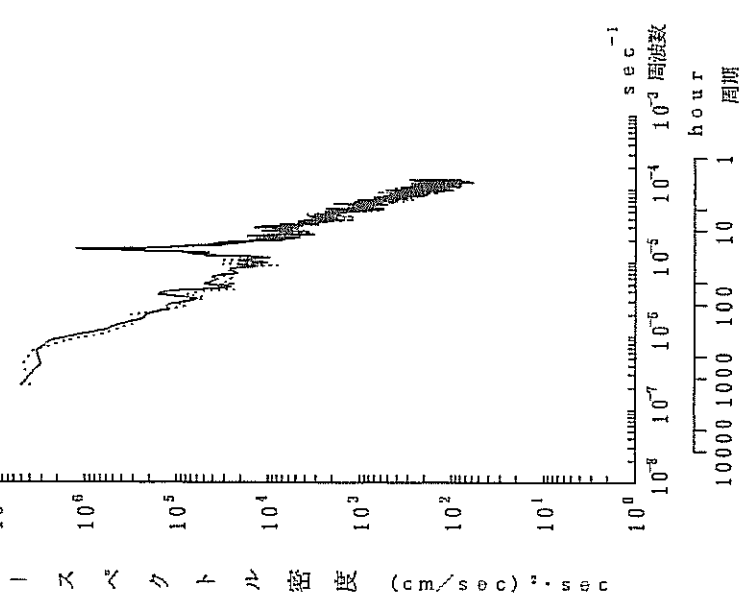
流速	凡例
0 < V < 5	□
5 < V < 10	▨
10 < V < 15	▩
15 < V < 20	■
20 < V < 25	■
25 < V < 30	■

図3-16 進行ベクトル図・流向別頻度分布図 (続)

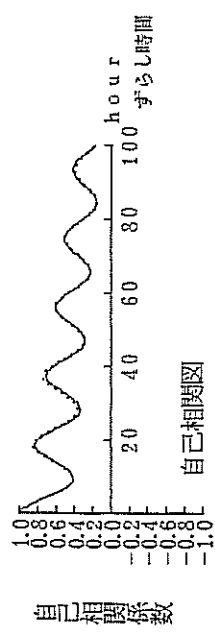
自己相関・パワースペクトル
 (NO-C、海底上50.0 m)
 計算期間：1999年9月1日18時02分～2000年5月27日13時02分
 ----- : NO-C 海底上50.0 m (北方成分)
 : NO-C 海底上50.0 m (東方成分)



パワースペクトル図
 NO-C 底上50 m層



自己相関・パワースペクトル
 (NO-C、海底上100.0 m)
 計算期間：1999年9月1日18時02分～2000年5月27日13時02分
 ----- : NO-C 海底上100.0 m (北方成分)
 : NO-C 海底上100.0 m (東方成分)



パワースペクトル図
 NO-C 底上100 m層

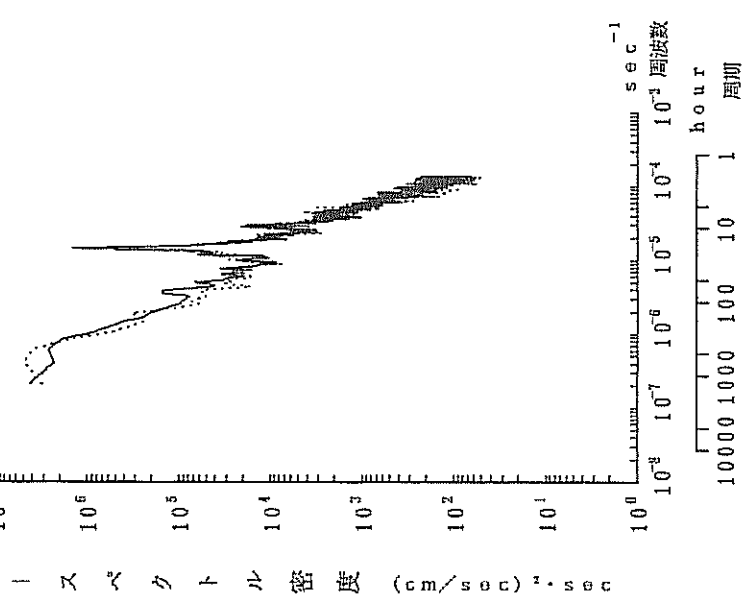
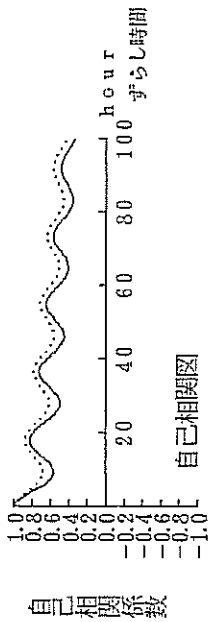


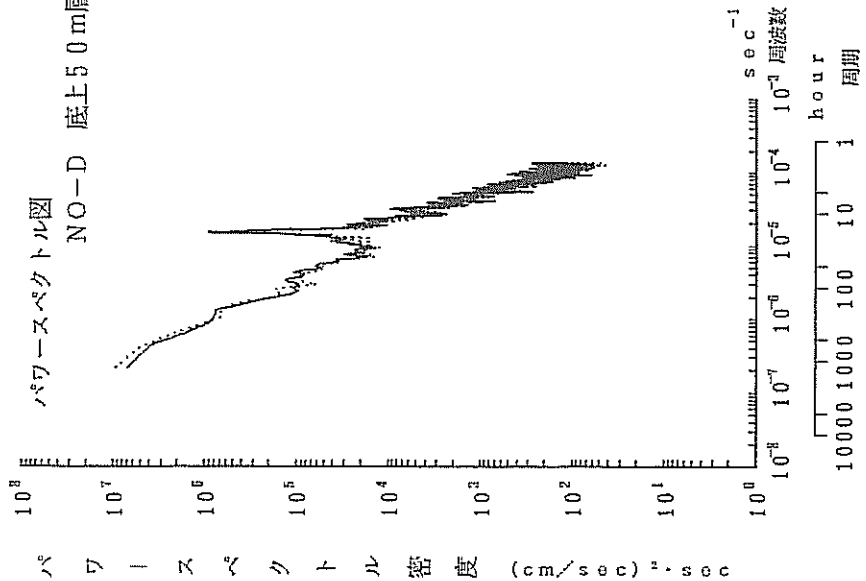
図3-17 自己相関・パワースペクトル図 (続)

自己相関・パワースペクトル
(NO-D、海底上50.0 m)

計算期間：1999年9月2日12時12分～2000年5月27日 7時12分
 : NO-D 海底上50.0 m (北方成分)
 : NO-D 海底上50.0 m (東方成分)

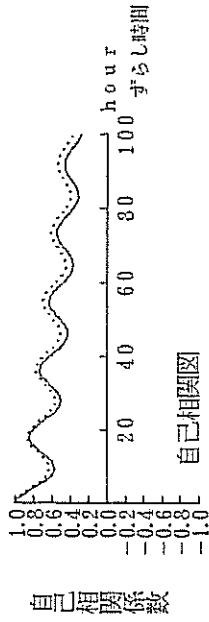


パワースペクトル図
NO-D 底上50 m層



自己相関・パワースペクトル
(NO-D、海底上100.0 m)

計算期間：1999年9月2日12時12分～2000年5月27日 7時12分
 : NO-D 海底上100.0 m (北方成分)
 : NO-D 海底上100.0 m (東方成分)



パワースペクトル図
NO-D 底上100 m層

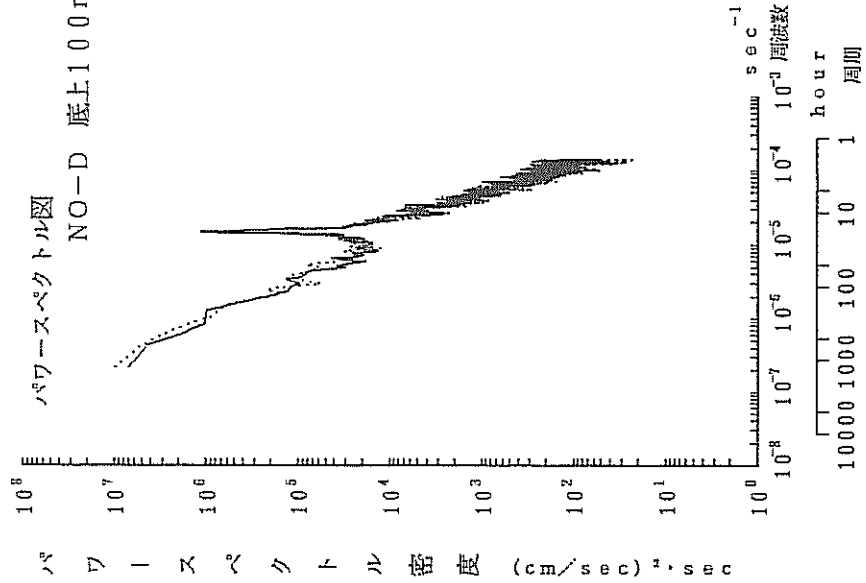


図3-17 自己相関・パワースペクトル図