

3. 放射性核種の分析

(1) 分析対象放射性核種

分析対象放射性核種は、次の観点に基づいて表 I-3(1)に示すとおり人工放射性核種と自然放射性核種を選定した。

[人工放射性核種]

- ・原子力施設の排水、放射性降下物等に含まれる放射性物質中に占める比率が高く、かつ、物理的半減期が比較的長い核種であること
- ・海産生物あるいは海底土に蓄積される性質が強い核種であること

[自然放射性核種]

- ・海産生物や海底土から検出される例が比較的多い核種であること

表 I-3(1) 分析対象放射性核種

	放射性核種	半減期*1	海産生物		海底土		海水		
			発電所 海域	核燃 海域	発電所 海域	核燃 海域	発電所 海域	核燃 海域	
人工 放射 性核 種	トリチウム*2	^3H	12.33年	—	—	—	—	—	○
	マンガン - 54	^{54}Mn	312.1日	○	○	○	○	—	○
	コバルト - 60	^{60}Co	5.271年	○	○	○	○	—	○
	ストロンチウム - 90	^{90}Sr	28.74年	—	○	—	○	○	○
	ルテニウム - 106	^{106}Ru	373.6日	○	○	○	○	—	○
	セシウム - 134	^{134}Cs	2.065年	○	○	○	○	○	○
	セシウム - 137	^{137}Cs	30.04年	○	○	○	○	○	○
	セリウム - 144	^{144}Ce	284.9日	○	○	○	○	—	○
	プルトニウム -239+240*3	$^{239+240}\text{Pu}$		—	○	—	○	—	○
その他の γ線放出核種 ⁴			○	○	○	○	—	○	
自然 放射 性核 種	ベリリウム - 7	^7Be	53.29日	○	○	○	○	—	—
	カリウム - 40	^{40}K	12.77億年	○	○	○	○	—	—
	タリウム - 208*5	^{208}Tl	3.053分	○	○	○	○	—	—
	ビスマス - 214*6	^{214}Bi	19.9分	○	○	○	○	—	—
	アクチニウム - 228*5	^{228}Ac	6.15時間	○	○	○	○	—	—

*1 半減期は「アイソトープ手帳 11 版」(社)日本アイソトープ協会編集発行(2011年)より引用した。

*2 トリチウム (^3H) は、宇宙線によって生じるほか、核実験や原子力発電所等の運転でも生じる。

*3 プルトニウム-239 の半減期は 2.411 万年、プルトニウム-240 の半減期は 6564 年である。

*4 半減期約 1 年以下の核種で、クロム-51 (^{51}Cr)、コバルト-58 (^{58}Co)、鉄-59 (^{59}Fe)、亜鉛-65 (^{65}Zn)、ジルコニウム-95 (^{95}Zr)、ニオブ-95 (^{95}Nb)、ルテニウム-103 (^{103}Ru)、アンチモン-125 (^{125}Sb) などがある。

*5 トリウム - 232 (^{232}Th 、半減期:140.5 億年) を親核種とするトリウム系列に属する子孫核種である。

*6 ウラン - 238 (^{238}U 、半減期:44.68 億年) を親核種とするウラン系列に属する子孫核種である。

(2) 海産生物、海底土及び海水試料の前処理及び分析法

海産生物、海底土及び海水に含まれる放射性核種の分析は、全て文部科学省放射能測定法シリーズ*1に基づいて行った（実施機関：財団法人 日本分析センター）。

海産生物試料は、凍結して送付されてきた試料を半解凍して表面の水分をふき取った後、各個体について全長及び体重を測定し、平均全長及び平均体重を算出した。筋肉（肉部）、内臓等に分割し、分析供試部位である肉部を 105℃で乾燥後、450℃で 24 時間灰化した。灰化した試料を 0.35mm のふるいに通し、混入した小骨等を取り除き、ふるい下をよく混合して分析試料とした。但し、カタクチイワシは、魚体が極めて小さく、全体を食すことから魚体全体を分析に供した。

海底土試料は、凍結して送付された試料を解凍後よく混合して、ブフナーロートでろ過して分析試料とした。また、分析試料から一部分取し、105℃で乾燥し含水率を求めた。

海水試料は、採取直後に海水 20L 当たり 40ml の 6M 塩酸を添加したものを分析試料とした。但し、核燃海域で調査対象核種としている ³H 用海水試料には 6M 塩酸を添加せず、採取した海水をそのまま分析試料とした。

海産生物及び海底土試料のうち、発電所海域のものは、ガンマ線放出核種をガンマ線スペクトロメトリーにより定量した。核燃海域のものは、⁹⁰Sr、²³⁹⁺²⁴⁰Pu*2 及びガンマ線放出核種をそれぞれベータ線計測、アルファ線スペクトロメトリー及びガンマ線スペクトロメトリーにより定量した。なお、海底土は、求めた含水率に基づき、乾燥重量当たりの放射性核種濃度を算出した。

海水試料のうち、発電所海域のものについては、化学分離した後、⁹⁰Sr 及び ¹³⁷Cs をベータ線計測により、また一部試料については ¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs をガンマ線スペクトロメトリーにより定量した。核燃海域の海水の分析試料については、電解濃縮した後、³H を液体シンチレーション計測により、また、化学分離した後 ⁹⁰Sr、²³⁹⁺²⁴⁰Pu 及びガンマ線放出核種をそれぞれベータ線計測、アルファ線スペクトロメトリー及びガンマ線スペクトロメトリーにより定量した。

*1 文部科学省放射能測定法シリーズ

- ・放射性ストロンチウム分析法：文部科学省（平成 15 年、4 訂）
- ・放射性セシウム分析法：文部科学省（昭和 51 年、1 訂）
- ・ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー：文部科学省（平成 4 年、3 訂）
- ・トリチウム分析法：文部科学省（平成 14 年、2 訂）
- ・プルトニウム分析法：文部科学省（平成 2 年、1 訂）
- ・環境試料採取法：文部科学省（昭和 58 年）

*2 プルトニウム-239 (²³⁹Pu) とプルトニウム-240 (²⁴⁰Pu) は放出するアルファ線のエネルギーがほぼ等しく、通常アルファ線スペクトロメトリーでは区別して定量できないので、両核種の合計量として定量する方法がとられている。このためプルトニウム-239+240 (²³⁹⁺²⁴⁰Pu) と表す。

(3) 計数誤差

放射性核種の壊変は統計的事象であり、放射能測定に際しても放射性核種の揺らぎを考慮した計数誤差を付すことが文部科学省放射能測定法シリーズ（例えば、放射能測定法シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー（3訂）」解説資料参照）に示されている。本事業においても、放射能分析の際に得られた正味の計数値から算出した計数誤差を付して解析等に資することとした。

(4) 検出下限値

環境試料の放射性核種分析において、放射能が有意に検出できなくなる濃度を検出下限値という。本事業では、正味の計数値が計数誤差の3倍を超えた場合に放射性核種が検出されたと判定し、計数誤差の3倍に等しい時の放射性核種濃度を検出下限値としている。しかしながら、検出下限値は測定環境、分析供試量、検出器の計数効率等が変わるため試料毎に異なり、一つの値として示すことが困難である。そこで、検出下限値の目安として、各試料の検出下限値の平均から求めた検出目標レベルを一連の分析方法とともに表 I-3(2)～(3)に示す。

表 I-3(2) 海産生物、海底土及び海水試料（発電所海域）の分析方法及び検出目標レベル

試料名	分析方法				検出目標レベル									
	分析核種名	分析供試量	前処理	放射線計測 (計測時間)	ガンマ線放出核種*1									
					⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	単位	
海産生物 試料	ガンマ線 放出核種	灰約 80g	灰化	ガンマ線 スペクトロメリー (70,000 秒)	0.04	0.04	0.4	0.05	0.04	0.04	0.2	—*2	—	Bq/kg 生鮮物
	ガンマ線 放出核種	U-8 容器 約 5cm 高*3	ろ過 (含水率測定)	ガンマ線 スペクトロメリー (70,000 秒)	2	1	20	2	0.9	8	—	—	Bq/kg 乾燥土	
海水試料	⁹⁰ Sr	50 L	化学分離	ベータ線計測 (3,600～ 7,200 秒)	—	—	—	—	—	—	—	0.4	—	—
	¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Cs	50 L	化学分離	ガンマ線 スペクトロメリー (70,000 秒)	—	—	—	2	0.4	—	—	—	—	mBq/L
	¹³⁷ Cs	50 L	化学分離	ベータ線計測 (5,400～ 10,800 秒)	—	—	—	—	—	—	—	—	0.5	—

*1：ガンマ線放出核種は、分析対象放射性核種のうち半減期が数十日以下のものを除いた人工放射性核種について記載した。

*2：分析対象外放射性核種について「—」で示した。

*3：測定に使用する円筒容器（U-8、内径 5cm、容量 100mL）に高さ 5cm になるように湿土試料を詰める。

表 I-3 (3) 海産生物及び海底土試料（核燃海域）の分析方法及び検出目標レベル（続き）

試料名	分 析 方 法				検出目標レベル												
	分析核種名	分析供試量	前処理	放射線計測 (計測時間)	ガンマ線放出核種*1												
					⁵⁴ Mn	⁶⁰ Co	¹⁰⁶ Ru	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce	⁹⁰ Sr	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	³ H	単位			
海水試料	³ H	0.6 L	電解濃縮	液体シンチレーション 計測 (30,000 秒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.1	Bq/L	
	⁹⁰ Sr	50 L	化学分離	ベータ線計測 (3,600～ 7,200 秒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.4	
	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu	100 L	化学分離	アルファ線 スペクトロメリー (160,000 秒)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.007	mBq/L
	ガンマ線 放出核種	50 L	化学分離	ガンマ線 スペクトロメリー (70,000 秒)	1	0.9	8	2	0.7	5	—	—	—	—	—	—	—

*1：ガンマ線放出核種は、分析対象放射性核種のうち半減期が数十日以下のものを除いた人工放射性核種について記載した。

*2：分析対象外放射性核種について「—」で示した。

*3：測定に使用する円筒容器（U-8、内径 5cm、容量 100ml）に高さ 5cm になるように湿土試料を詰める。

4. 分析結果

4.1 海産生物試料の分析結果

(1) 発電所海域において4月上旬から10月上旬及び10月上旬から1月下旬の年2回収集した海産生物試料の魚類、イカ・タコ類及びエビ類（計90試料）の放射性核種濃度範囲を表I-4(1)に示す。

検出された人工放射性核種は ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs であり、これらの濃度は過去5年間の測定値の範囲を上回った。

^{110m}Ag は、青森海域、宮城海域、福島第一海域、福島第二海域、茨城海域で収集した試料のうち、魚類8試料、イカ・タコ類4試料から検出された。また、 ^{134}Cs は、魚類で55試料、イカ・タコ類で6試料、エビ類で2試料検出された。これらの試料の前処理時に取分けておいた生試料（重量約2kg）を再測定したところ、全て検出下限値以下となったが、西日本でも値は小さいが降下物中に ^{134}Cs が検出されていることを勘案し、 ^{134}Cs を含む値を正の値として報告することとした。 ^{137}Cs は、特に魚類で高い値を示し、福島第二海域で収集したスズキ及びマコガレイが140Bq/kg生鮮物であった。

これまで検出されなかった ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs が検出されていることなどから、 ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射性核種濃度の上昇は、福島第一原子力発電所事故に起因すると考えられる。

各海域の海産生物試料の放射性核種濃度を資料1-1(1)～(15)に示す。

表I-4(1) 発電所海域海産生物試料の放射性核種濃度範囲

(単位：Bq/kg生鮮物)

年度	試料名	試料数	^{110m}Ag	^{134}Cs	^{137}Cs
平成23年度	魚類	77	ND ～ 0.62	ND ～ 110	0.092 ～ 140
	イカ・タコ類	10	ND ～ 1.8	ND ～ 8.7	0.031 ～ 9.4
	エビ類	3	ND	ND ～ 0.10	0.079 ～ 0.13
平成18～ 22年度	魚類	375	ND	ND	0.034 ～ 0.24
	イカ・タコ類	60	ND	ND	ND ～ 0.045
	エビ類	15	ND	ND	0.031 ～ 0.071

NDは検出下限値以下を示す。

(2) 核燃海域において4月下旬から10月中旬及び10月上旬から12月下旬の年2回収集した海産生物試料の魚類及びイカ・タコ類（計30試料）の放射性核種濃度範囲を表I-4(2)に示す。

検出された人工放射性核種は ^{90}Sr 、 ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ であり、 ^{90}Sr は過去5年間の測定値の範囲内であったものの、 ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs は過去5年間の測定

値の範囲を上回った。イカ・タコ類の $^{239+240}\text{Pu}$ で 1 試料（スルメイカ）、過去 5 年間の測定値の範囲を上回る試料があった。スルメイカは過去 5 年間で調査した 20 試料のうち 6 試料で $^{239+240}\text{Pu}$ が検出されている。今回検出された濃度は、過去に検出された濃度（平成 4 年度 0.0014Bq/kg 生鮮物）も考慮すると自然変動の範囲と考えられる。以上を考慮すると、 $^{239+240}\text{Pu}$ の濃度は過去 5 年間の測定値と同程度と言える。

$^{110\text{m}}\text{Ag}$ は、魚類で 2 試料（カタクチイワシ、マダラ）、イカ・タコ類で 4 試料検出された。また、 ^{134}Cs は全ての試料で検出され、 ^{137}Cs は魚類 5 試料を除いた 25 試料で過去 5 年間の測定値の範囲を上回っていた。

これまで検出されなかった $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs が検出されていることなどから、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射性核種濃度の上昇は、福島第一原子力発電所事故に起因すると考えられる。

各海産生物試料の放射性核種濃度を資料 1-2(1)～(8)に示す。

表 I-4 (2) 核燃海域海産生物試料の放射性核種濃度範囲

(単位：Bq/kg 生鮮物)

年度	試料名	試料数	^{90}Sr	$^{110\text{m}}\text{Ag}$	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{239+240}\text{Pu}$
平成 23 年度	魚類	24	ND ～ 0.0098	ND ～ 0.23	0.069 ～ 10	0.12 ～ 11	ND ～ 0.00053
	イカ・タコ類	6	ND	0.080 ～ 0.44	0.042 ～ 0.24	0.064 ～ 0.32	ND ～ 0.00058
平成 18～ 22 年度	魚類	110	ND ～ 0.010	ND	ND	ND ～ 0.18	ND ～ 0.0010
	イカ・タコ類	30	ND	ND	ND	ND ～ 0.041	ND ～ 0.00051

ND は検出下限値以下を示す。

4.2 海底土試料の分析結果

(1) 発電所海域の 60 測点において 4 月下旬から 6 月上旬に採取した海底土試料（計 60 試料）の放射性核種濃度範囲を表 I-4 (3) に示す。

検出された人工放射性核種は ^{134}Cs 及び ^{137}Cs であり、これらの濃度は過去 5 年間の測定値の範囲を上回った。

表 I-4 (3) 発電所海域海底土試料の放射性核種濃度範囲

(単位：Bq/kg 乾燥土)

年度	試料数	^{134}Cs	^{137}Cs
平成 23 年度	60	ND ～ 200	ND ～ 220
平成 18～22 年度	300	ND	ND ～ 7.7

ND は検出下限値以下を示す。

^{134}Cs は、宮城、福島第一、福島第二、茨城、新潟海域の 5 海域で検出された。 ^{137}Cs が明らかに過去 5 年間の測定値の範囲を上回っていた海域は、宮城、福島第一、福島第二、茨城、新潟海域の 5 海域であった。宮城海域等東日本の 4 海域については、福島第一原子力発電所事故により直接海洋へ漏洩したもの及び大気経由で運ばれた ^{134}Cs の影響と考えられる。

一方、新潟海域については、Inoue らの報告*では北陸沖を含む日本海側の表層海水から ^{134}Cs が検出されており、大気からの沈着が一つの要因として考えられる。また、阿賀野川上流の阿賀水系の河川及び秋元湖等の湖で漁獲された魚から放射性セシウムが検出されているとの報告（福島県ホームページ等参照）を考慮すると、阿賀水系の流域に降った降水物が河川に入り、新潟海域にまで到達した可能性も考えられ、大気経由や河川経由等の複合要因が考えられる。

これまで検出されなかった ^{134}Cs が検出されていることなどから、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs の放射性核種濃度の上昇は、福島第一原子力発電所事故に起因すると考えられる。

各海域の海底土試料の放射性核種濃度を資料 2-1 (1)～(15)に示す。

(2)核燃海域の 22 測点において 5 月中旬から下旬に採取した海底土試料（計 22 試料）の放射性核種濃度範囲を表 I-4 (4) に示す。

検出された人工放射性核種は ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ であり、これらの濃度は過去 5 年間の測定値の範囲内であった。

各測点の海底土試料の放射性核種濃度を資料 2-2 (1)～(6)に示す。

表 I-4 (4) 核燃海域海底土試料の放射性核種濃度範囲

(単位：Bq/kg 乾燥土)

年度	試料数	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{239+240}\text{Pu}$
平成 23 年度	22	ND ～ 0.51	ND	ND ～ 4.6	0.37 ～ 4.1
平成 18～22 年度	104	ND ～ 0.78	ND	ND ～ 5.2	0.39 ～ 5.1

ND は検出下限値以下を示す。

4.3 海水試料の分析結果

(1)発電所海域の 60 測点において 4 月下旬から 6 月上旬に採取した表層水と下層水各 60 試料(計 120 試料)の放射性核種濃度範囲を表 I-4 (5) に示す。

* Inoue et al., 2012. Lateral variation of ^{134}Cs and ^{137}Cs concentrations in surface seawater in and around the Japan Sea after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. J. Environ. Radioact. 109, 45-51.

検出された人工放射性核種は ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs であった。

各海域の測点 1 の表層水については Ge 半導体検出器によるガンマ線計測を行っており、青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城及び静岡海域の 6 海域で ^{134}Cs が検出された。その他の測点及び下層水については放射化学分析による分離精製を行い、ベータ線計測により放射性セシウムを定量したが、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の分離測定ができないため、 ^{137}Cs の計数効率で測定した値**を便宜上「放射性セシウム ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)」としている。表層水に含まれる放射性セシウムは、宮城、福島第一、福島第二及び茨城海域の測点 1 で過去 5 年間の平均的な放射能濃度の ^{137}Cs の値より一桁～二桁高め、北海道、青森、静岡、新潟海域の測点 2～3、茨城海域の測点 2～4 で 3 割程度以上高め、下層水に含まれる放射性セシウムは福島第一、福島第二及び茨城海域の測点 1～3 で過去 5 年間の平均的な放射能濃度の ^{137}Cs の値より一桁～二桁高め、北海道海域の測点 2、青森海域の測点 1、3 及び 4、宮城海域、静岡海域の測点 1、2、新潟海域の測点 1 及び 4、愛媛海域の測点 2 及び 3 において 3 割程度以上高めであった。

^{90}Sr は、福島第一、福島第二、茨城海域の表層水、福島第一、茨城海域の下層水で同一海域における過去 5 年間の測定値の範囲を上回るものがあつた。なお、 ^{90}Sr の表層水では 9 試料、 ^{90}Sr の下層水では 14 試料、過去 5 年間の測定値の範囲を下回る試料があつたが、自然変動の範囲内と考えられる。

これまで検出されなかつた ^{134}Cs が検出されていることなどから、 ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射性核種濃度の上昇は、福島第一原子力発電所事故に起因すると考えられる。

各海域の海水試料の放射性核種濃度を資料 3-1(1)～(15)に示す。

表 I-4 (5) 発電所海域海水試料の放射性核種濃度範囲

(単位：mBq/L)

年度	試料名	試料数	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs
平成 23 年度	表層水	60 (15)	0.84 ～ 24	ND ～ 520	1.4 ～ 1400
	下層水	60 (15)	0.24 ～ 3.6	—	0.47 ～ 360
平成 18～ 22 年度	表層水	300 (75)	0.85 ～ 1.8	ND	1.1 ～ 2.4
	下層水	300 (75)	0.33 ～ 2.0	—	0.49 ～ 2.3

()内は、 ^{134}Cs の試料数を示す。—は調査対象外を示す。

**ベータ線計測用試料の一部で Ge 半導体検出器による検討などを行い、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の計数効率の比を $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs} \approx 0.8$ と見積もっている。

(2)核燃海域の22測点において5月中旬から下旬及び10月上旬から中旬の年2回採取した表層水と下層水各44試料(計88試料)の放射性核種濃度範囲を表I-4(6)に示す。

検出された人工放射性核種は ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ であり、 ^3H 、 ^{90}Sr の下層水及び $^{239+240}\text{Pu}$ は過去5年間の測定値の範囲内であったものの、 ^{90}Sr の表層水、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs は過去5年間の測定値の範囲を上回った。なお、 ^3H はアクティブ試験開始前の平成13～17年度の ^3H 濃度範囲であった。

^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の表層水で最も高い値を示したのは5月に採取した測点22であり、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の下層水で最も高い値を示したのは10月に採取した測点19であった。

これまで検出されなかった ^{134}Cs が検出されていることなどから、 ^{90}Sr 、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の放射性核種濃度の上昇は、福島第一原子力発電所事故に起因すると考えられる。

各測点の海水試料の放射性核種濃度を資料3-2(1)～(22)に示す。

表 I-4 (6) 核燃海域海水試料の放射性核種濃度範囲

(単位：mBq/L、但し ^3H はBq/L)

年度	試料名	試料数	^3H	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{239+240}\text{Pu}$
平成23年度	表層水	44	ND ～ 0.15	0.78～ 13	ND ～ 360	2.2 ～ 370	ND ～ 0.0095
	下層水	44	ND ～ 0.15	ND ～ 1.3	ND ～ 5.4	ND ～ 7.8	0.0024 ～ 0.03
平成18～ 22年度	表層水	208	ND ～ 1.3	0.73 ～ 1.6	ND	0.81 ～ 2.4	ND ～ 0.013
	下層水	208	ND ～ 0.27	ND ～ 1.7	ND	ND ～ 2.1	ND ～ 0.029

参考 アクティブ試験開始前の ^3H 濃度

年度	試料名	試料数	^3H
平成13～ 17年度	表層水	160	ND～0.24
	下層水	160	ND～0.21

NDは検出下限値以下を示す。

5. まとめ

平成 23 年度に実施した発電所海域（15 海域）及び核燃海域の主要漁場における海洋放射能調査は、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に起因した東京電力（株）福島第一原子力発電所事故後に行われたものである。海産生物、海底土及び海水試料の一部から当該事故に起因する放射性核種や近年に見られない放射能濃度が検出・測定されるなど、昭和 58 年度から実施してきた本事業において初めての事例が多々あった。

海産生物試料においては、モニタリング対象とした放射性核種である ^{137}Cs のほか、通常検出されることのない人工放射性核種に属する $^{110\text{m}}\text{Ag}$ が、東日本太平洋側の青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城及び核燃海域の一部試料（計 18 試料）から、 ^{134}Cs が全 15 海域並びに核燃海域で採取した試料から検出された。 ^{137}Cs については、東日本太平洋側の青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城、静岡及び核燃海域において、事故前過去 5 年間の平均的な放射能濃度に比較して 10 倍以上の値を観測した。特に、福島第一海域のスズキ、福島第二海域のスズキ、マコガレイ及びマガレイは、平成 24 年 3 月までの暫定規制値（放射性セシウム；一般食品 500Bq/kg）以内であったものの、平成 24 年 4 月より施行された基準値（放射性セシウム；一般食品 100Bq/kg）を超えるものであった。また、青森、宮城、茨城及び核燃海域については、平成 24 年 4 月より施行された基準値（放射性セシウム；一般食品 100Bq/kg）の 4 分の 1 以下、静岡海域については同基準の 10 分の 1 以下であった。北海道、島根、愛媛、佐賀及び鹿児島海域では、過去 5 年間の測定値の範囲を超えたが、調査開始以来の測定値の最高値を超えるものではなかった。新潟、石川、福井第一及び福井第二海域は過去 5 年間の測定値の範囲内であった。なお、核燃海域においては、 ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ も調査対象核種であるが、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

海底土試料については、モニタリング対象とした放射性核種である ^{137}Cs のほか、通常検出されることのない人工放射性核種に属する ^{134}Cs が宮城、福島第一、福島第二、茨城及び新潟海域で検出された。 ^{137}Cs については、宮城、福島第一、福島第二、茨城、新潟及び鹿児島海域で過去 5 年間の測定値の範囲を超える放射能濃度の上昇を確認した。このうち、福島第一及び福島第二海域では、過去 5 年間の平均的な放射能濃度に比較して最大 230 倍程度まで、宮城及び茨城海域においては最大 80 倍程度までの高い値を観測した。なお、新

語句の説明

過去 5 年間の測定値の範囲内：

平成 18 年度から平成 22 年度までの 5 年間の試料分析の最高値及び最低値の範囲に入る値（福島第一原子力発電所事故の影響をうけてないデータ）。

過去 5 年間の平均的な放射能濃度：

平成 18 年度から平成 22 年度までの 5 年間の試料の平均値。

調査開始以来の測定値の最高値：

各原子力発電所沖合海域で、本事業を開始してから平成 22 年度までの各試料分析の最高値（昭昭和 61 年以前より本事業を開始している海域においては、チェルノブイリ原子力発電所事故（1986 年 4 月 26 日発生）に起因するとみられる影響を含む）。

潟海域では調査開始以来の測定値の最高値と比較し 1.2 倍程度の値を観測した。鹿児島海域では過去 5 年間の平均的な放射能濃度の 1.5 倍程度であったが、調査以来の測定値の最高値を超えるものではなかった。一方、北海道、青森、静岡、石川、福井第一、福井第二、島根、愛媛、佐賀及び核燃海域においては過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。なお、核燃海域においては、 ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ も調査対象核種であるが、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

海水試料の結果のうち、各発電所海域の“測点 1”の表層のみは、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線計測を行っており、 ^{134}Cs と ^{137}Cs を区別できる。しかし、その他の試料については、化学分離・精製の後に ^{137}Cs 定量のためのベータ線計測を実施しているが、この方法では放射性同位体である ^{134}Cs の混入の有無を確認できないため、「放射性セシウム」($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) として扱うこととした。

海水試料のうち、表層試料の放射性セシウムに関しては、北海道、青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城、静岡、新潟、佐賀及び核燃海域において過去 5 年間の測定値の範囲を超える放射能濃度の上昇を確認した。このうち、福島第一及び福島第二海域で過去 5 年間の平均的な放射能濃度の最大 900 倍程度、核燃海域の 1 測点（測点 22）で 230 倍程度、茨城海域で 80 倍程度及び宮城海域で 30 倍程度の高い放射能濃度を観測した。青森海域では、調査開始以来の測定値の 2 倍程度の値を観測した。北海道、静岡、新潟及び佐賀海域では、過去 5 年間の平均的な放射能濃度に比較して最高数倍程度の放射能濃度の上昇を確認したが、調査以来の測定値の最高値を超えるものではなかった。石川、福井第一、福井第二、島根、愛媛及び鹿児島海域において異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。一方、表層試料の ^{90}Sr については、福島第一及び福島第二海域で過去 5 年間の平均的な放射能濃度の最大 20 倍程度、茨城海域で 2 倍程度及び核燃海域の測点 22 において 10 倍程度の放射能濃度を観測した。北海道、青森、宮城、静岡、新潟、石川、福井第一、福井第二、島根、愛媛、佐賀及び鹿児島海域において異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。なお、核燃海域においては、 ^3H 及び $^{239+240}\text{Pu}$ も調査対象核種であるが、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

海水試料のうち、下層試料の放射性セシウムに関しては、北海道、宮城、福島第一、福島第二、茨城、静岡、新潟、愛媛及び核燃海域において過去 5 年間の測定値の範囲を超える放射能濃度の上昇を確認した。このうち、茨城海域で過去 5 年間の平均的な放射能濃度の 230 倍程度、福島第一及び福島第二海域で最大 130 倍程度、宮城及び核燃海域で 6 倍程度までの高い放射能濃度を観測した。北海道、静岡、新潟及び愛媛海域では、過去 5 年間の平均的な放射能濃度に比較して最高数倍程度の放射能濃度の上昇を確認したが、調査開始以来の測定値の最高値以内であった。青森、石川、福井第一、福井第二、島根、佐賀及び鹿児島海域において異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。一方、下層試料の ^{90}Sr については、福島第一海域で過去 5 年間の平均的な放射能

濃度の最大 3 倍程度、茨城海域で 2 倍の放射能濃度を観測した。福島第一及び茨城海域を除く海域においては、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。なお、核燃海域においては、 ^3H 及び $^{239+240}\text{Pu}$ も調査対象核種であるが、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

6. 海洋環境試料中の放射性核種濃度レベルの経年変化

6.1 原子力発電所等周辺海域における経年変化

昭和 58 年度から平成 23 年度までの原子力発電所等周辺海域(計 15 海域)の主要な漁場における海産生物試料、海底土試料及び海水試料中の ^{137}Cs 等の放射性核種濃度の経年変化を図 I-6(1)～(13)、図 I-6(14)～(27)及び図 I-6(28)～(57)に示した。

海産生物試料においては、各海域で継続的に採取することのできた魚種について、 ^{137}Cs の濃度の経年変化を示した。なお、昭和 61 年度には、魚種によってはチェルノブイリ原子力発電所事故に起因すると思われる ^{137}Cs 濃度の一時的な上昇が見られたが、昭和 63 年度までに事故以前である昭和 60 年度の濃度と同程度になった。これ以降は魚種間で分析値にばらつきはあるものの、平成 22 年度まで ^{137}Cs 濃度には緩やかな漸減傾向が認められる。

平成 23 年 3 月に東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により多量の人工放射性核種が環境中に付加されたが、平成 23 年度に実施した本調査においてもその形跡を確認できた。とりわけ福島海域を中心とする太平洋側の海域で顕著な上昇が見られ、東日本太平洋側の青森、宮城、福島第一、福島第二、茨城及び静岡海域の試料において、調査開始以来の測定値の最高値を超えた。そのほかの海域の試料においては、過去 5 年間の測定値の範囲を超え、かつ調査開始以来の測定値の最高値内(5 海域)、または過去 5 年間の測定値の範囲内(4 海域)であった。

なお、調査開始以来の測定値の最高値を超えたもののうち、平成 24 年 4 月より施行された基準値(放射性セシウム；一般食品 100Bq/kg)を超えたものは、福島第一海域のスズキ及び福島第二海域のスズキ、マコガレイ及びマガレイであった。

海底土試料においては、計 15 海域で採取した海底土に含まれる ^{137}Cs の濃度の経年変化を示した。海底土に含まれる ^{137}Cs の濃度は、昭和 58 年度から平成 22 年度の調査結果について、採取した場所(採取測点)の底質(砂質、泥質あるいはシルト質など)によってばらつきが認められる。底質が主に砂質の場合は極端に濃度が低くなるか、検出されないため、はっきりした経年変化が認められない傾向があった。一方、底質が泥質及びシルト質の場合、 ^{137}Cs 濃度には緩やかな漸減傾向が認められる。しかしながら、平成 23 年度の調査においては、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故による多量の ^{137}Cs をはじめとする人工放射性核種の付加を受けて、過去の傾向とは一変している。

宮城、福島第一、福島第二、茨城及び新潟海域において調査開始以来の測定値の最高値を超える ^{137}Cs 濃度を観測した。とりわけ、福島第一海域で 200Bq/kg、福島第二海域で 60Bq/kg を超える値を観測した。そのほかの海域の試料においては過去 5 年間の測定値の範囲を超えかつ調査開始以来の測定値の最高値以内(1 海域)、または過去 5 年間の測定値の範囲内(9 海域)であり、後者においては緩やかな漸減傾向が認められた。

海水試料においては、計 15 海域で採取した表層水及び下層水に含まれる ^{90}Sr 及び ^{137}Cs

等の濃度の経年変化を示した。海水試料の結果のうち、各発電所海域の“測点 1”の表層のみは、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線計測を行っており、 ^{134}Cs と ^{137}Cs を区別できる。しかし、その他の試料については、化学分離・精製の後に ^{137}Cs 定量のためのベータ線計測を実施しているが、この方法では放射性同位体である ^{134}Cs の混入の有無を確認できないため、「放射性セシウム」($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) として扱うこととした。

表層水及び下層水に含まれる ^{90}Sr の濃度は、本調査を開始した昭和 58 年度以降平成 22 年度まで、緩やかな漸減傾向を示していた。一方、 ^{137}Cs 等濃度については、昭和 61 年 6 月～7 月に採取した試料において、チェルノブイリ原子力発電所事故に起因する放射性降下物の影響と思われる一時的な濃度上昇が見られるが、昭和 62 年度には概ね事故以前の昭和 60 年度と同程度になり、それ以降、緩やかな漸減傾向が認められ、平成 22 年度までに実施した調査結果もこの傾向を支持するものであった。

しかしながら、平成 23 年度の調査においては、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故による多量の ^{90}Sr 、 ^{137}Cs などの人工放射性核種の付加を受けて、表層水及び下層水について過去の傾向とは一変している。

表層水の放射性セシウムについては、青森、宮城、福島第一、福島第二及び茨城海域において調査開始来の測定値の最高値を超えたが、そのほかの海域の試料においては過去 5 年間の測定値の範囲を超えかつ調査開始以来の測定値の最高値以内（4 海域）、または過去 5 年間の測定値の範囲内（6 海域）であった。また、表層水の ^{90}Sr 濃度に関しては福島第一、福島第二及び茨城海域において過去 5 年間の測定値の範囲を超える濃度上昇が見られたが、そのほかの海域においては過去 5 年間の測定値の範囲内であった。

下層水の放射性セシウムに関しては、宮城、福島第一、福島第二及び茨城海域において調査開始以来の測定値の最高値を超えたが、そのほかの海域の試料においては過去 5 年間の測定値の範囲を超えかつ調査開始以来の測定値の最高値以内（4 海域）、または過去 5 年間の測定値の範囲内（7 海域）であった。また、下層水の ^{90}Sr 濃度に関しては福島第一及び茨城海域において過去 5 年間の測定値の範囲を超える濃度上昇が見られたが、そのほかの海域においては過去 5 年間の測定値の範囲内であった。

6.2 核燃料サイクル施設沖合海域における経年変化

平成 3 年度から平成 22 年度までの核燃料サイクル施設沖合海域の主要な漁場における海産生物試料、海底土試料及び海水試料中の ^3H （海水のみ）、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 等の放射性核種濃度の経年変化を図 I-6(58)～(60)、図 I-6(61)～(63)及び図 I-6(64)～(71)に示した。なお、平成 19 年度から調査海域を拡張したので、海産生物試料は 10 試料増え年間 30 試料に、海底土試料は 6 試料増え年間 22 試料に、海水試料は 24 試料増え年間 88 試料となっている。

海産生物試料においては、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の濃度の経年変化を示した。

^{90}Sr の濃度は、生試料で 30kg 程の供試量を用いても容易に検出・測定できないほど低く、平成 23 年度も過去 5 年間の測定値の範囲内であった。

^{137}Cs は海産生物試料において継続的に検出されている代表的な放射性核種であって、その濃度は、平成 3 年度の調査開始以降平成 22 年度まで、ほぼ同じ濃度レベルあるいは漸減傾向で推移していたが、平成 23 年度においては、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故に起因し、前期及び後期採取分のすべての海産生物試料から ^{137}Cs が検出された。ただし、最高値（11Bq/kg 生鮮物）でも平成 24 年 4 月より施行された基準値（放射性セシウム；一般食品 100Bq/kg）の 9 分の 1 以下であった。 $^{239+240}\text{Pu}$ については、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

海底土試料においては、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の濃度の経年変化を示した。これらの放射性核種濃度は、発電所海域の場合と同様に、採取した場所の底質によってその濃度が変化する傾向が認められた。底質が砂質の場合には、これら放射性核種濃度は比較的低くなり、また泥質あるいはシルト質などの場合には比較的高くなる傾向がある。この傾向は、特に ^{90}Sr で顕著であって、砂質の場合はそのほとんどで検出されなかった。平成 23 年度は、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ について、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

海水試料においては、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ の濃度の経年変化を示した。

^3H 濃度については、平成 20 年度採取の表層水の一部で最大 1.3Bq/L の濃度が観測されたが、平成 23 年度採取の試料においては、アクティブ試験開始前（平成 13 年度～平成 17 年度）の測定値の範囲内で、かつ平成 21 年度及び平成 22 年度と同程度の濃度範囲であった。下層水においては平成 3 年度以降の緩やかな漸減傾向の継続が認められ、平成 23 年度の調査においても異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

^{90}Sr については、測点 22 で前期に採取した表層水から調査開始以来の最高値を超える ^{90}Sr が観測された（13mBq/L）ことを除くと、表層水及び下層水のいずれでも平成 3 年度以降の緩やかな漸減傾向が認められ、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

^{137}Cs については、平成 22 年度まで表層水及び下層水のいずれでも平成 3 年度以降の緩やかな漸減傾向が認められたが、平成 23 年度の調査では顕著な濃度上昇が認められた。とりわけ、前期に測点 22 で採取した表層水では、過去 5 年間の平均的な放射能濃度の最大 230 倍程度に相当する 370mBq/L の高い ^{137}Cs 濃度を観測した。下層水においても過去 5 年間の平均的な放射能濃度の最大 6 倍程度の ^{137}Cs 濃度の上昇を認めた。

$^{239+240}\text{Pu}$ については、表層水及び下層水のいずれでも平成 3 年度以降継続して得られている濃度の変動傾向が持続しており、異常値は確認されず、過去 5 年間の測定値の範囲内の放射能濃度であった。

なお、近年にない ^{137}Cs 濃度の上昇を観測した試料からは、 ^{134}Cs も顕著に検出されており、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故由来であることを強く示唆する結果となっている。

原子力発電所等周辺海域における
放射性核種濃度の経年変化

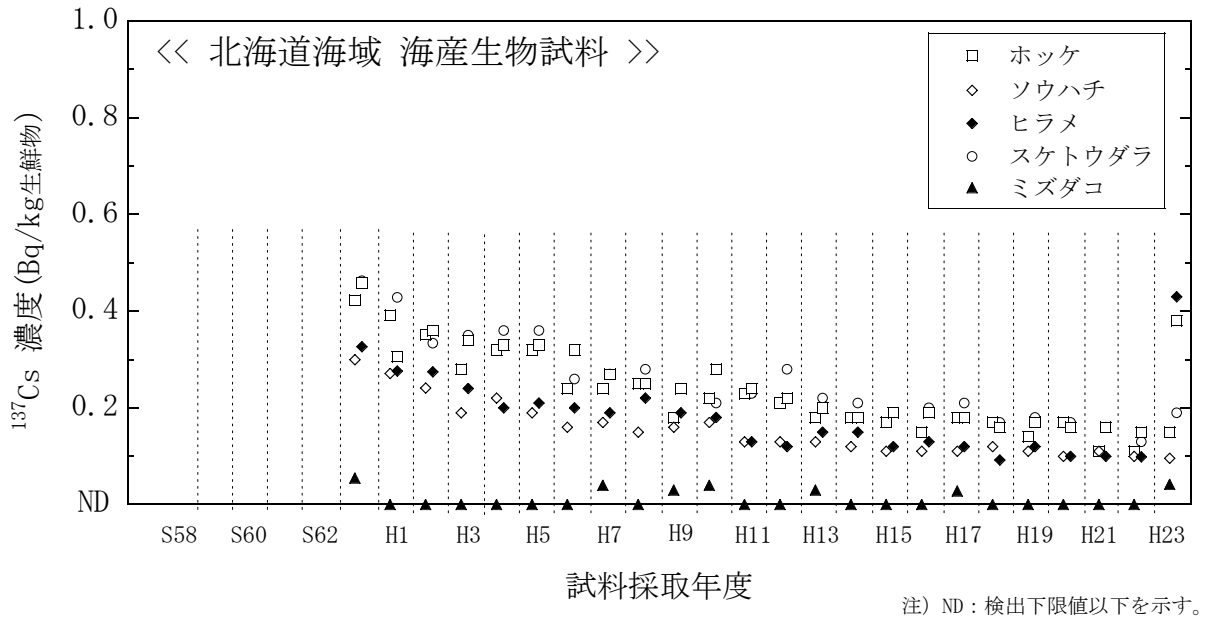


図 I-6 (1) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (北海道海域)

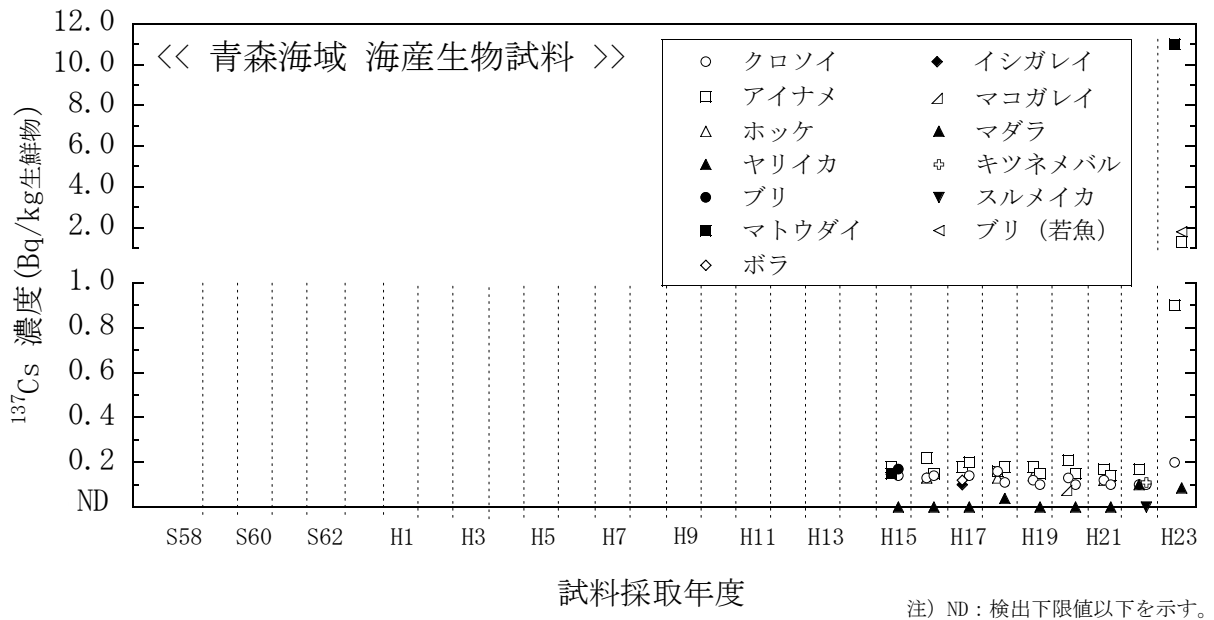


図 I-6 (2) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (青森海域)

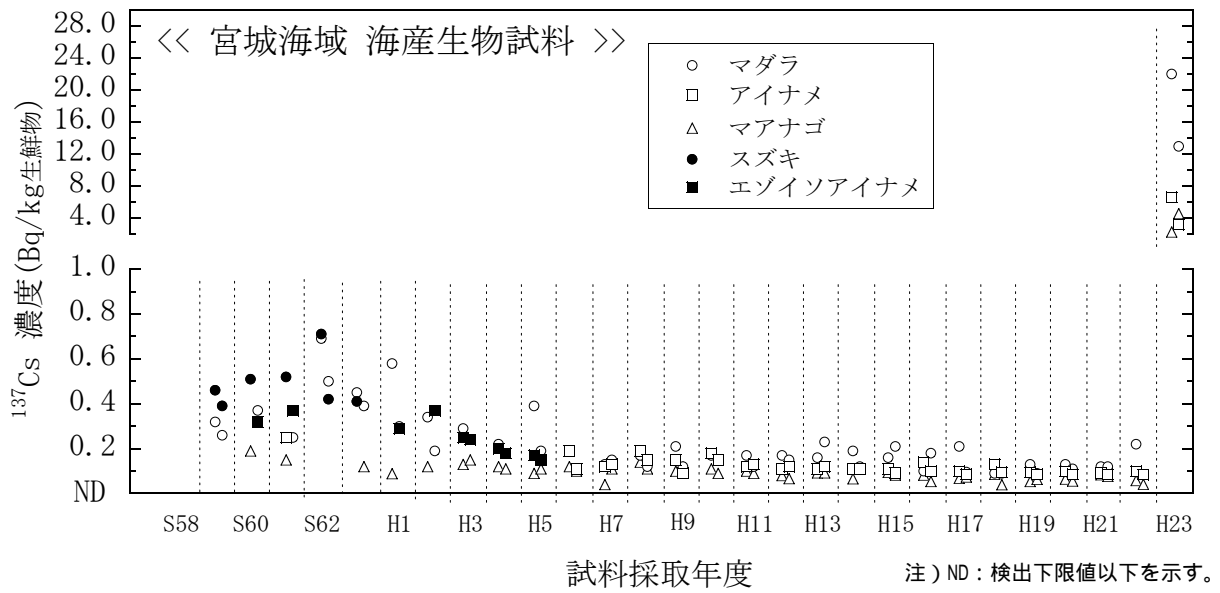


図 I-6 (3) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (宮城海域)

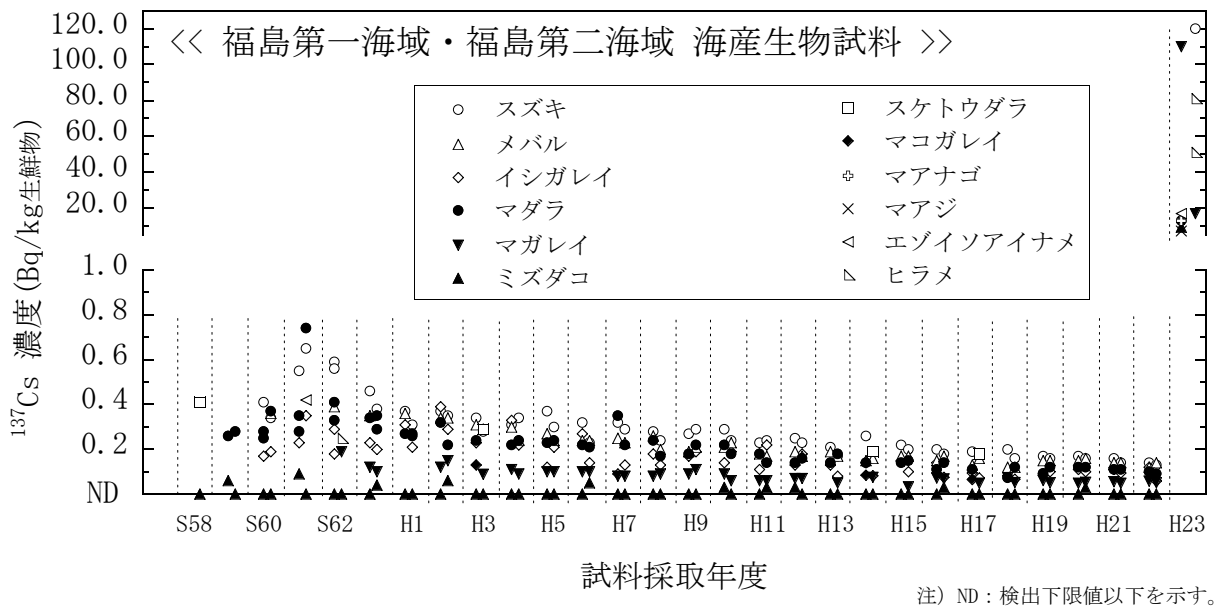


図 I-6 (4) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (福島第一海域・福島第二海域)

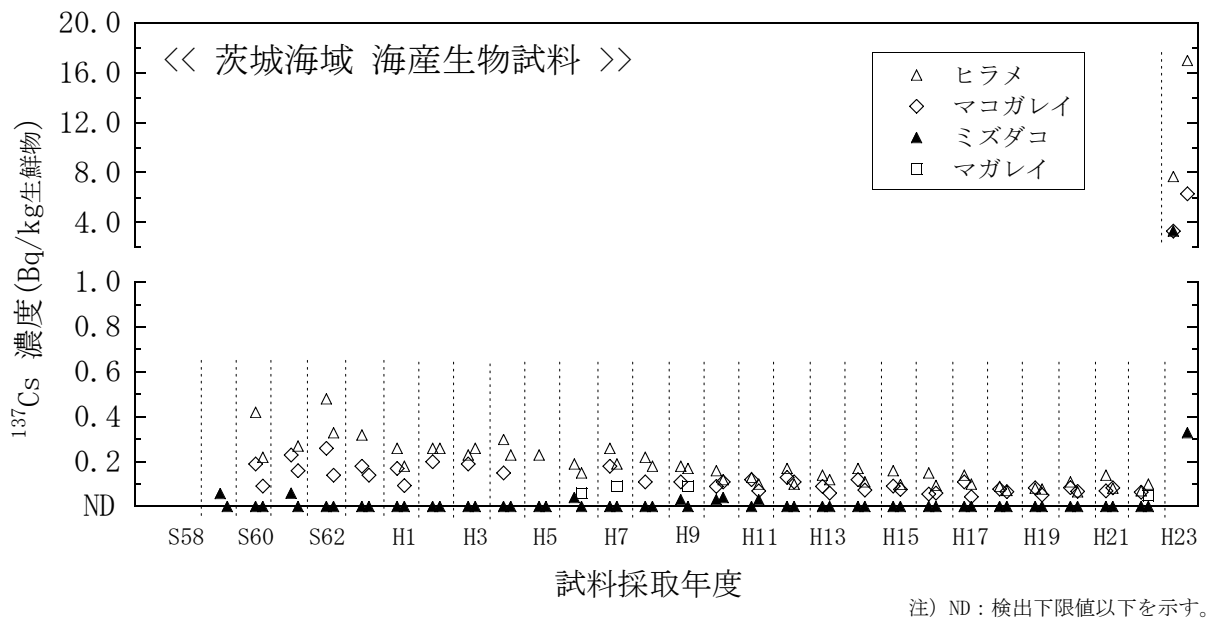


図 I-6 (5) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (茨城海域)

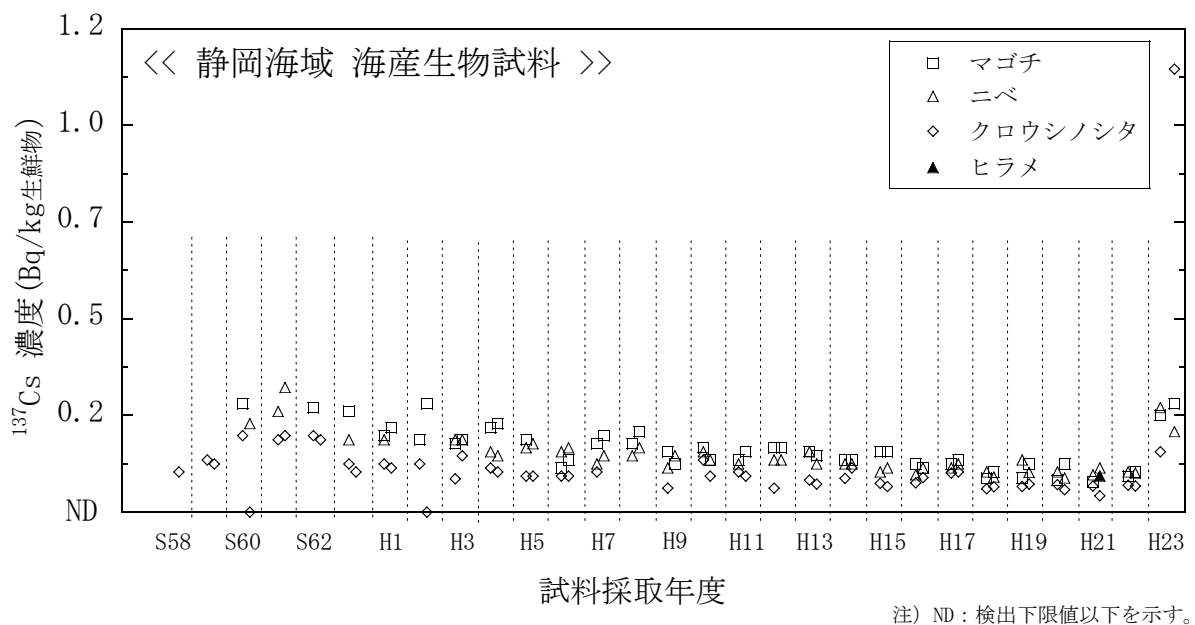


図 I-6 (6) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (静岡海域)

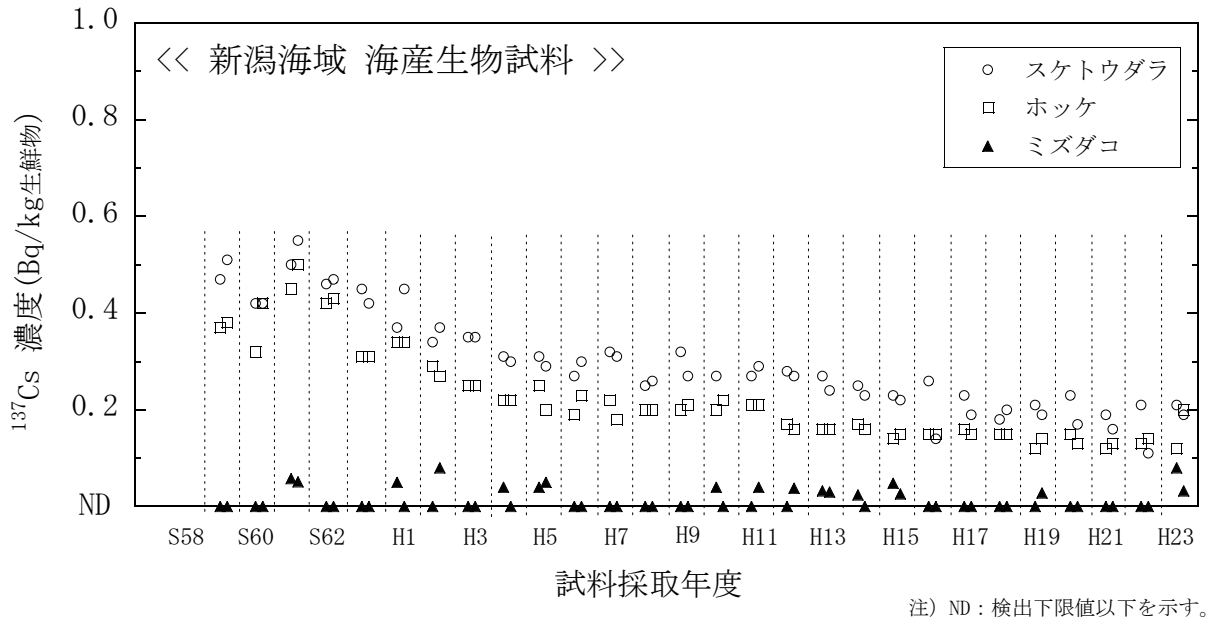


図 I-6 (7) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (新潟海域)

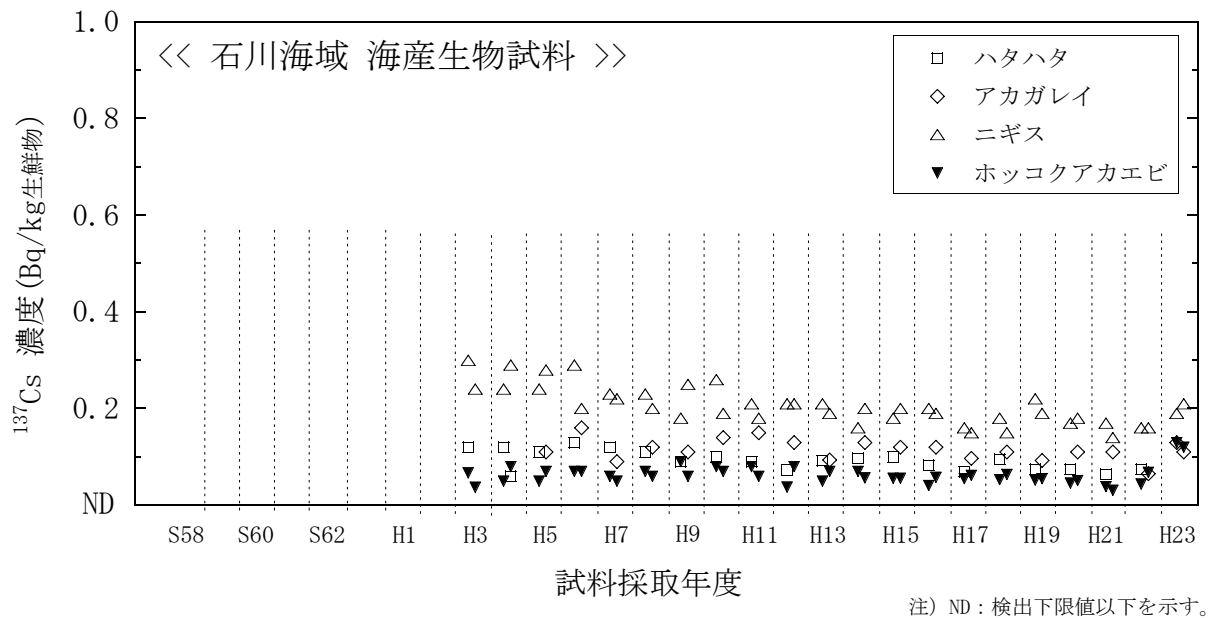


図 I-6 (8) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (石川海域)

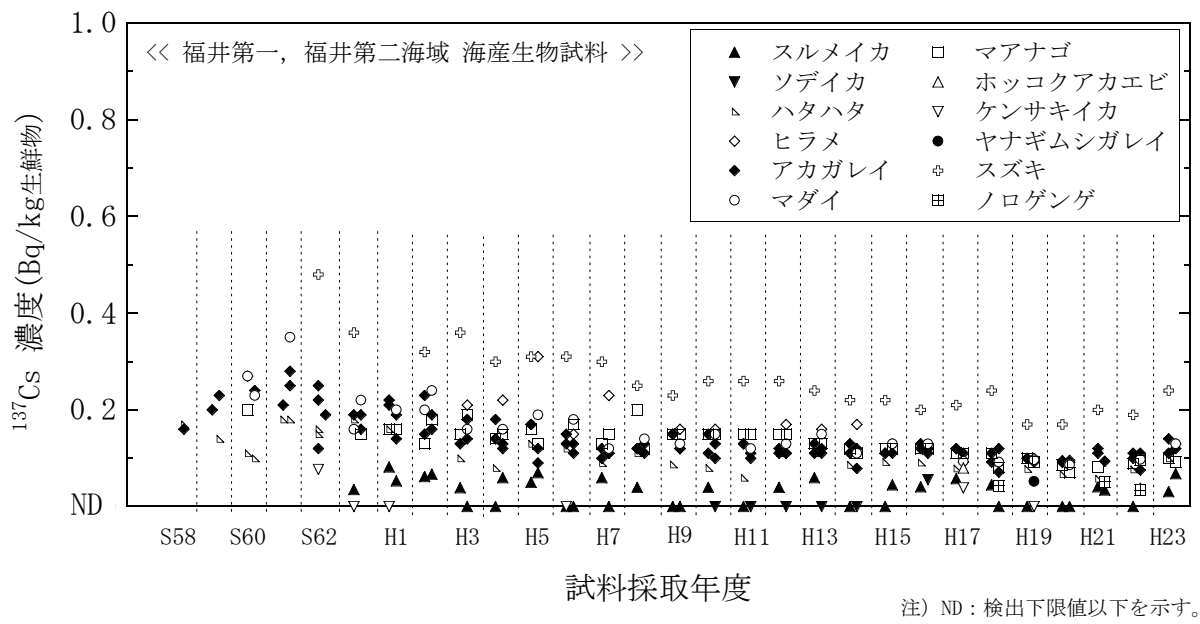


図 I-6 (9) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (福井第一海域・福井第二海域)

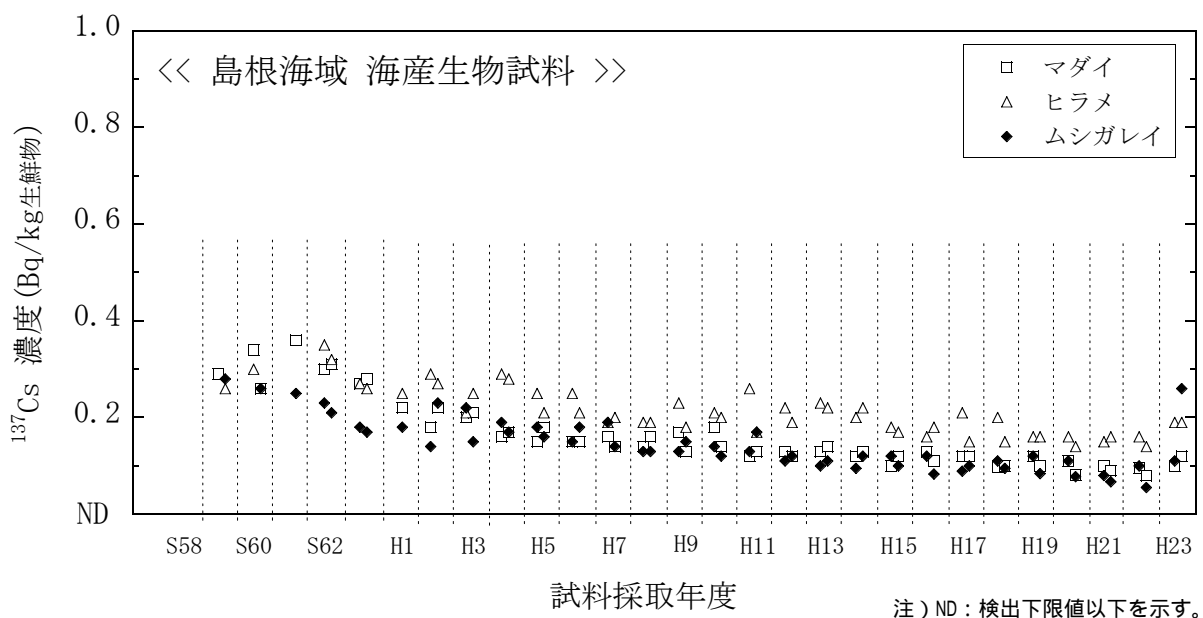


図 I-6 (10) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (島根海域)

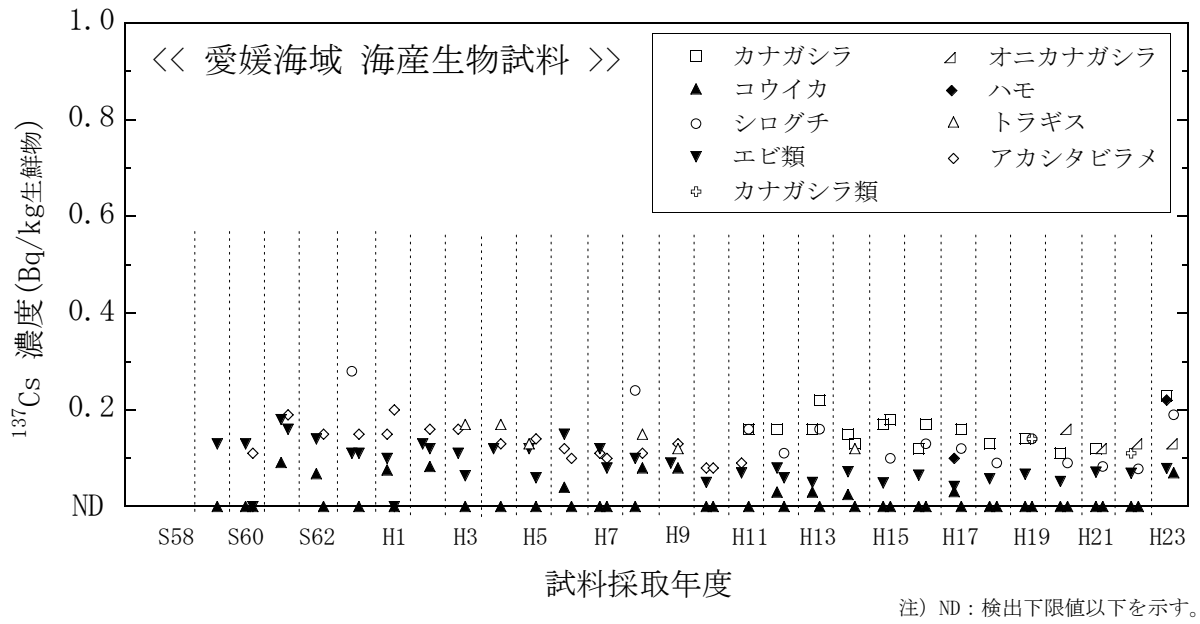


図 I-6 (11) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (愛媛海域)

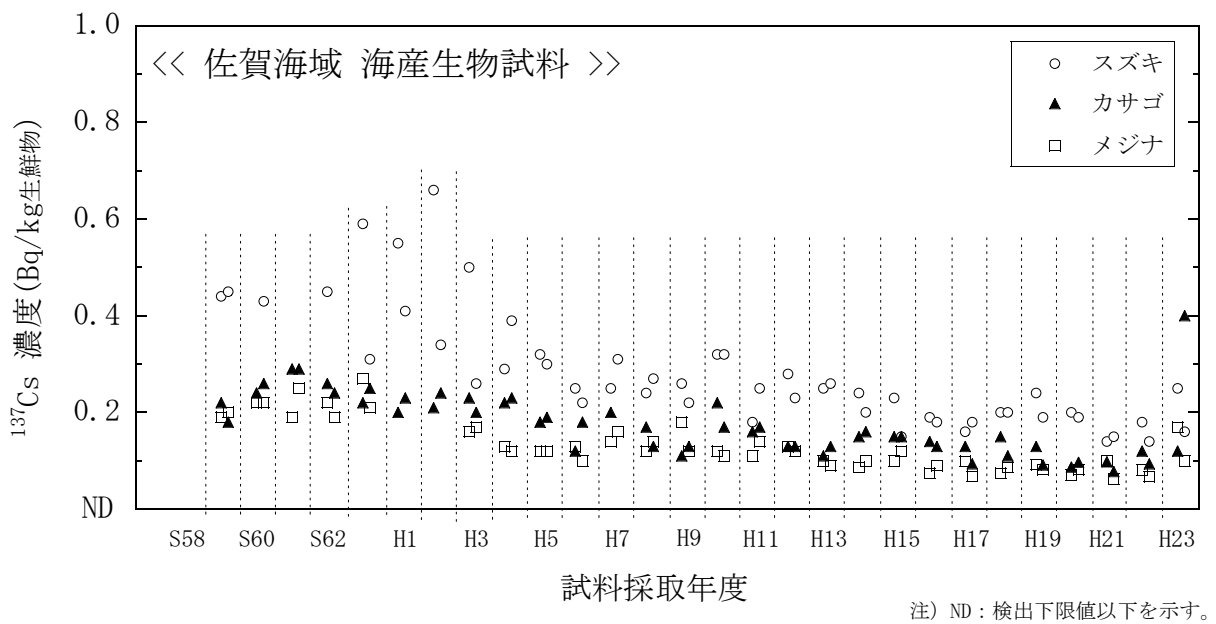


図 I-6 (12) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (佐賀海域)

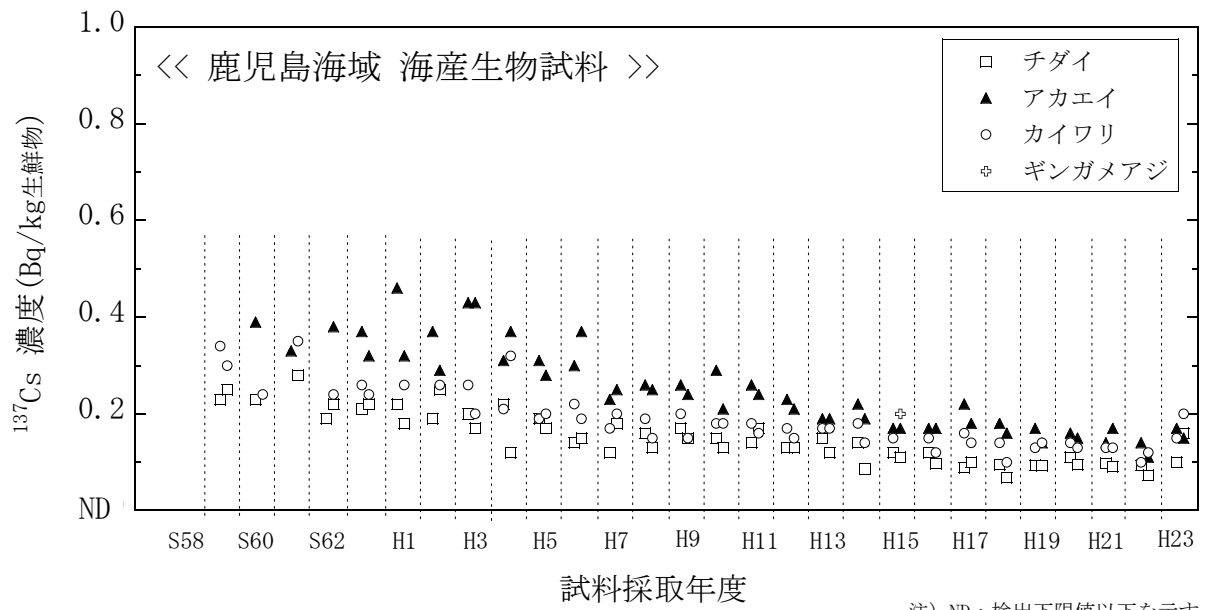
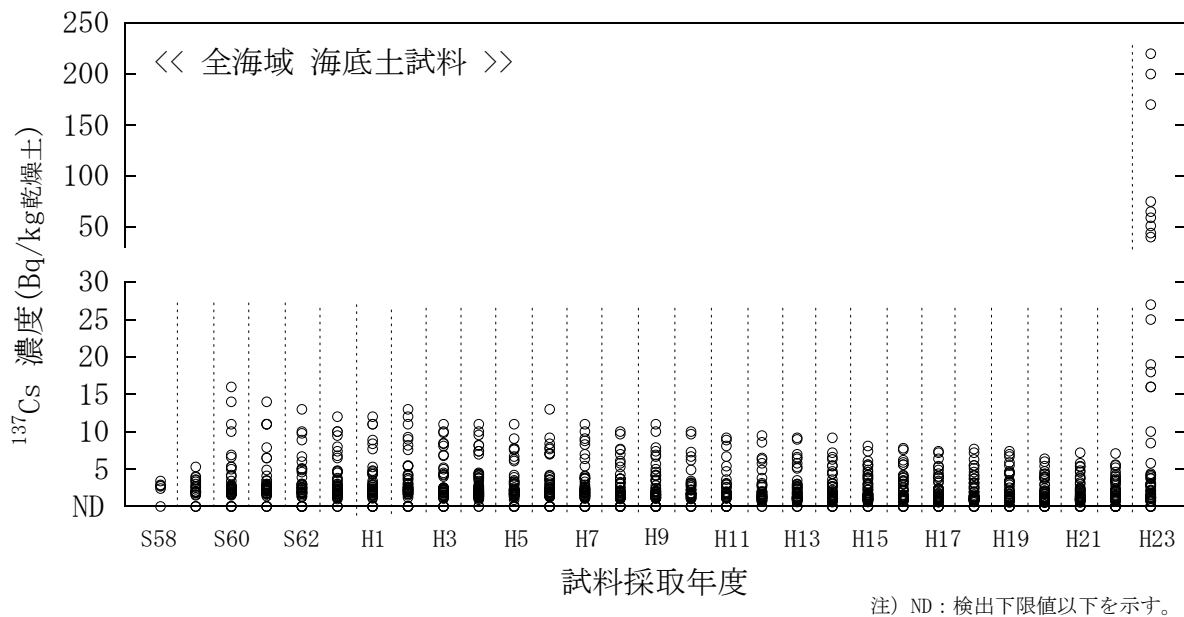


図 I-6 (13) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (鹿児島海域)



昭和60年度以降、新潟、福井第一および福井第二海域において採取点を変更した。

図 I-6 (14) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (全海域)

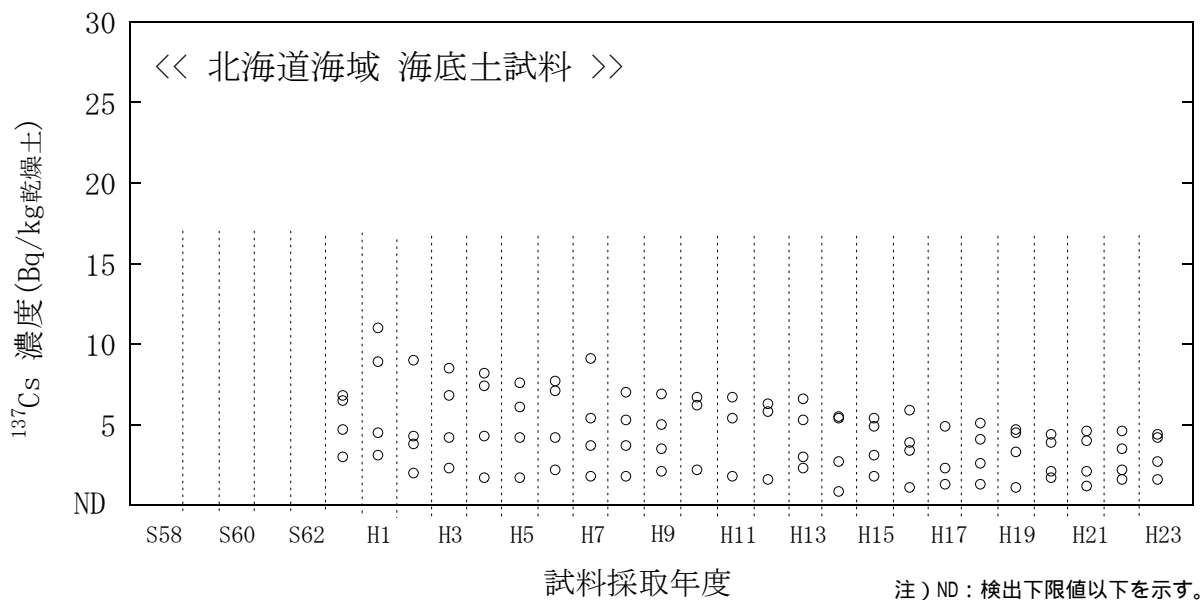


図 I-6 (15) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (北海道海域)

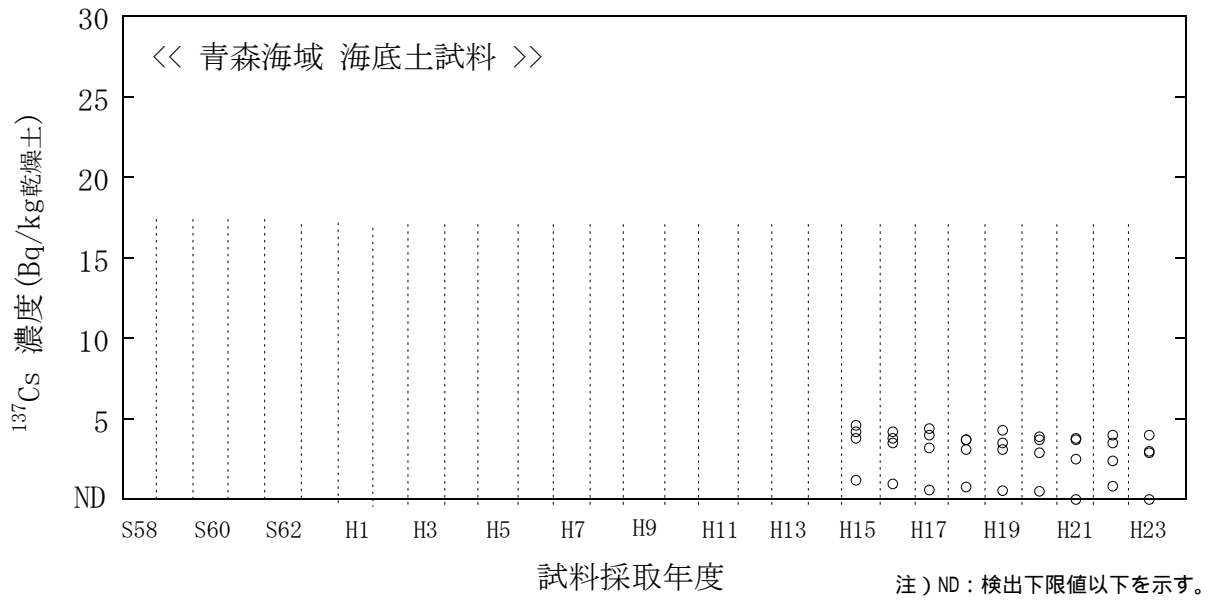


図 I-6 (16) 海底土試料の¹³⁷Cs濃度経年変化 (青森海域)

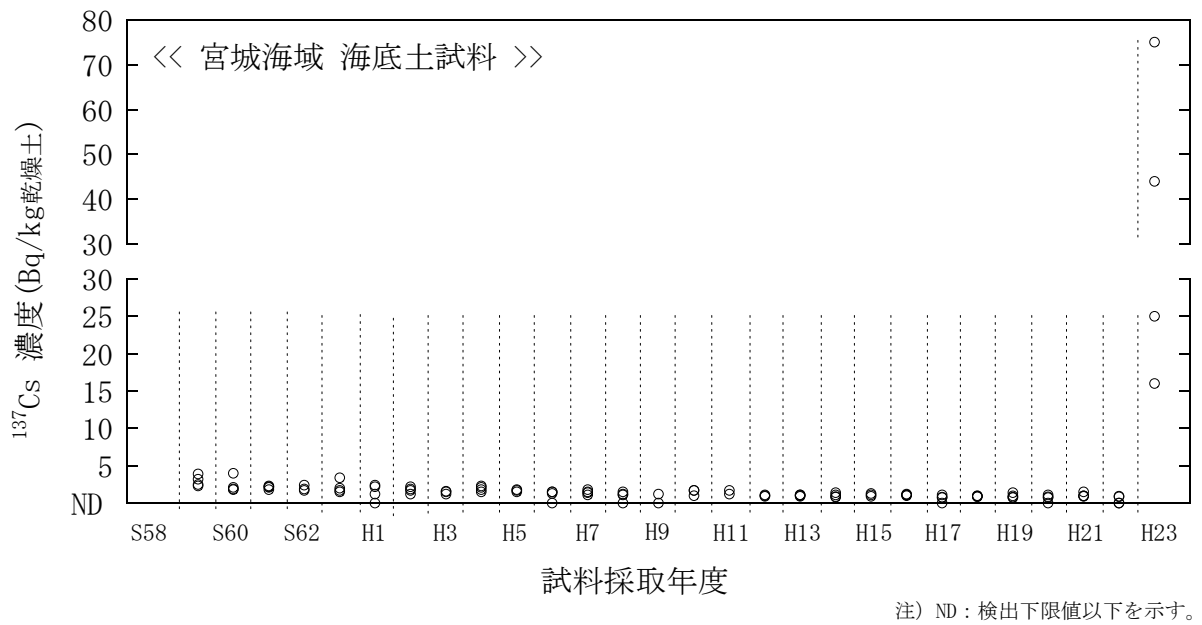


図 I-6 (17) 海底土試料の¹³⁷Cs濃度経年変化 (宮城海域)

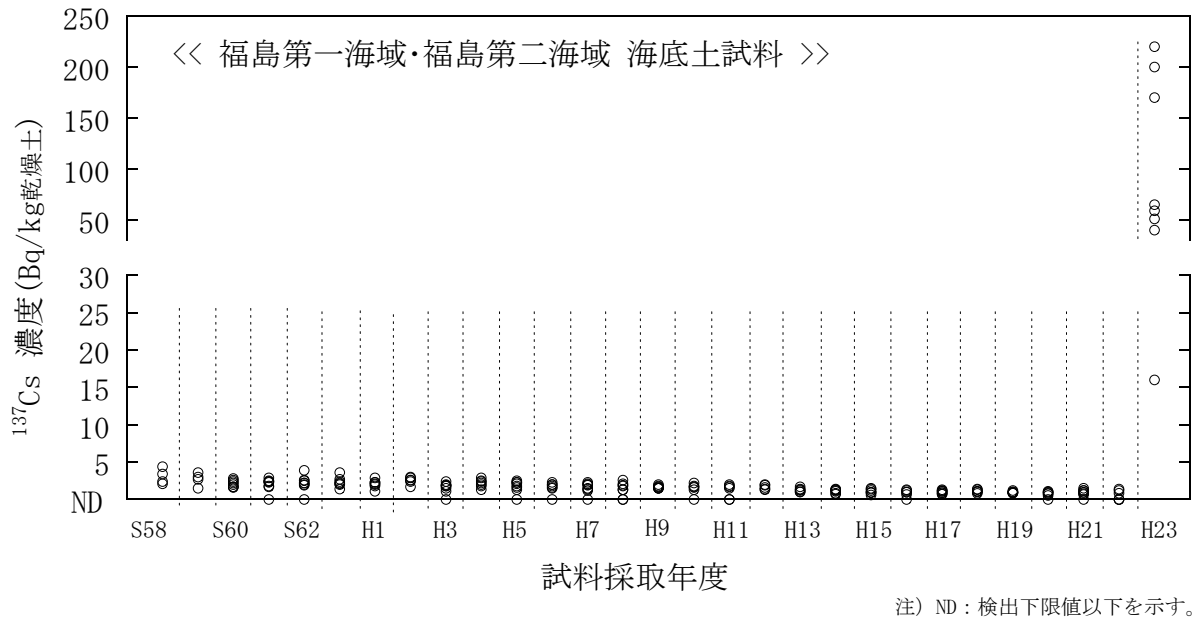


図 I-6 (18) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (福島第一海域・福島第二海域)

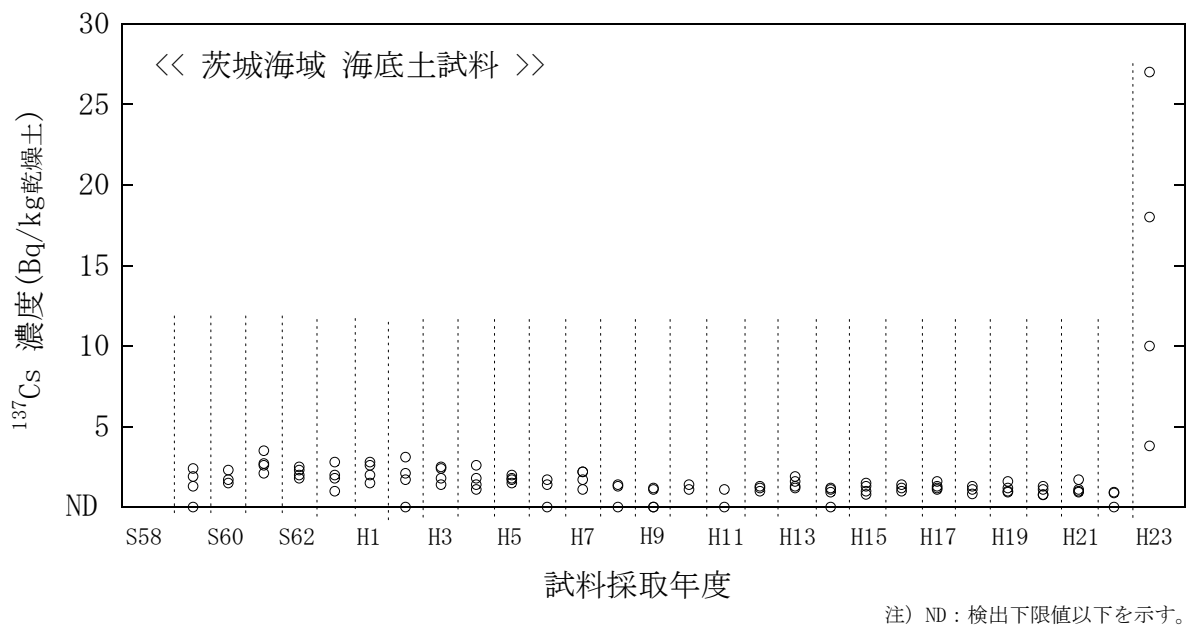


図 I-6 (19) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (茨城海域)

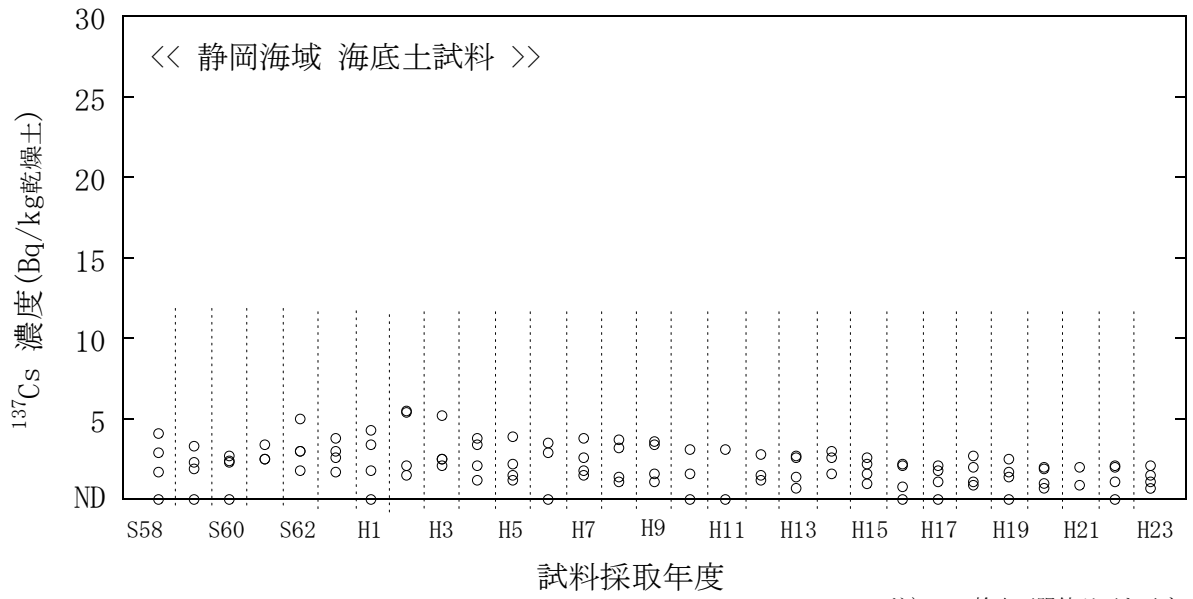


図 I-6 (20) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (静岡海域)

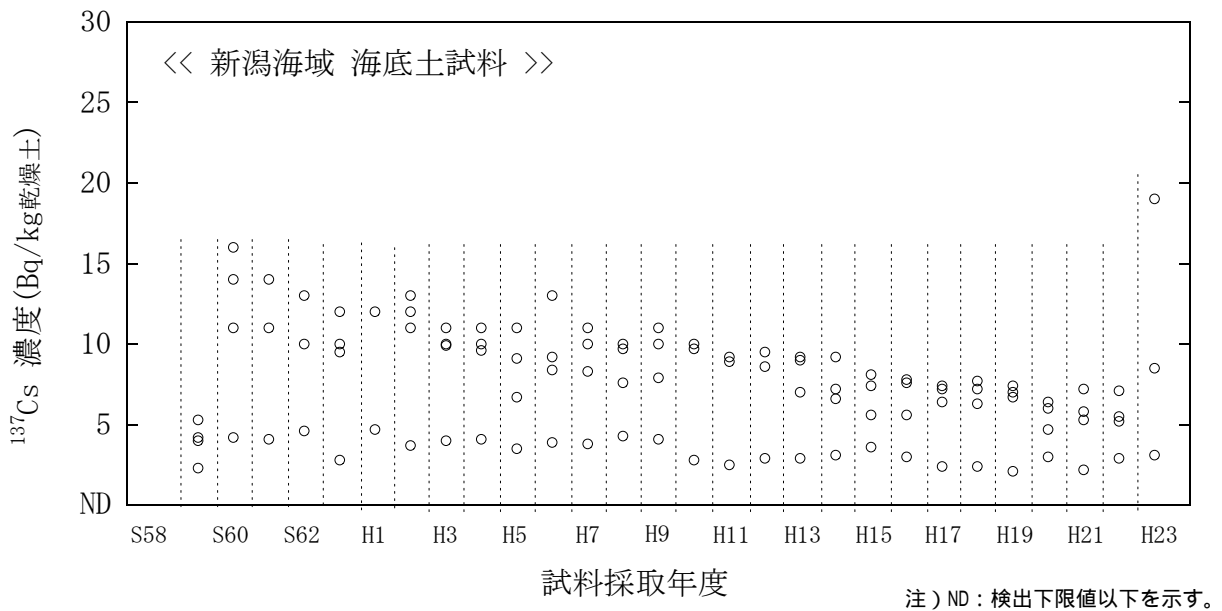


図 I-6 (21) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (新潟海域)

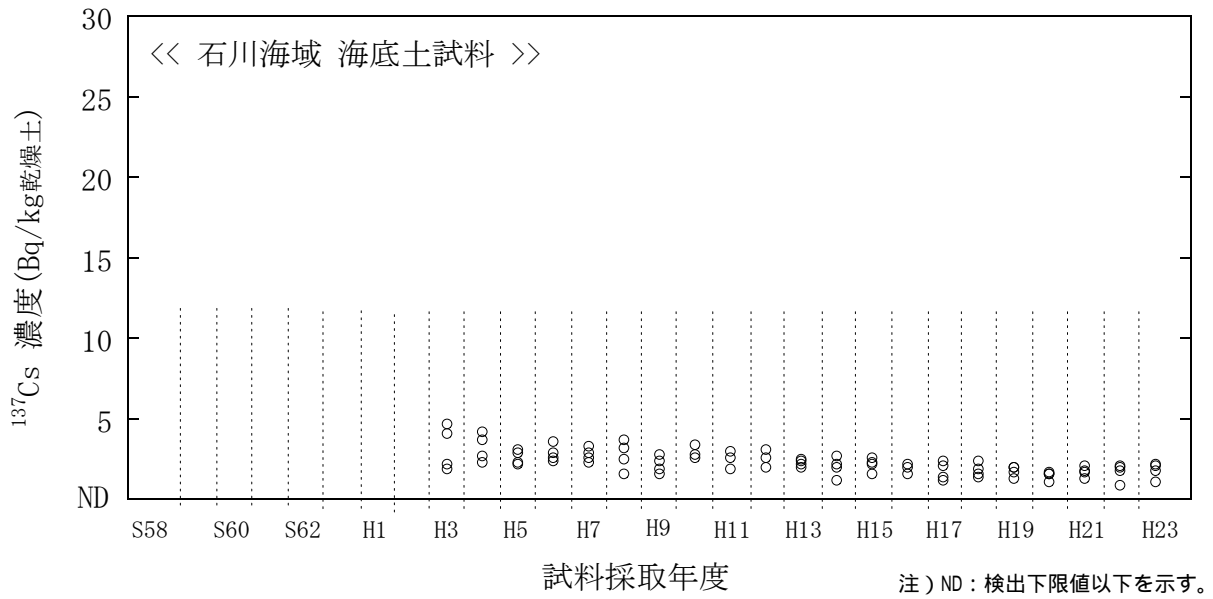


図 I-6 (22) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (石川海域)

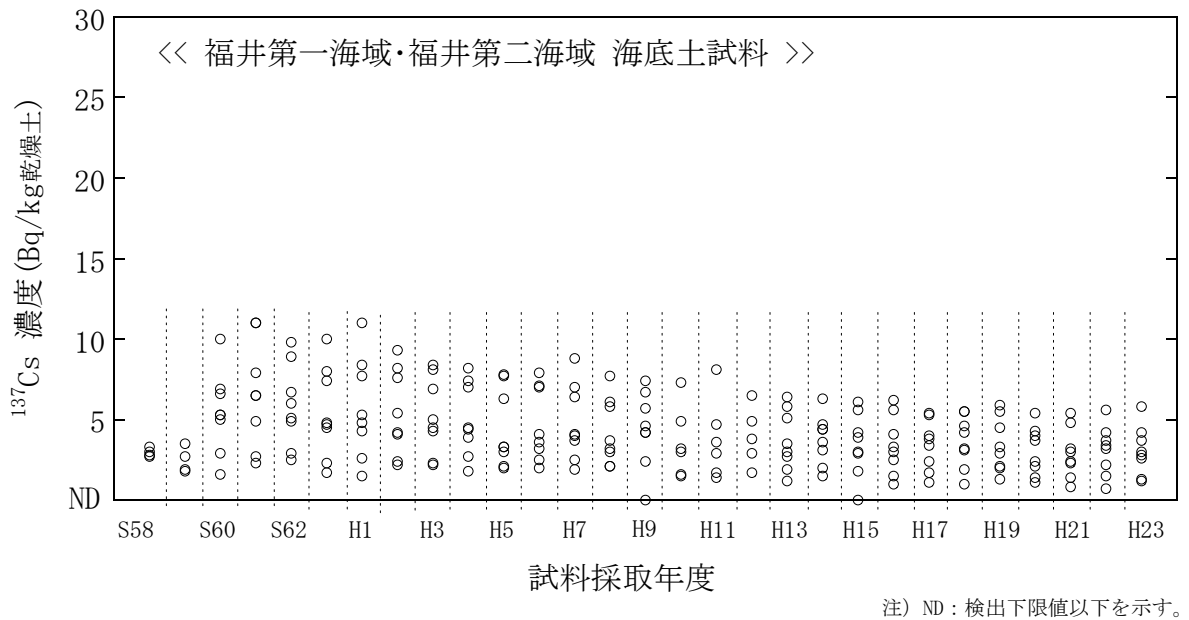


図 I-6 (23) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (福井第一海域・福井第二海域)

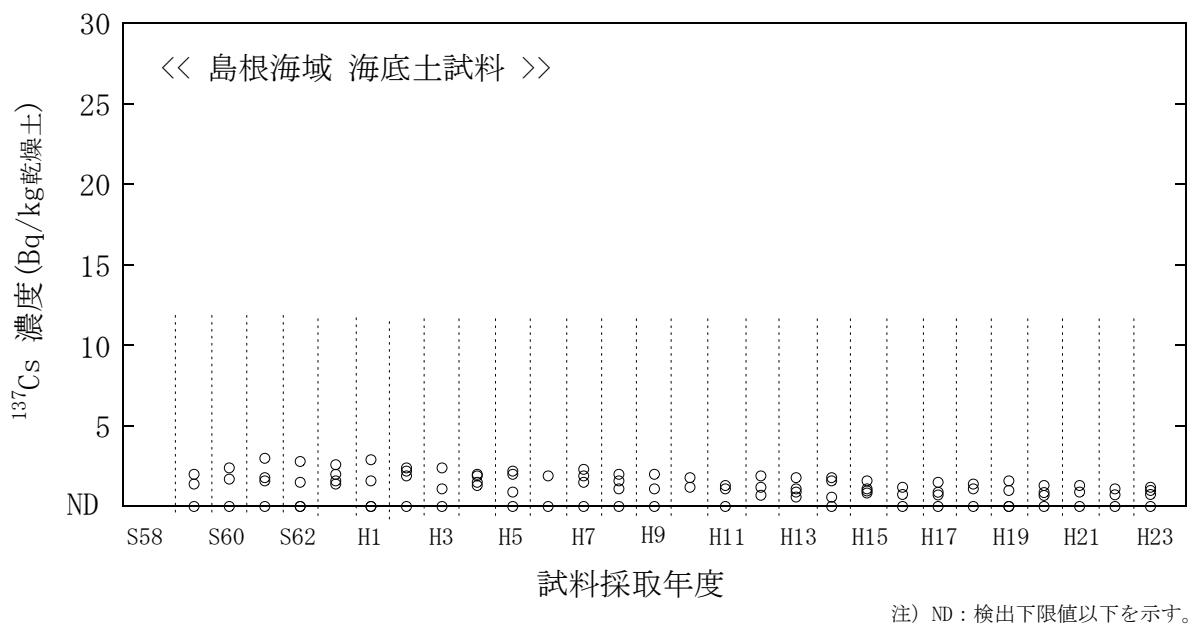


図 I-6 (24) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (島根海域)

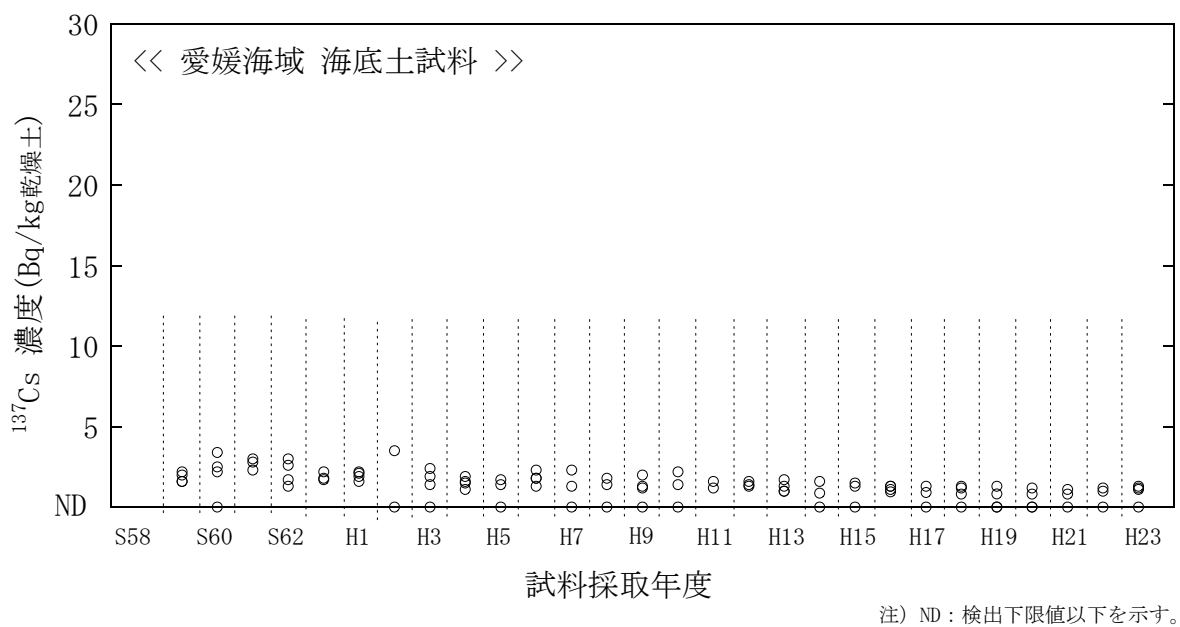


図 I-6 (25) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (愛媛海域)

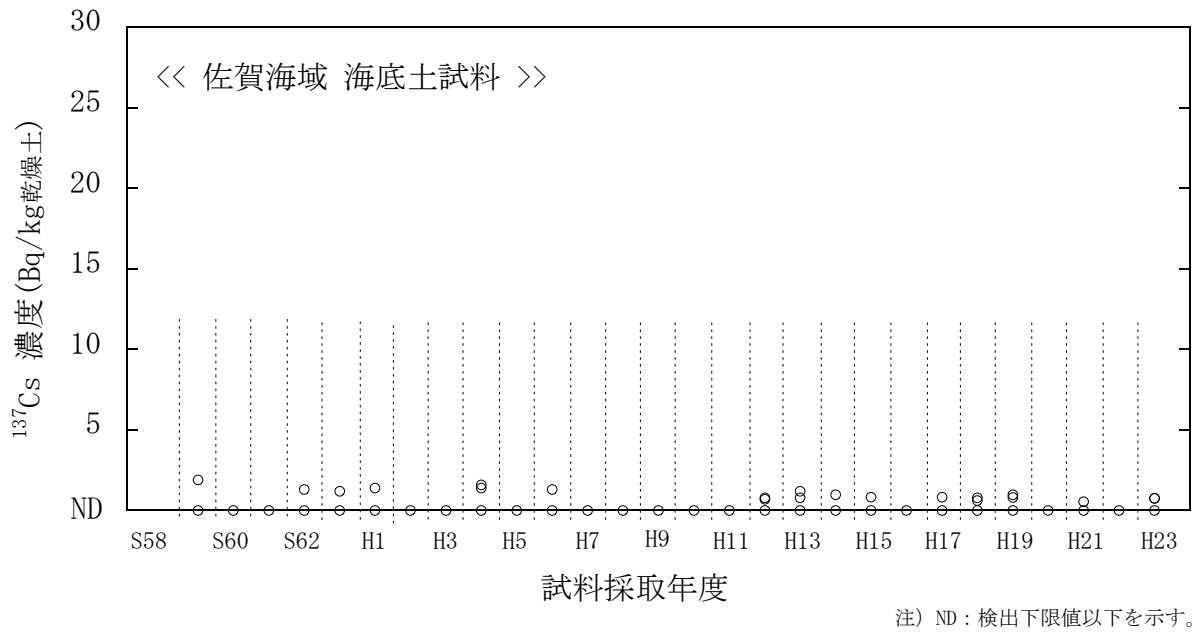


図 I-6 (26) 海底土試料の¹³⁷Cs 濃度経年変化 (佐賀海域)

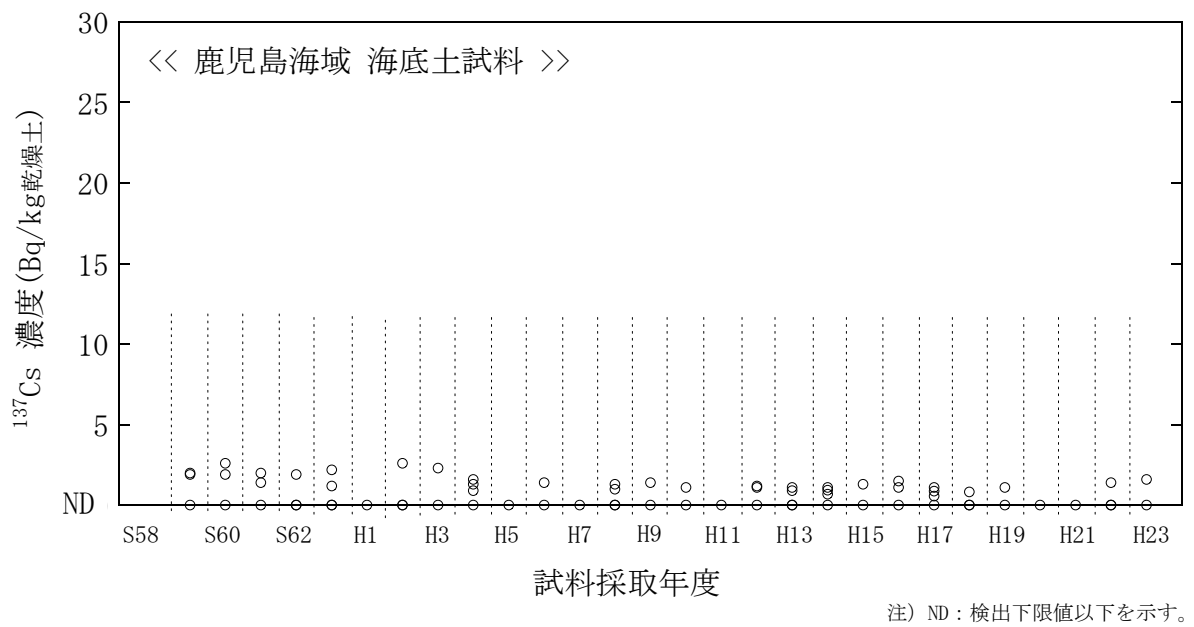


図 I-6 (27) 海底土試料の¹³⁷Cs 濃度経年変化 (鹿児島海域)

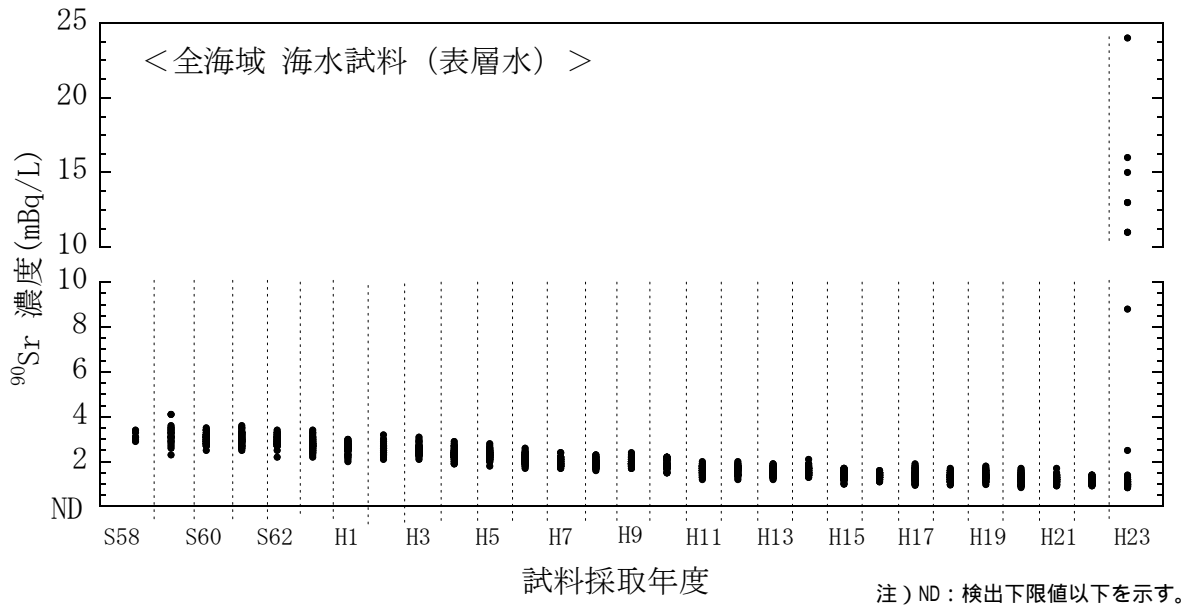


図 I-6 (28) 海水試料の ^{90}Sr 濃度経年変化（全海域・表層水）

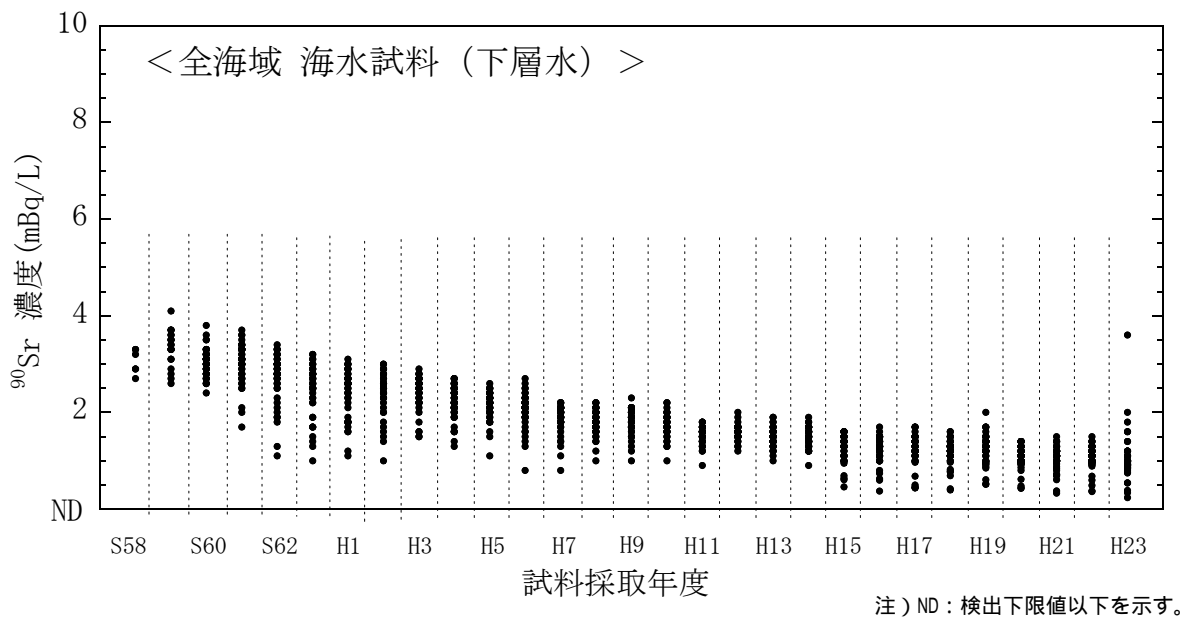


図 I-6 (29) 海水試料の ^{90}Sr 濃度経年変化（全海域・下層水）

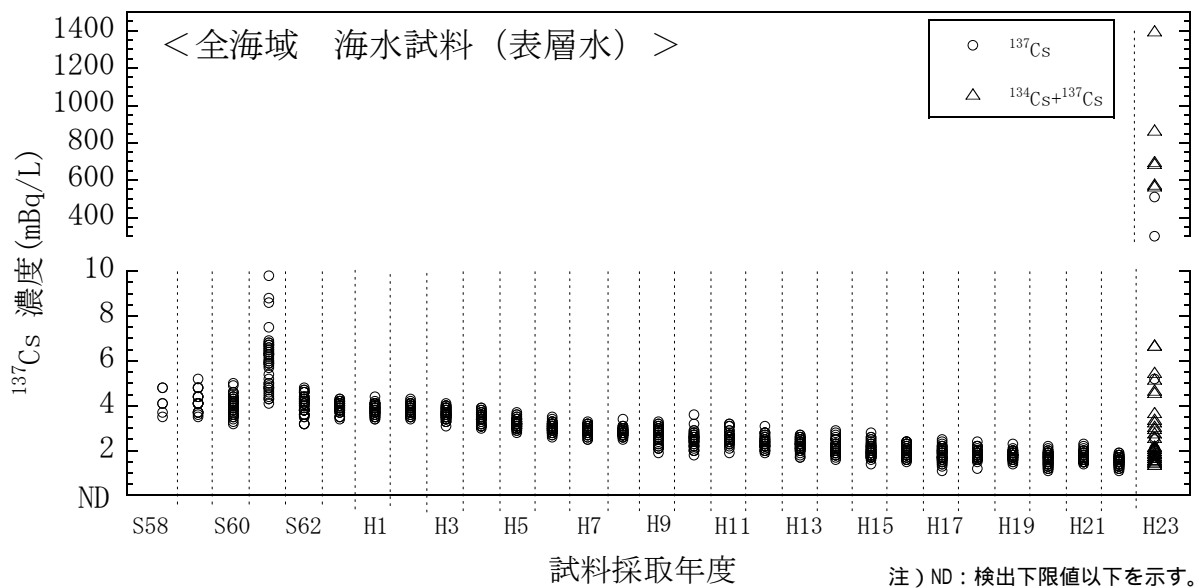


図 I-6 (30) 海水試料の ^{137}Cs 濃度経年変化（全海域・表層水）

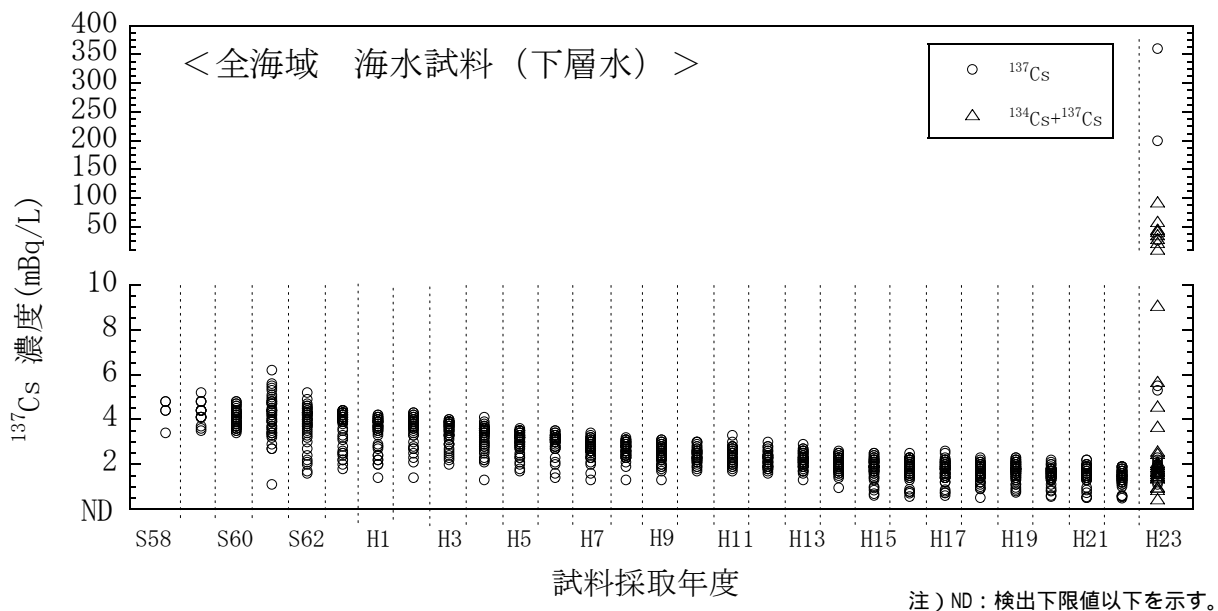


図 I-6 (31) 海水試料の ^{137}Cs 濃度経年変化（全海域・下層水）

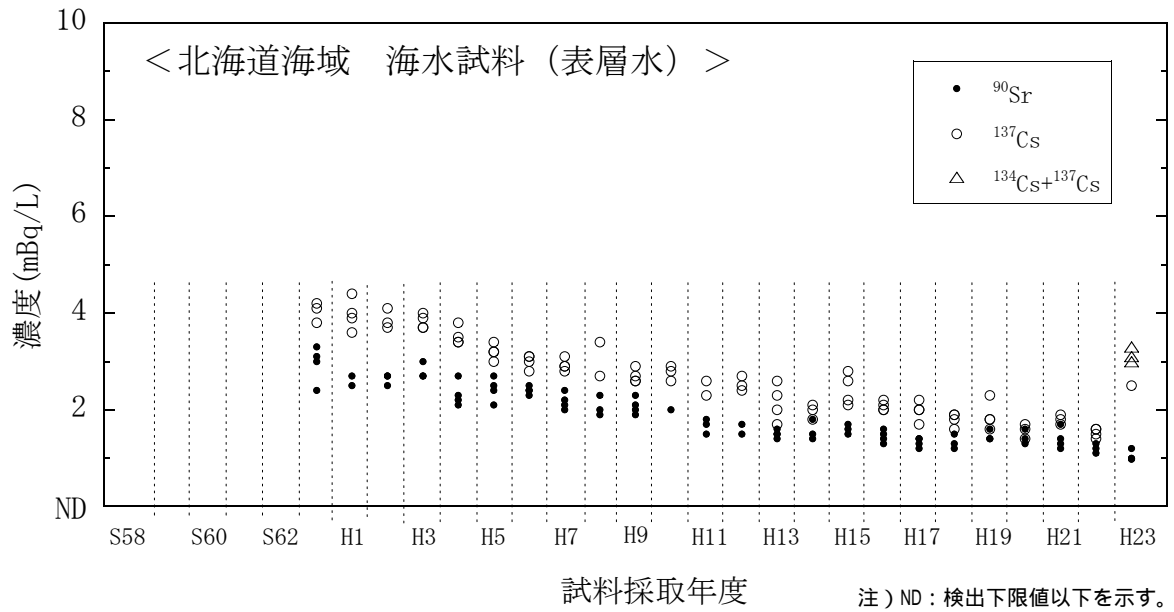


図 I-6 (32) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（北海道海域・表層水）

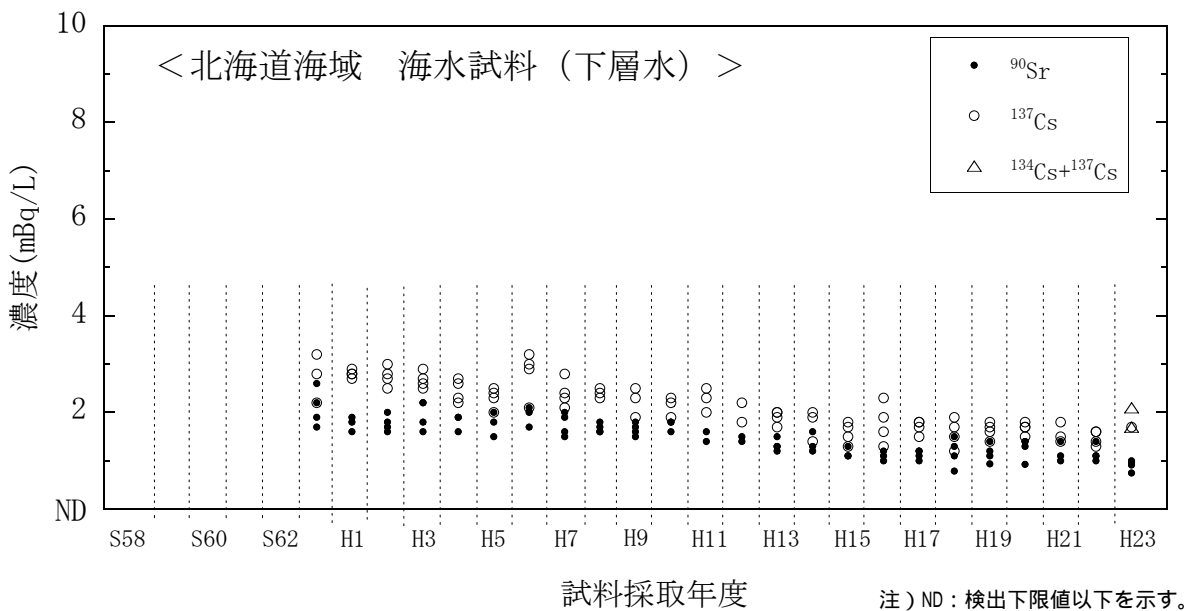


図 I-6 (33) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（北海道海域・下層水）

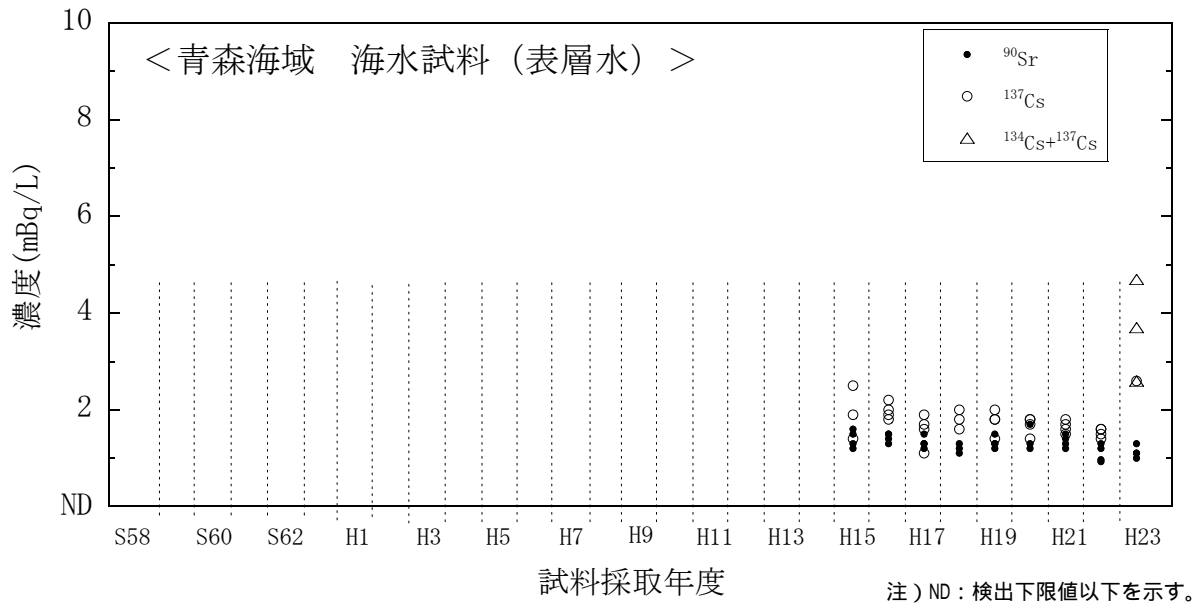


図 I-6 (34) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (青森海域・表層水)

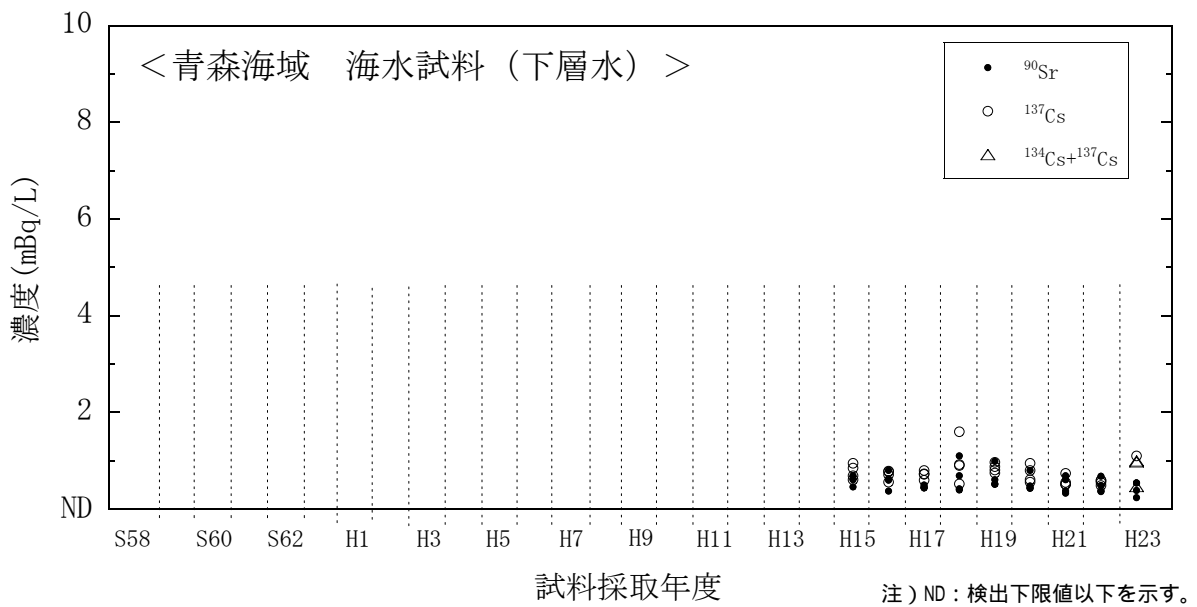


図 I-6 (35) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (青森海域・下層水)

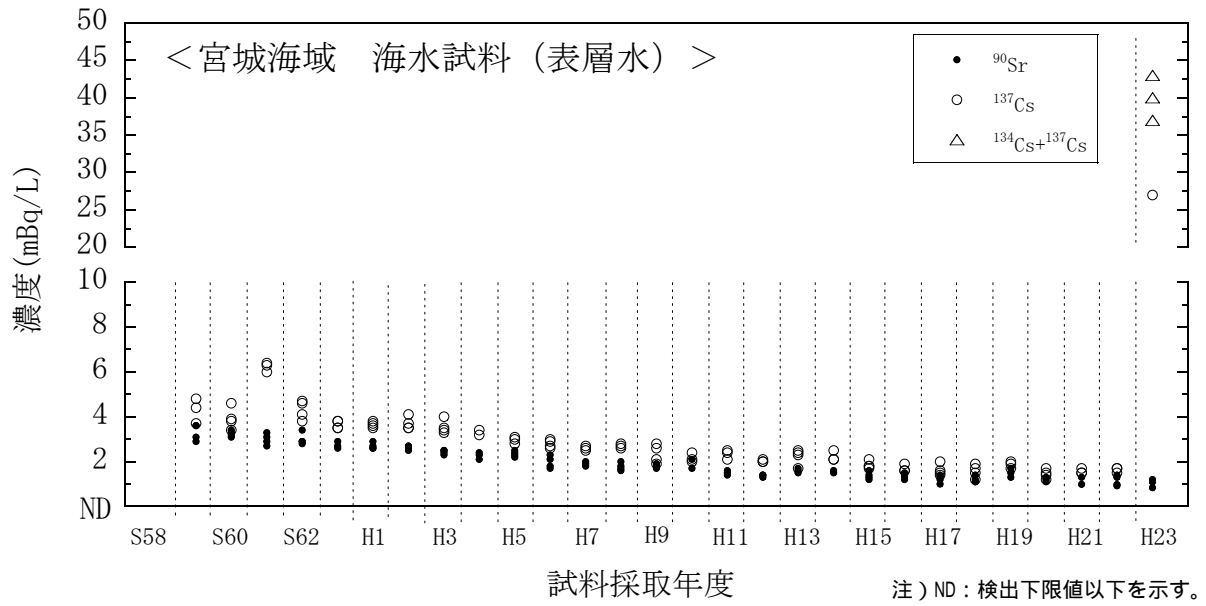


図 I-6 (36) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（宮城海域・表層水）

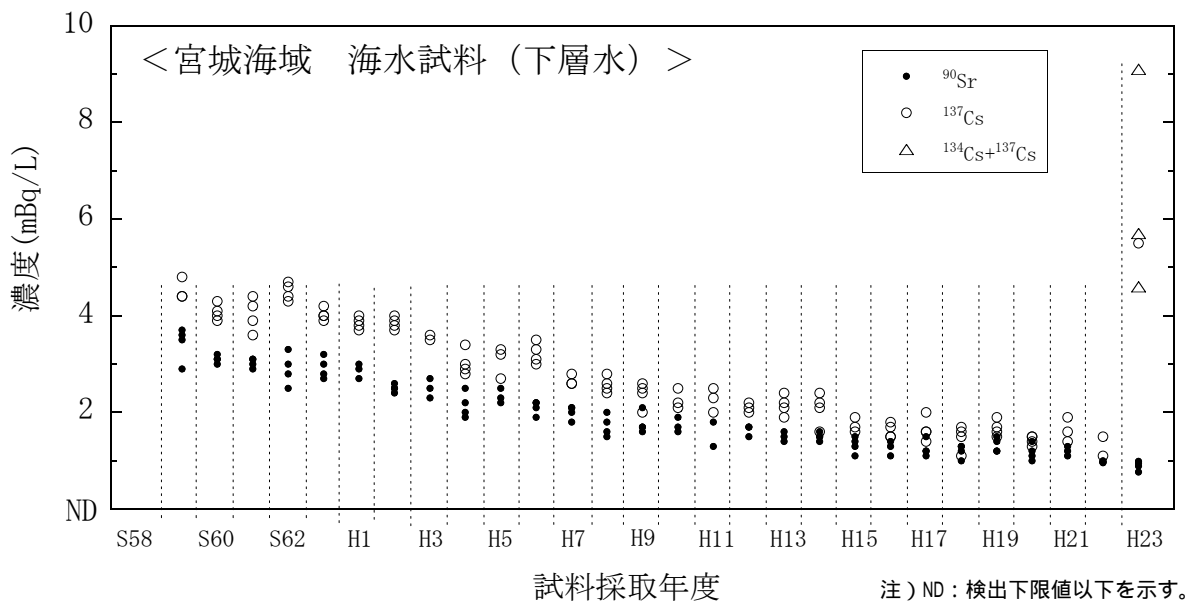


図 I-6 (37) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（宮城海域・下層水）

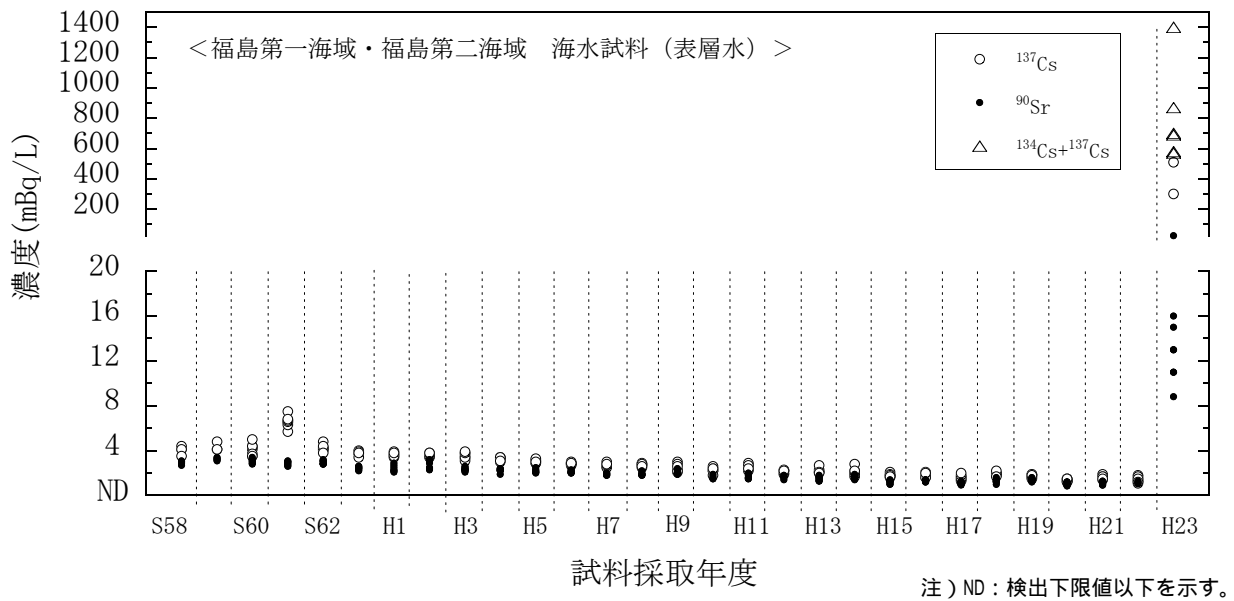


図 I-6 (38) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化
(福島第一海域・福島第二海域・表層水)

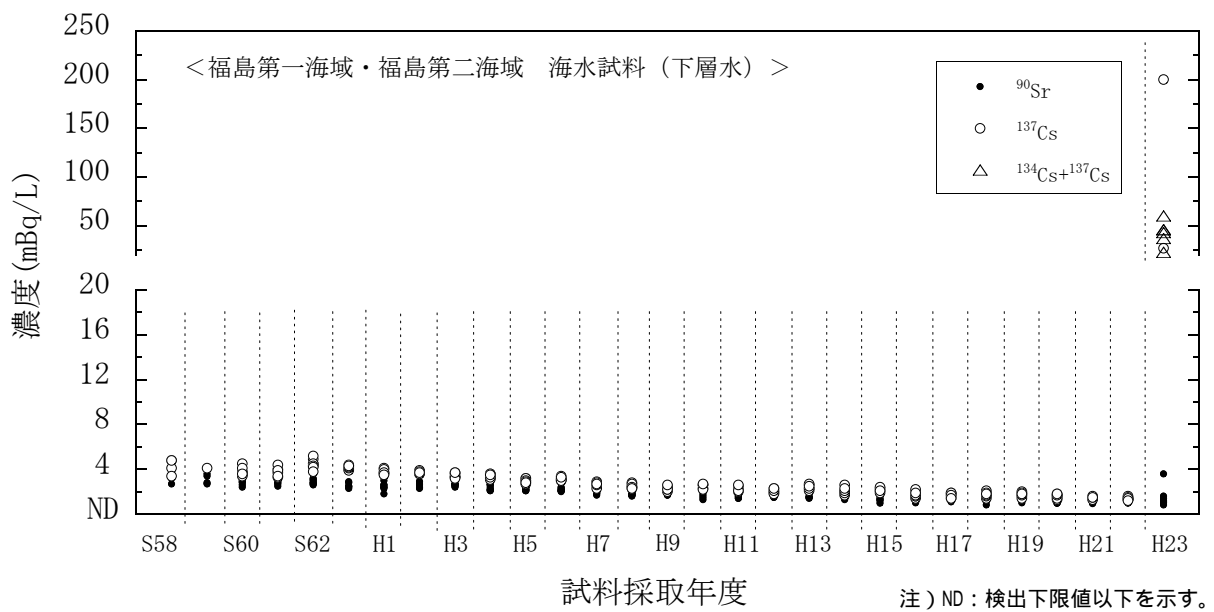


図 I-6 (39) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化
(福島第一海域・福島第二海域・下層水)

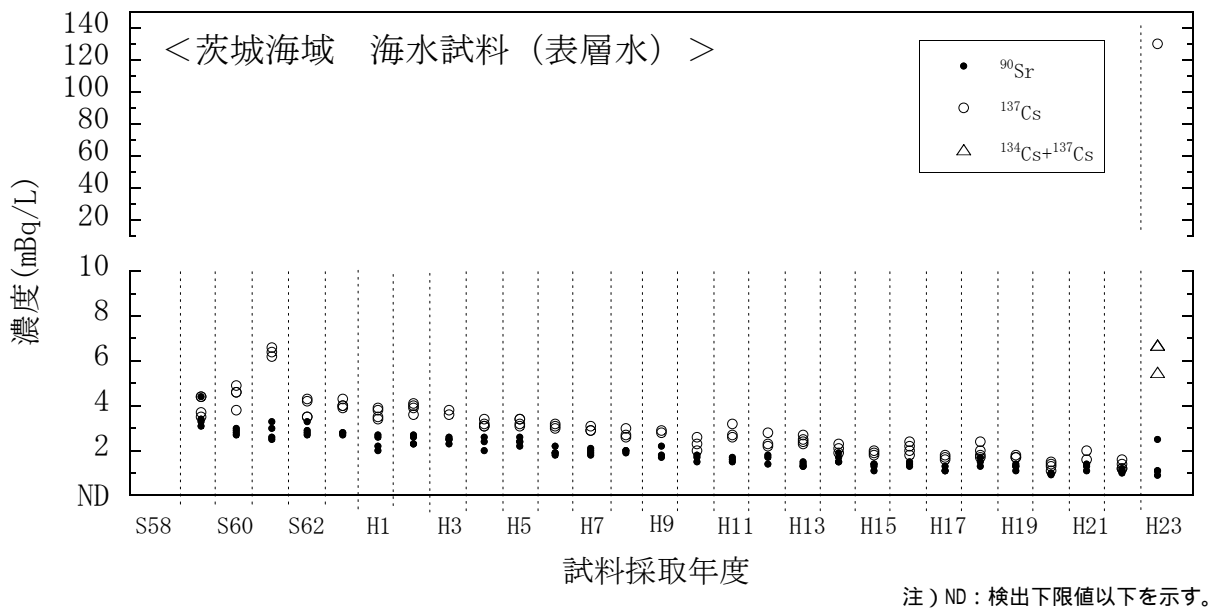


図 I-6 (40) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（茨城海域・表層水）

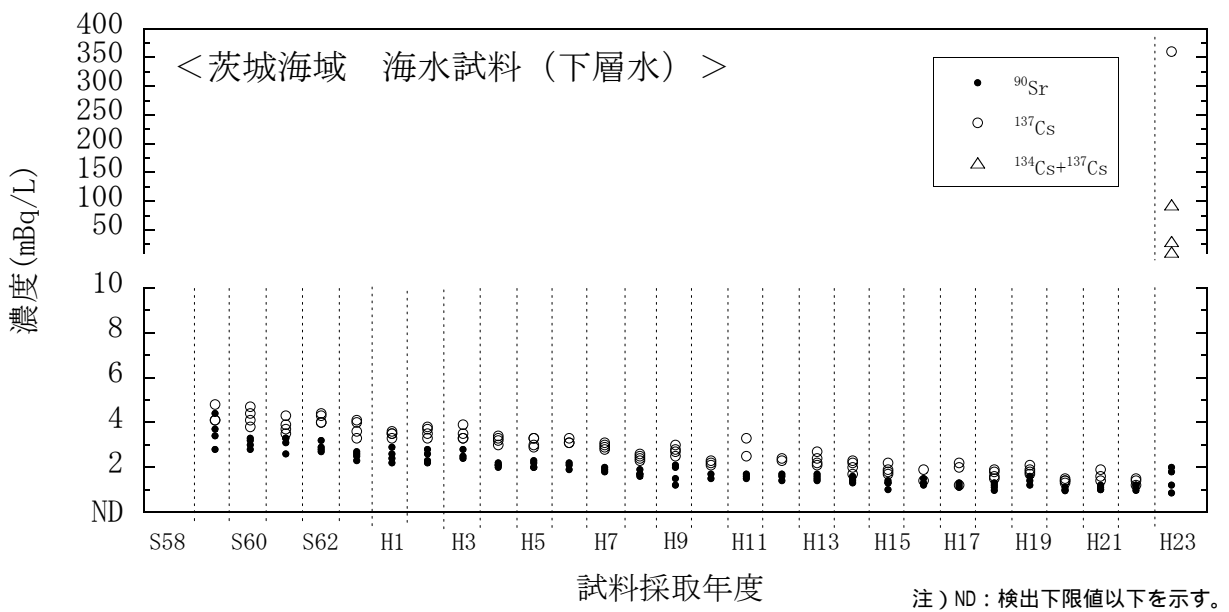


図 I-6 (41) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（茨城海域・下層水）

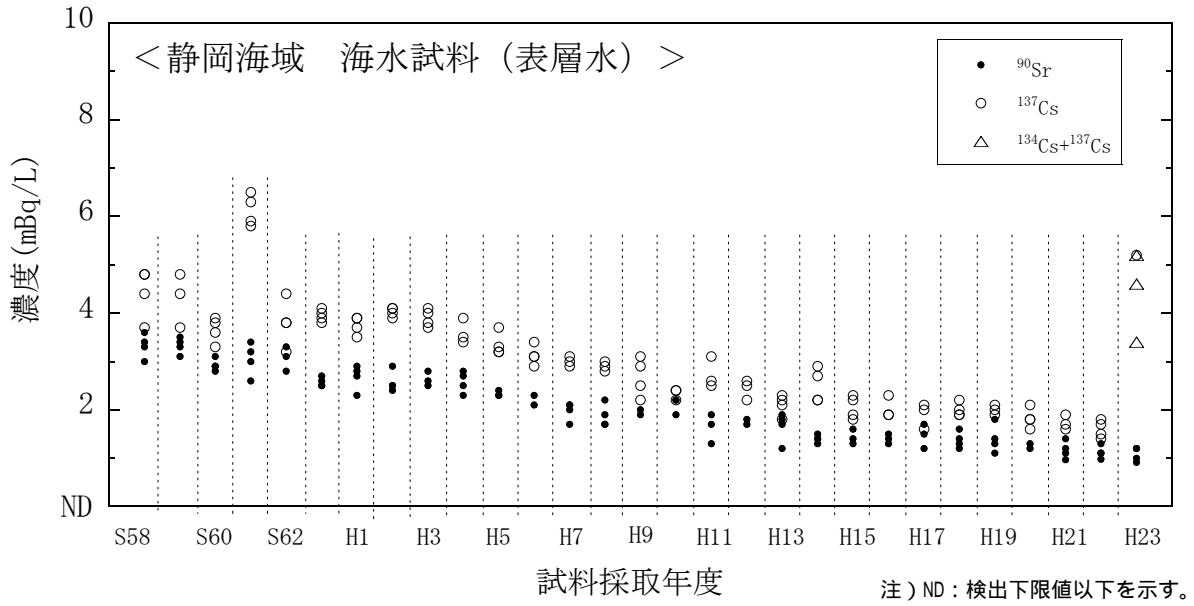


図 I-6 (42) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（静岡海域・表層水）

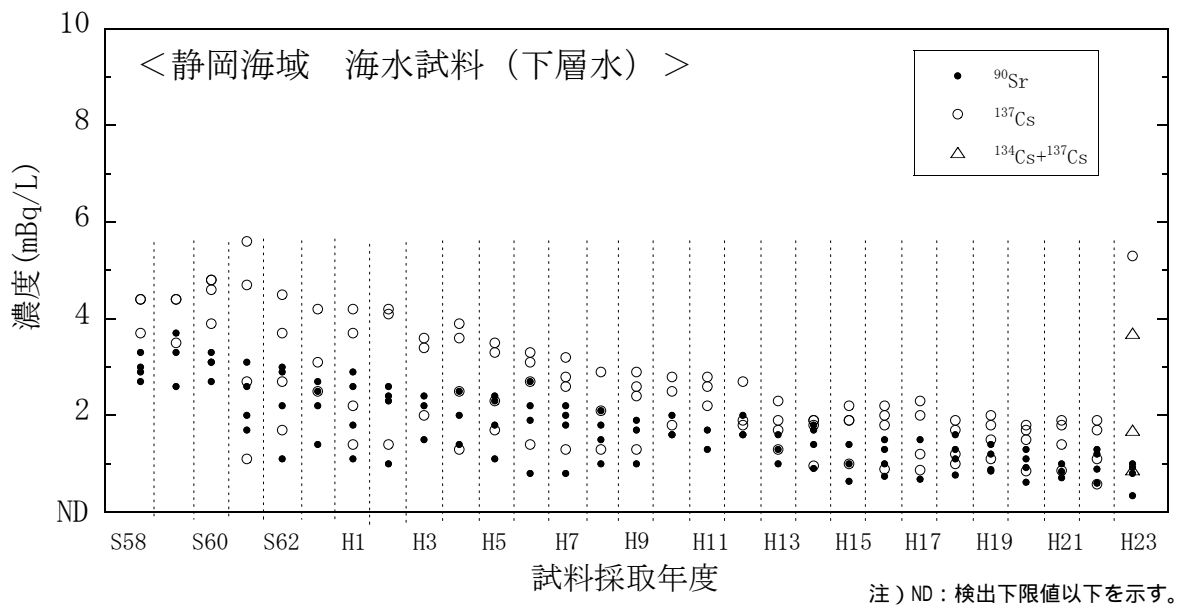


図 I-6 (43) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（静岡海域・下層水）

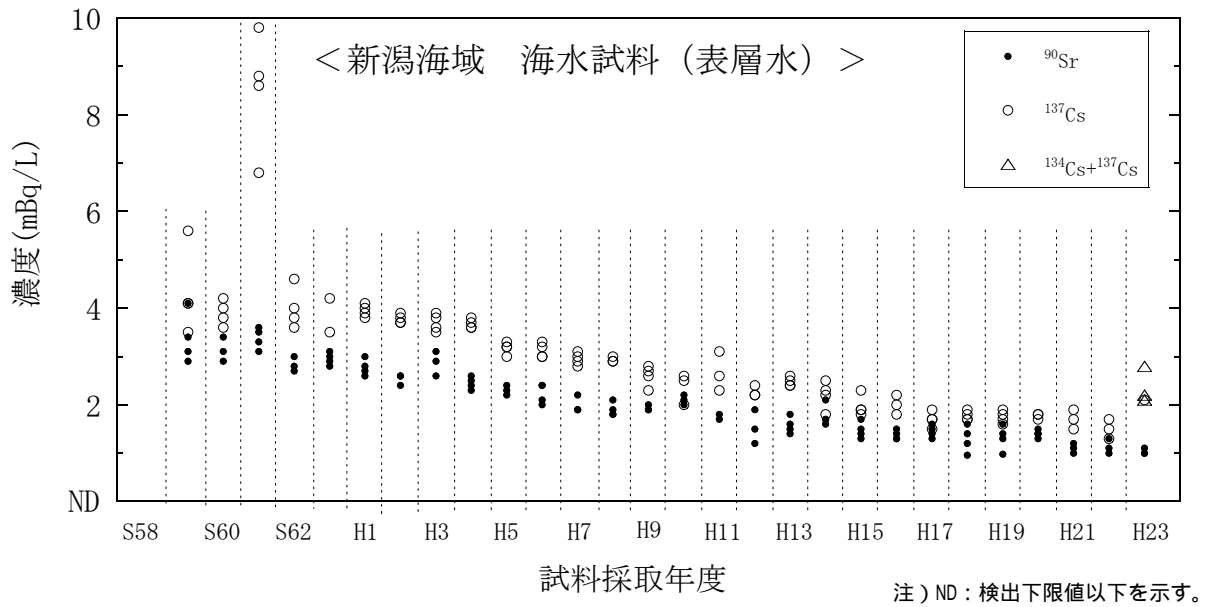


図 I-6 (44) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (新潟海域・表層水)

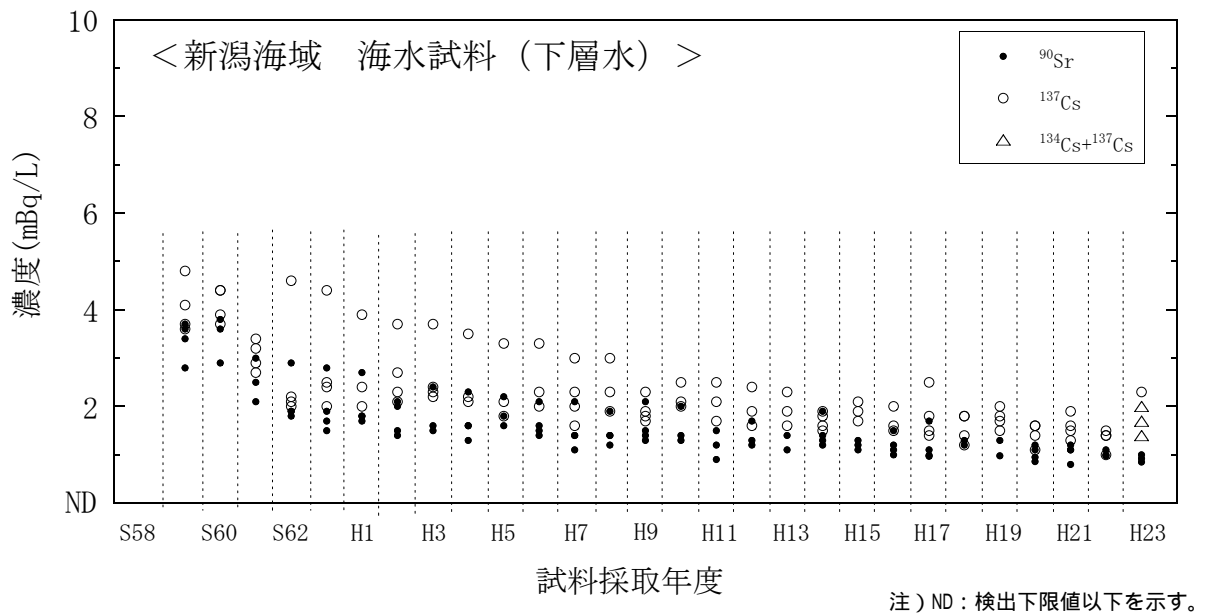


図 I-6 (45) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (新潟海域・下層水)

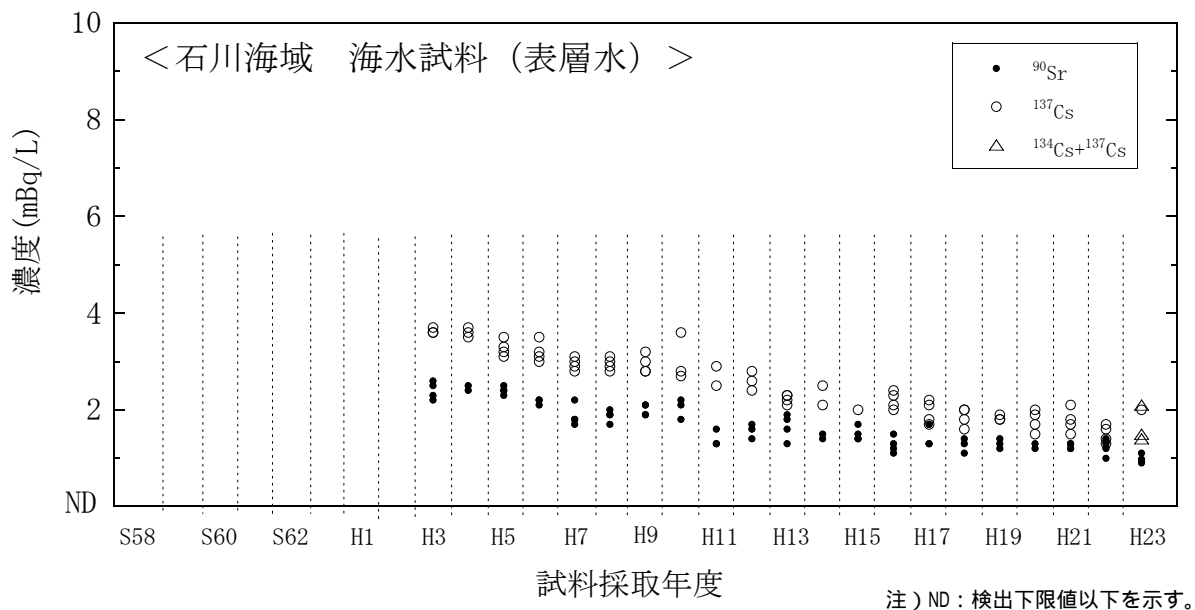


図 I-6 (46) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (石川海域・表層水)

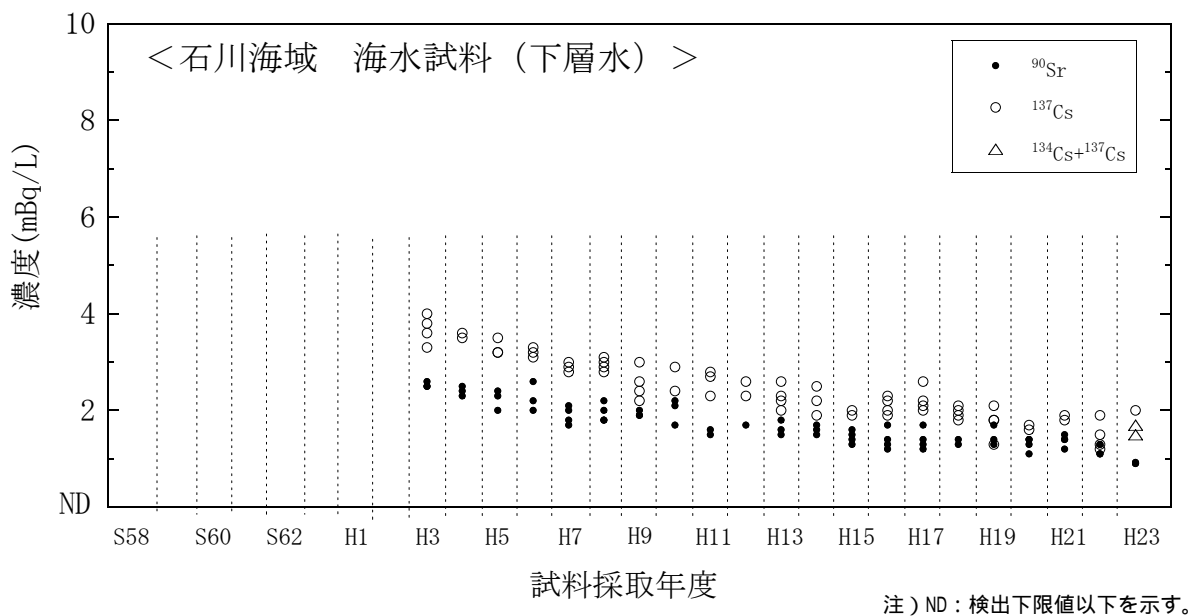


図 I-6 (47) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (石川海域・下層水)

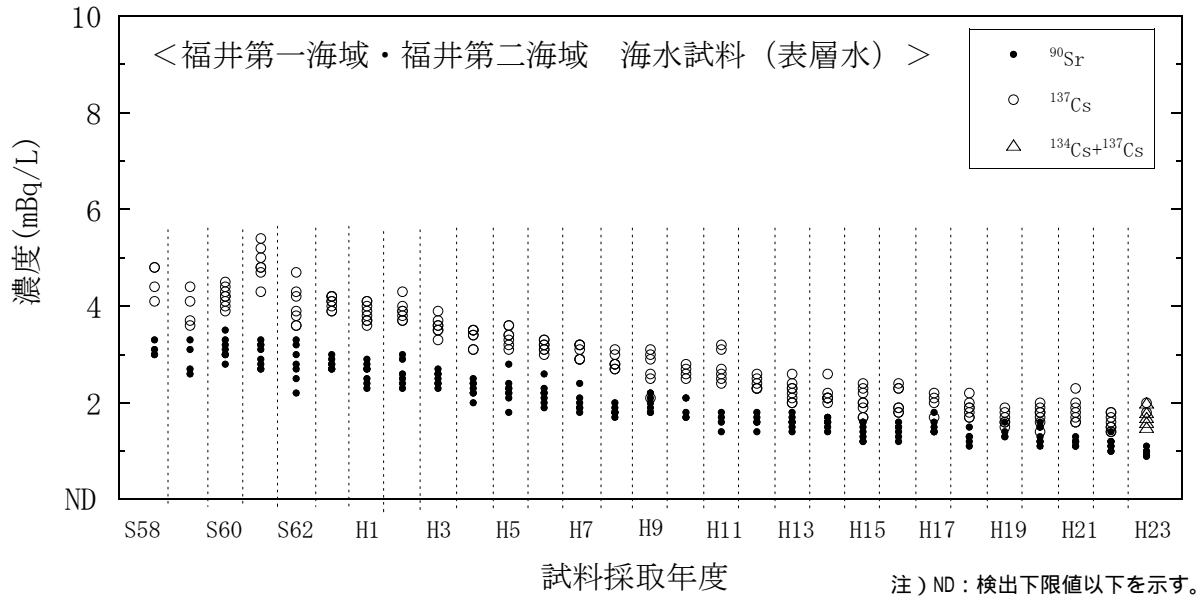


図 I-6 (48) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (福井第一海域・福井第二海域・表層水)

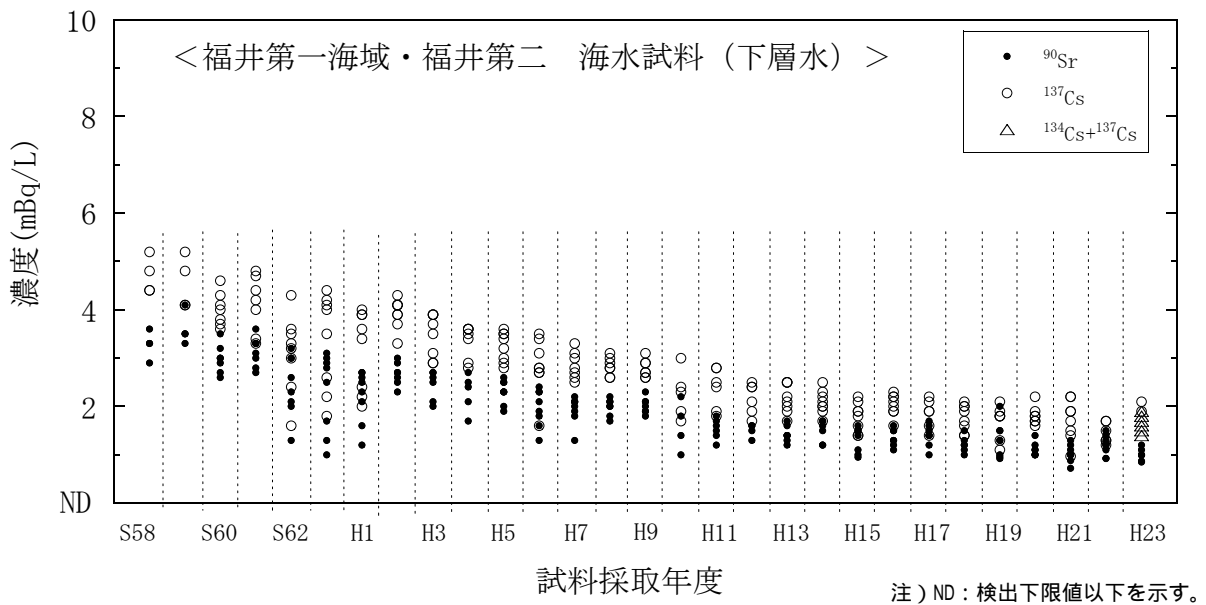


図 I-6 (49) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (福井第一海域・福井第二海域・下層水)

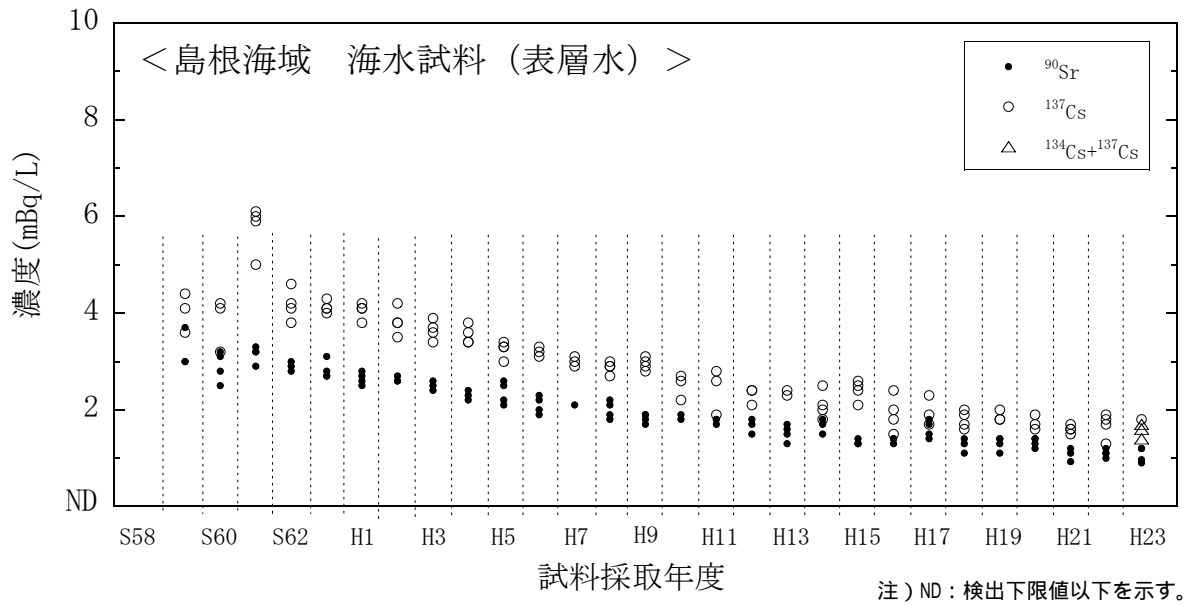


図 I-6 (50) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（島根海域・表層水）

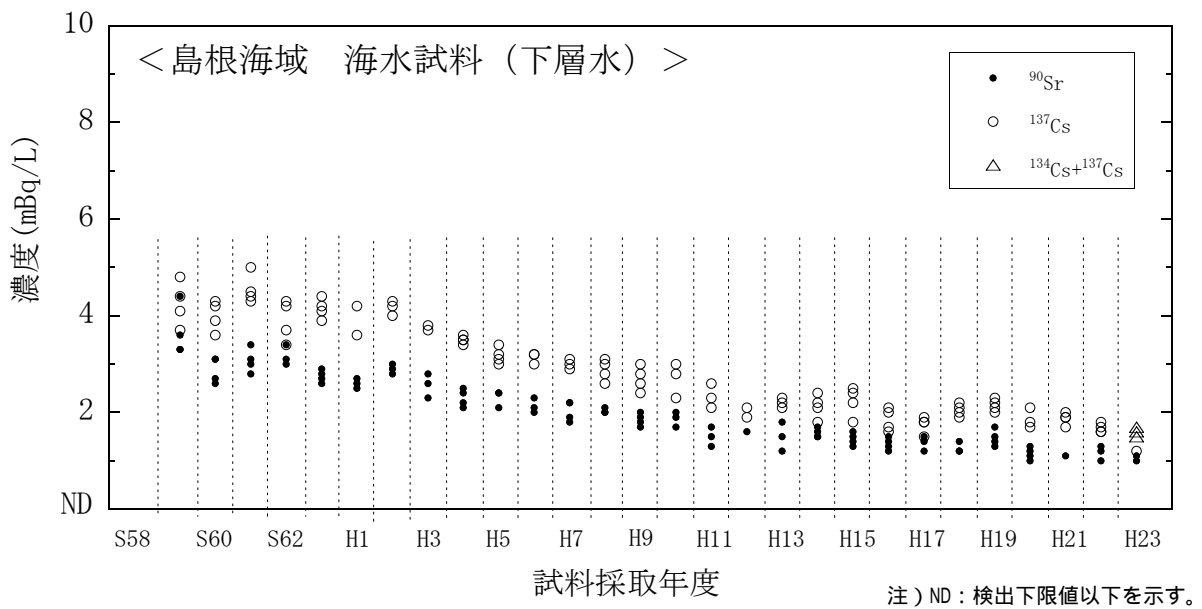


図 I-6 (51) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化（島根海域・下層水）

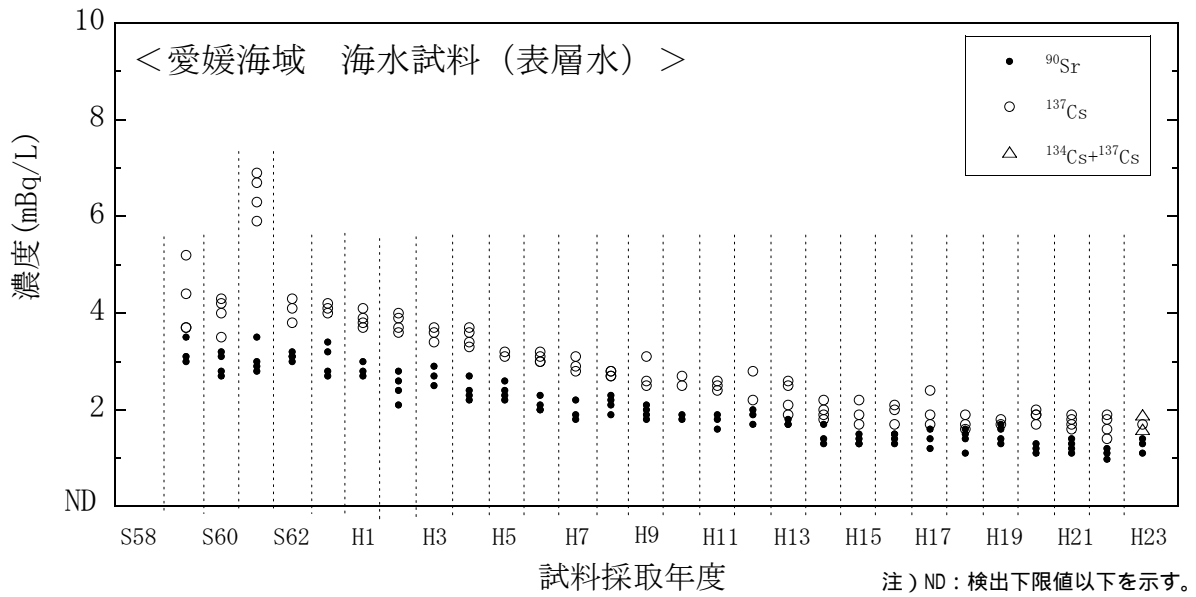


図 I-6 (52) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (愛媛海域・表層水)

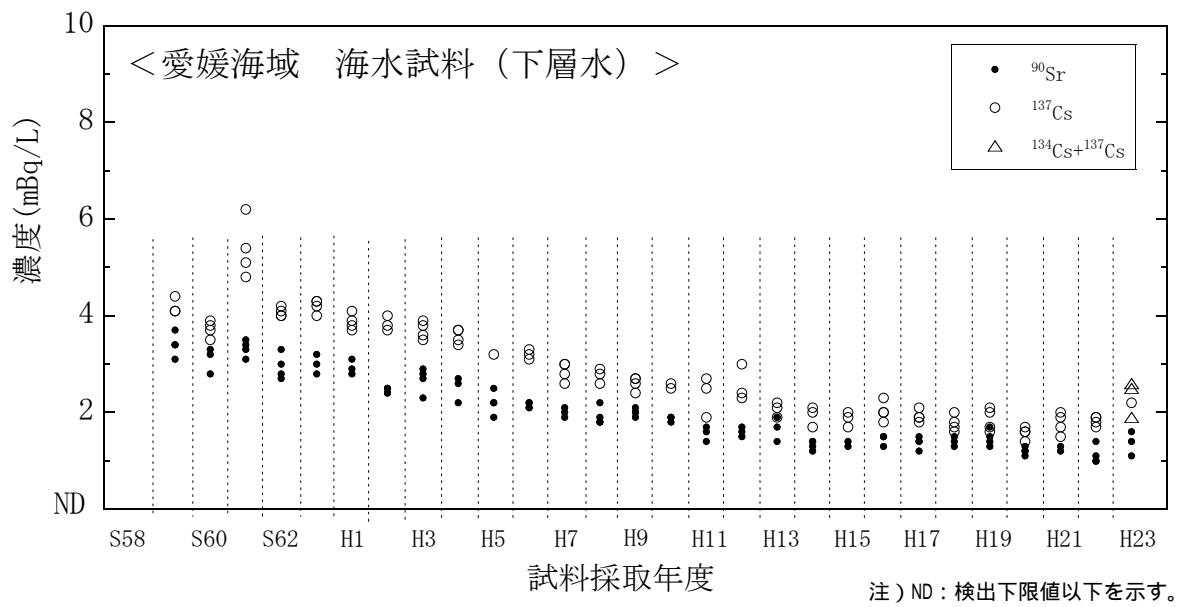


図 I-6 (53) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (愛媛海域・下層水)

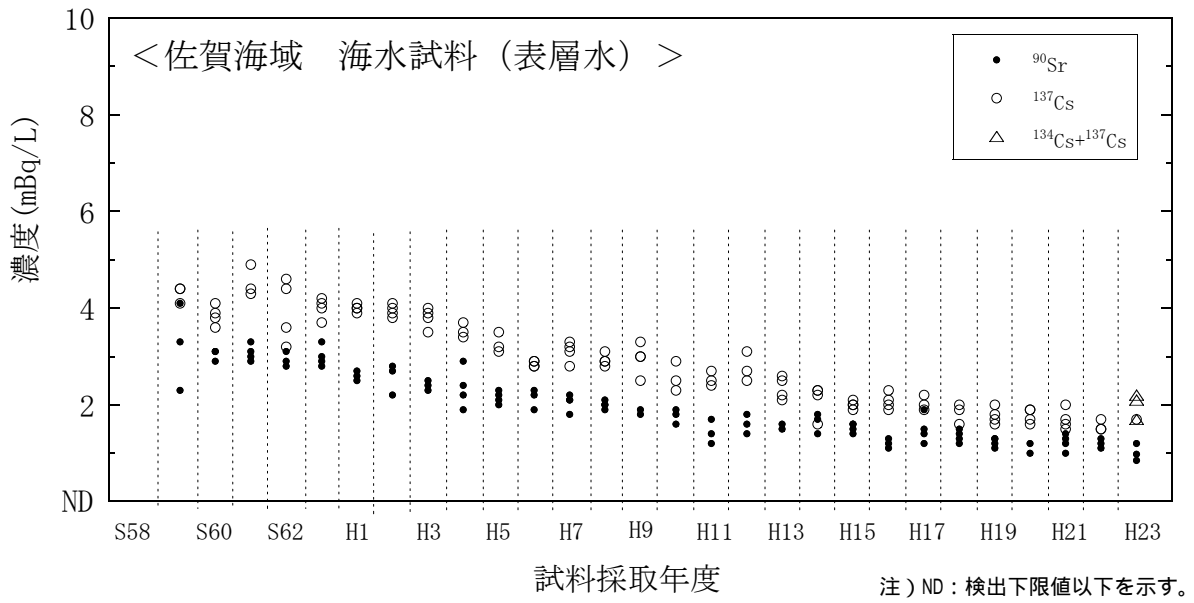


図 I-6 (54) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (佐賀海域・表層水)

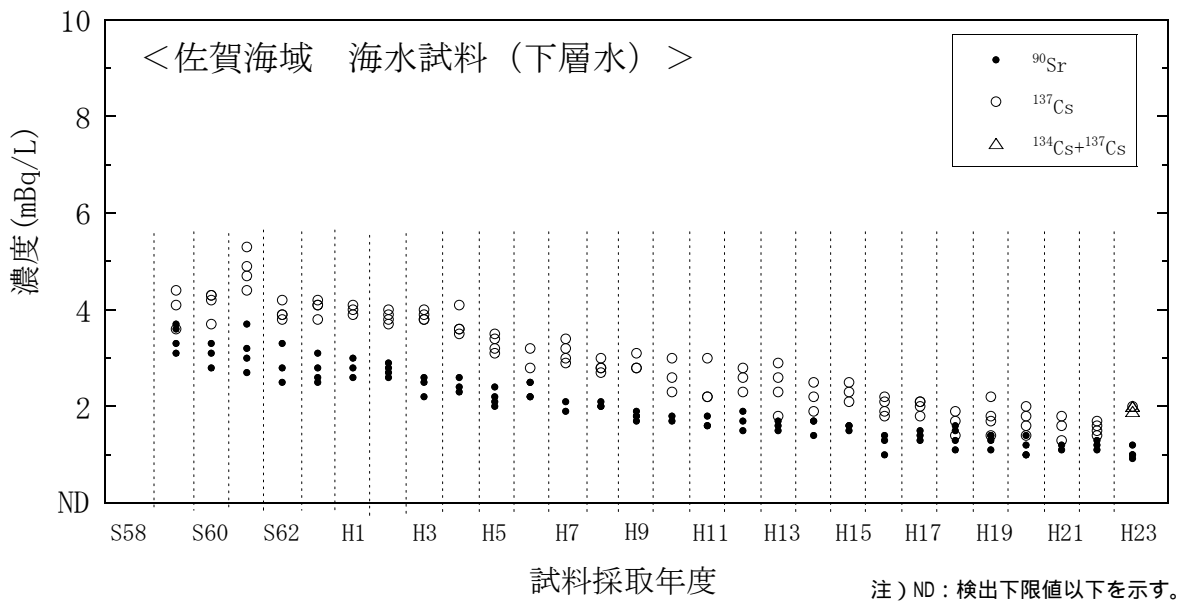


図 I-6 (55) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (佐賀海域・下層水)

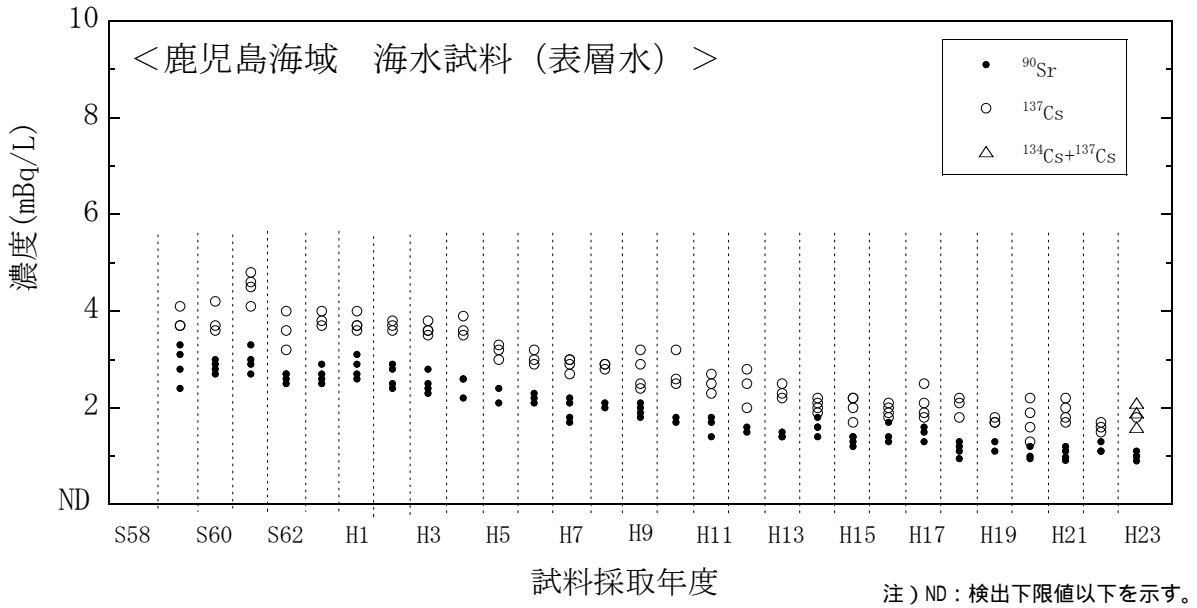


図 I-6 (56) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (鹿児島海域・表層水)

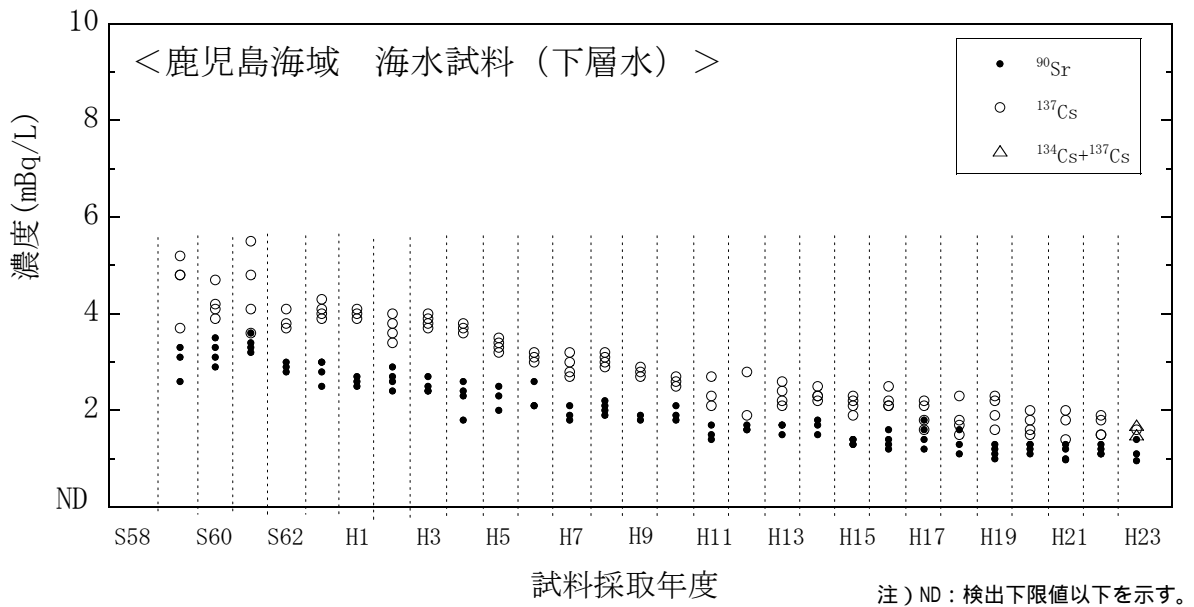


図 I-6 (57) 海水試料の ^{90}Sr および ^{137}Cs 濃度の経年変化 (鹿児島海域・下層水)

核燃料サイクル施設沖合海域における
放射性核種濃度の経年変化

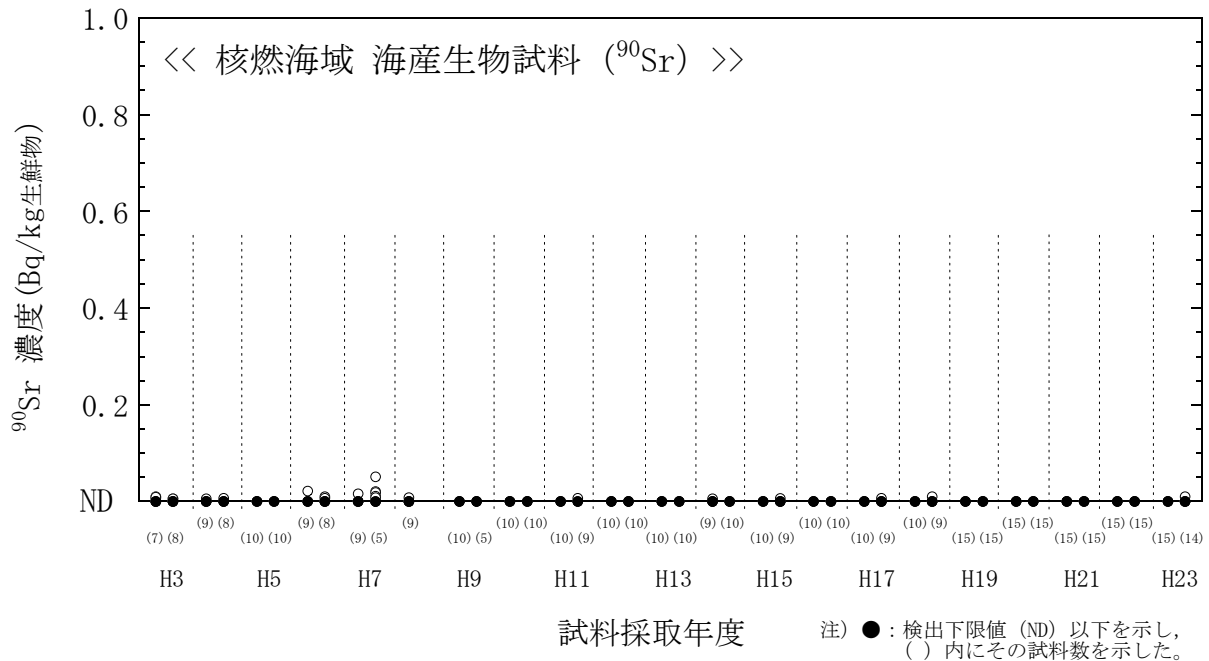


図 I-6 (58) 海産生物試料の ^{90}Sr 濃度経年変化 (核燃海域)

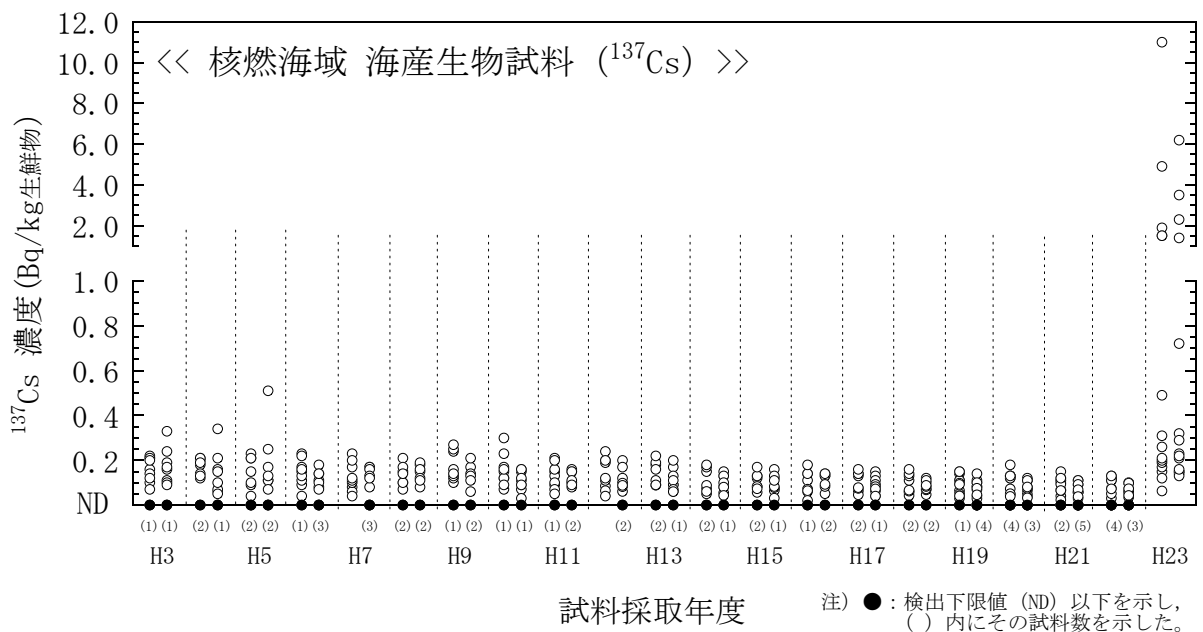


図 I-6 (59) 海産生物試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (核燃海域)

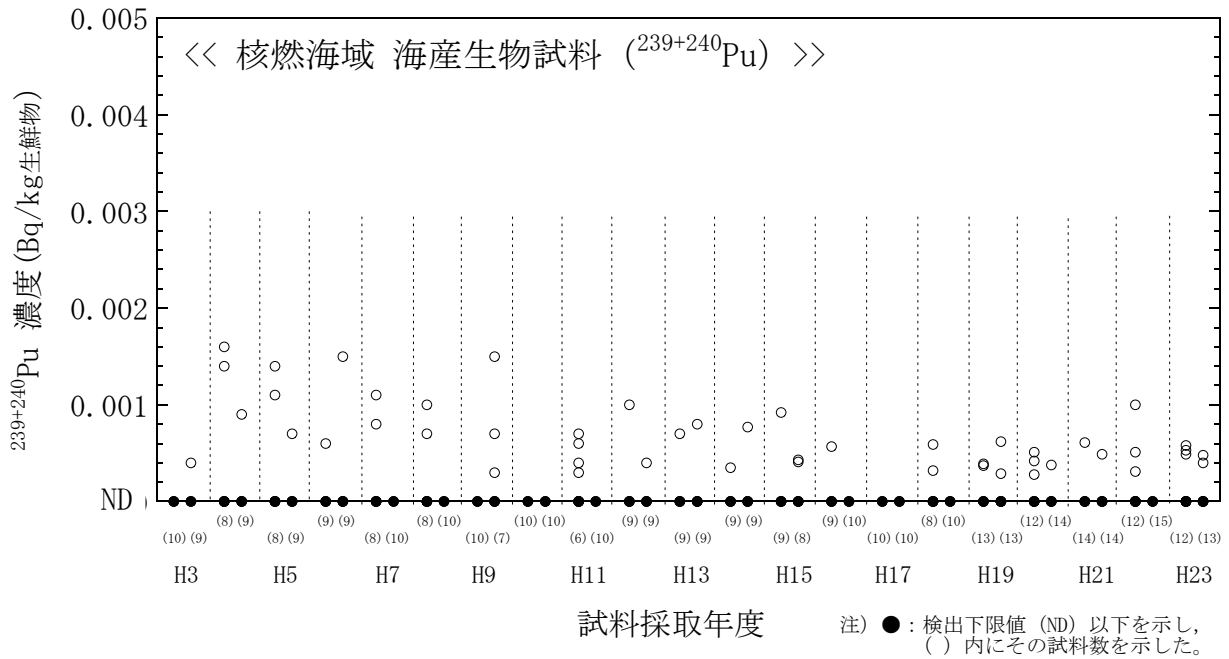


図 I-6 (60) 海産生物試料の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度経年変化 (核燃海域)

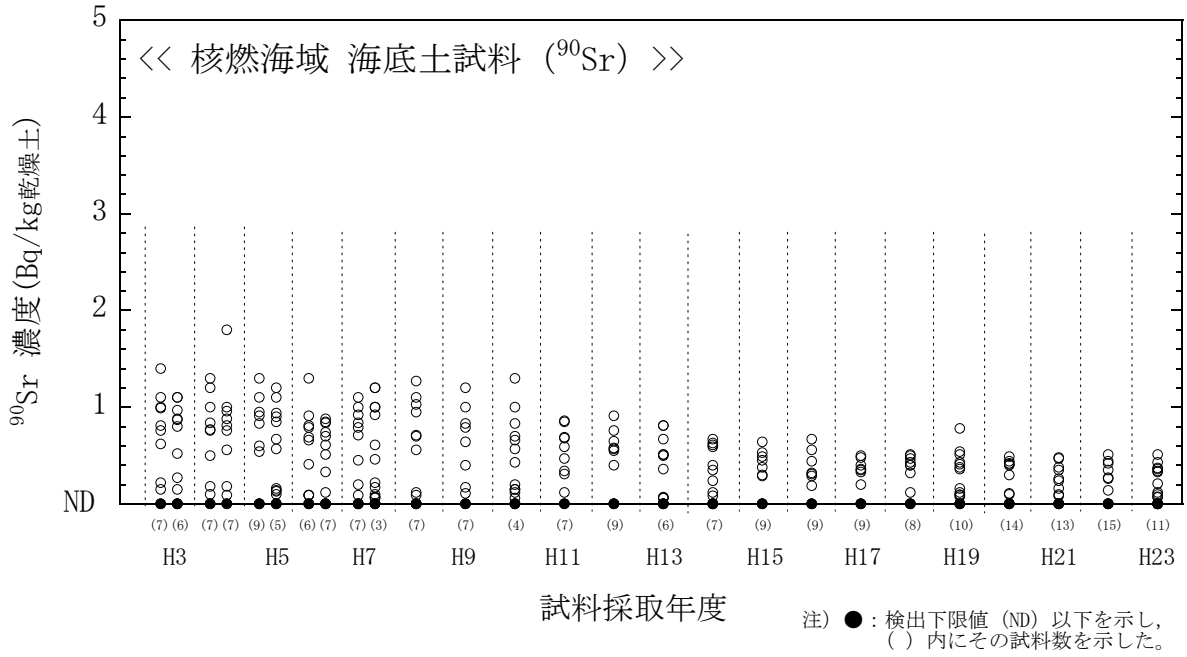


図 I-6 (61) 海底土試料の ^{90}Sr 濃度経年変化 (核燃海域)

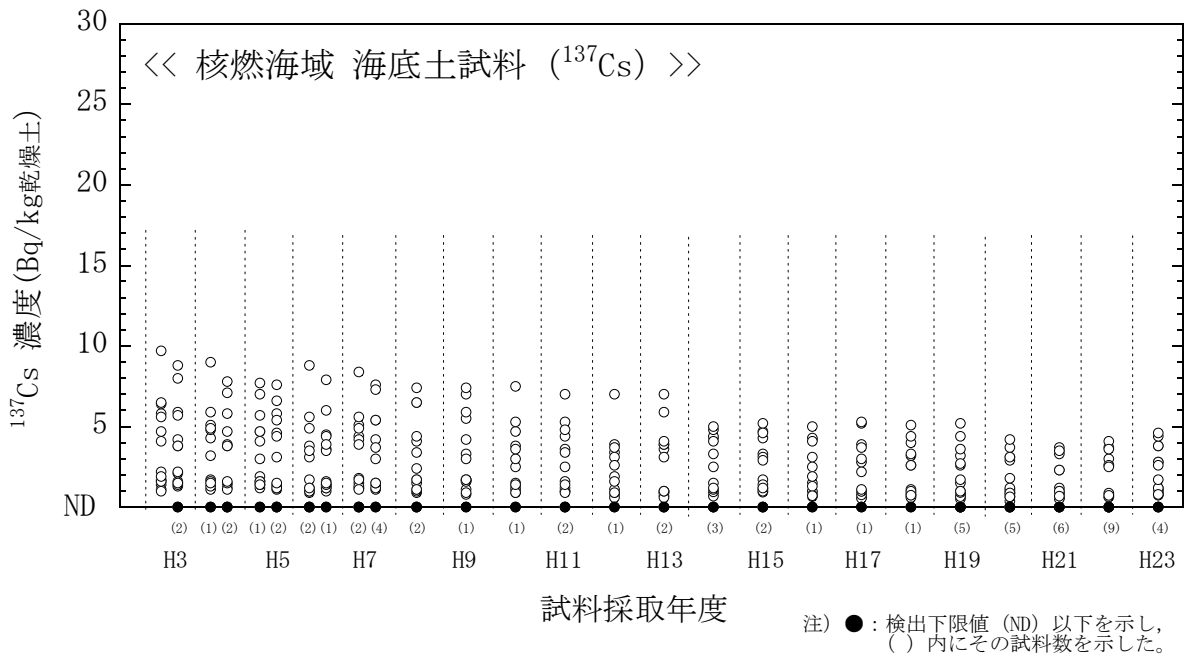


図 I-6 (62) 海底土試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (核燃海域)

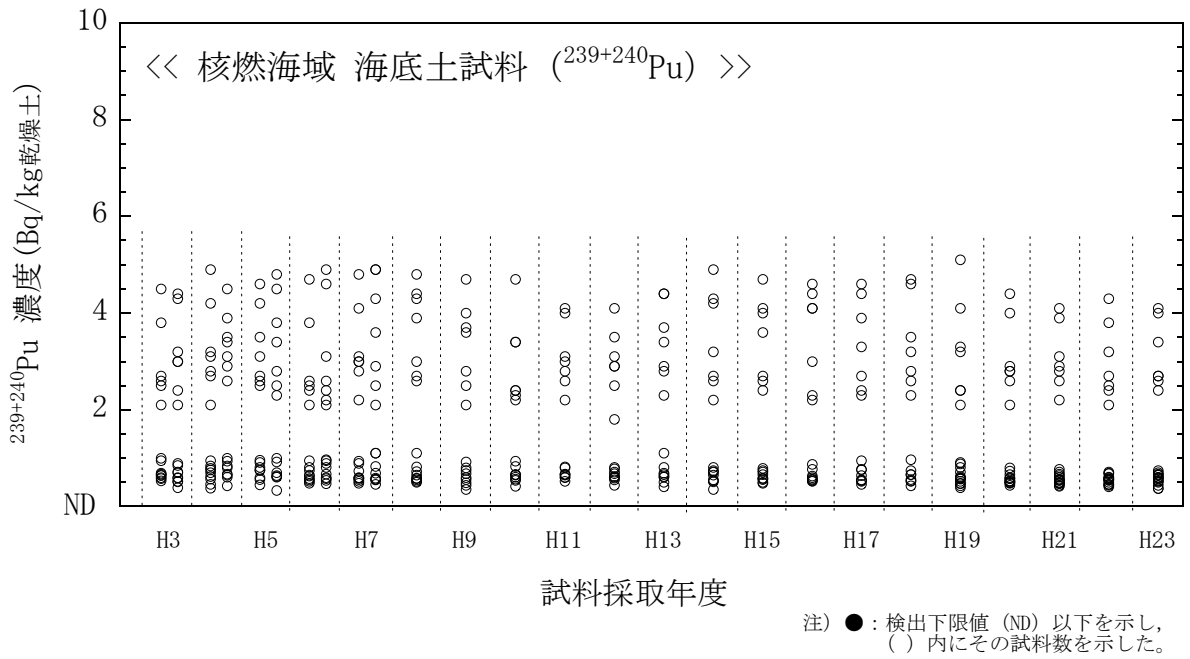
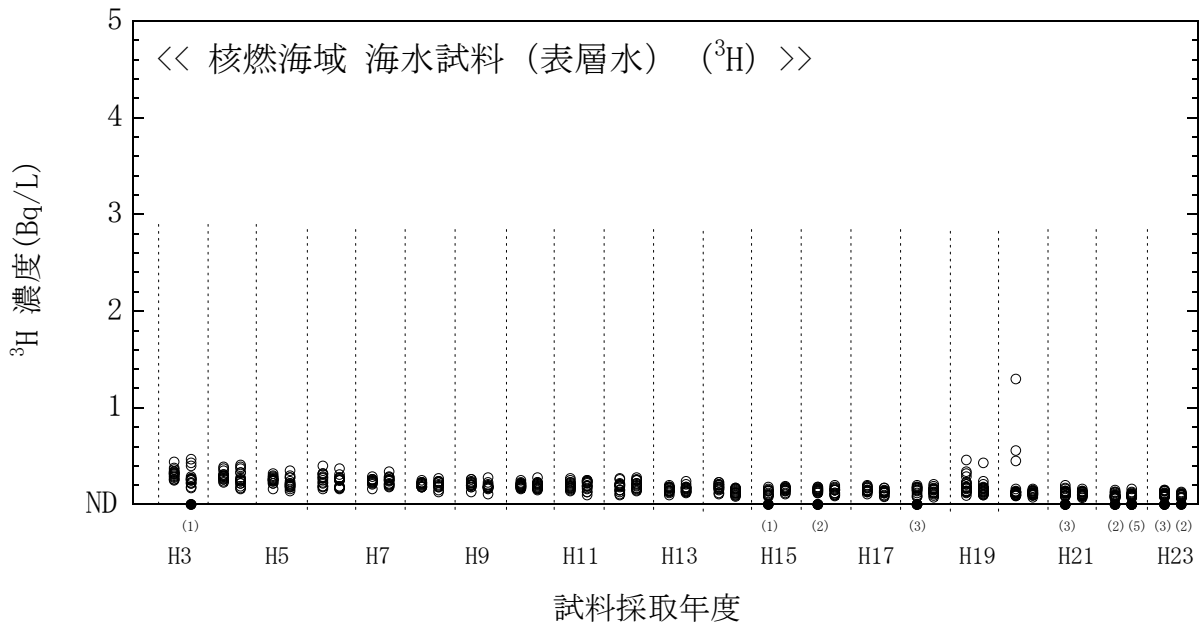
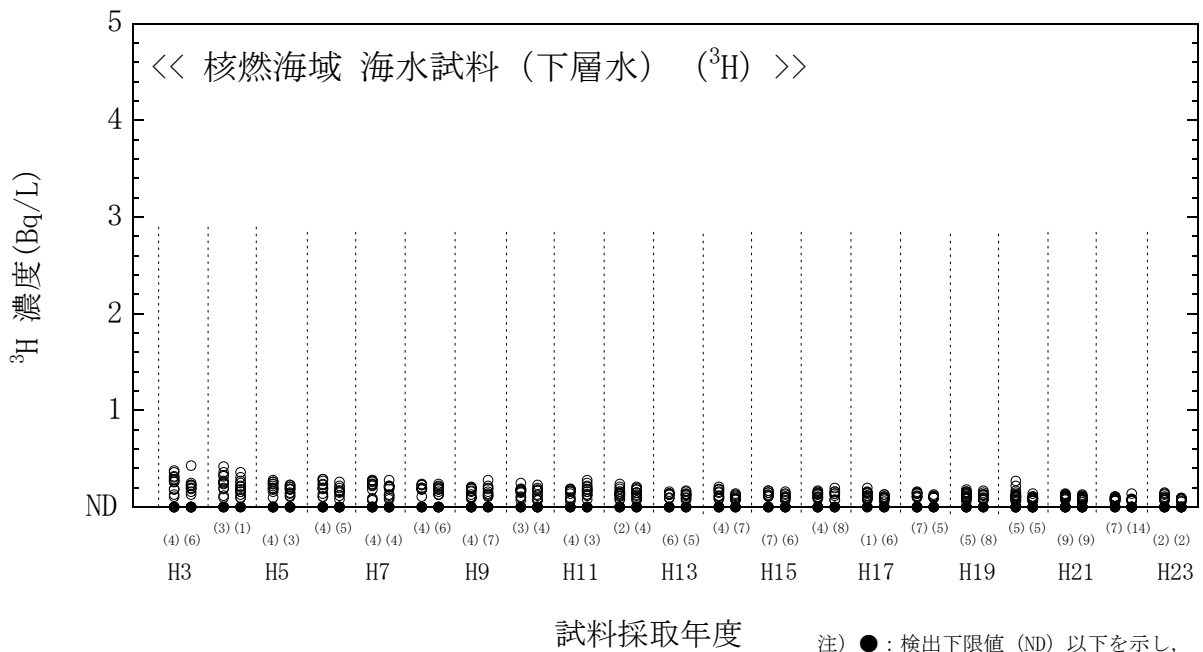


図 I-6 (63) 海底土試料の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度経年変化 (核燃海域)



注) ● : 検出下限値 (ND) 以下を示し,
 () 内にその試料数を示した。

図 I-6 (64) 海水試料の ^3H 濃度経年変化 (核燃海域・表層水)



注) ● : 検出下限値 (ND) 以下を示し,
 () 内にその試料数を示した。

図 I-6 (65) 海水試料の ^3H 濃度経年変化 (核燃海域・下層水)

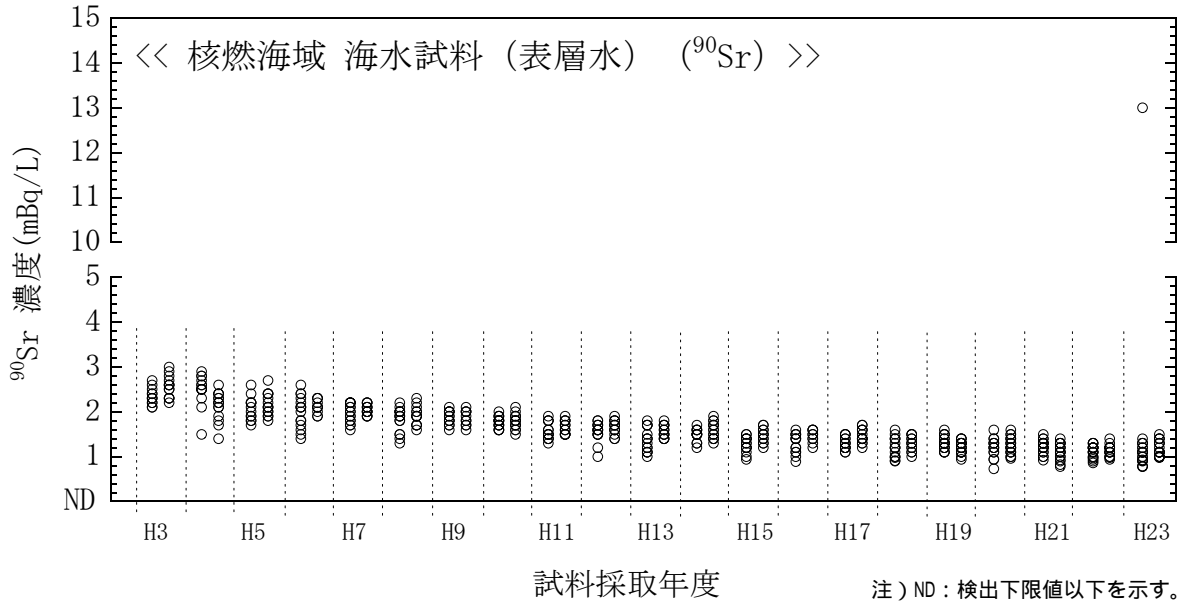


図 I-6 (66) 海水試料の ^{90}Sr 濃度経年変化 (核燃海域・表層水)

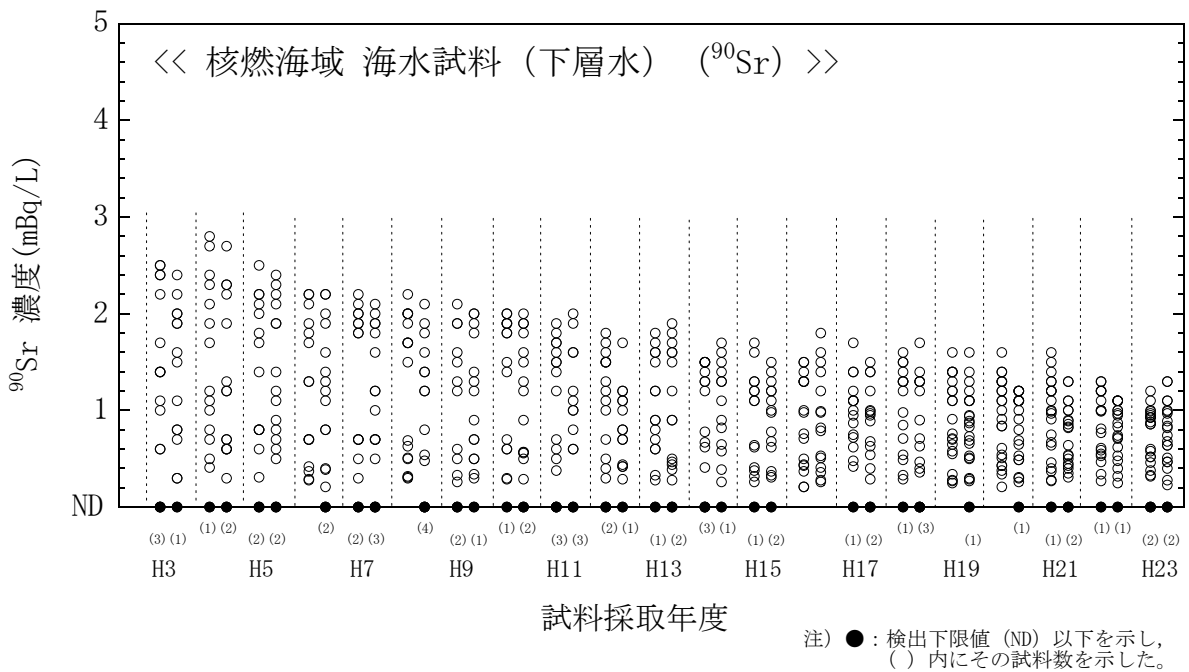


図 I-6 (67) 海水試料の ^{90}Sr 濃度経年変化 (核燃海域・下層水)

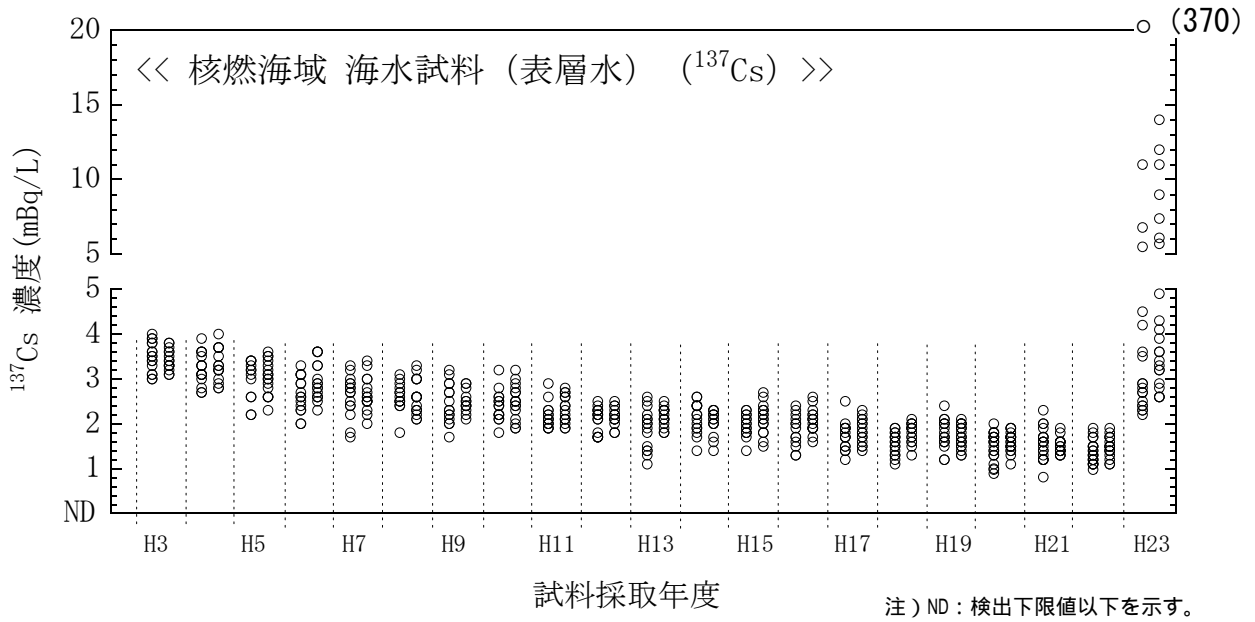


図 I-6 (68) 海水試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (核燃海域・表層水)

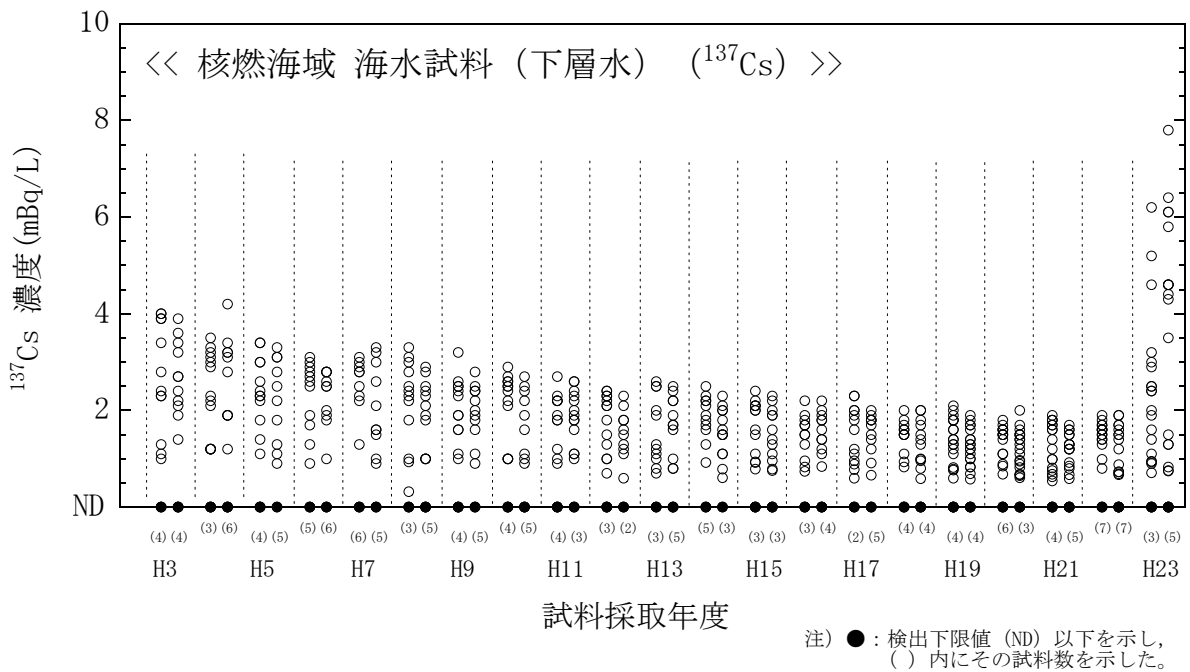


図 I-6 (69) 海水試料の ^{137}Cs 濃度経年変化 (核燃海域・下層水)

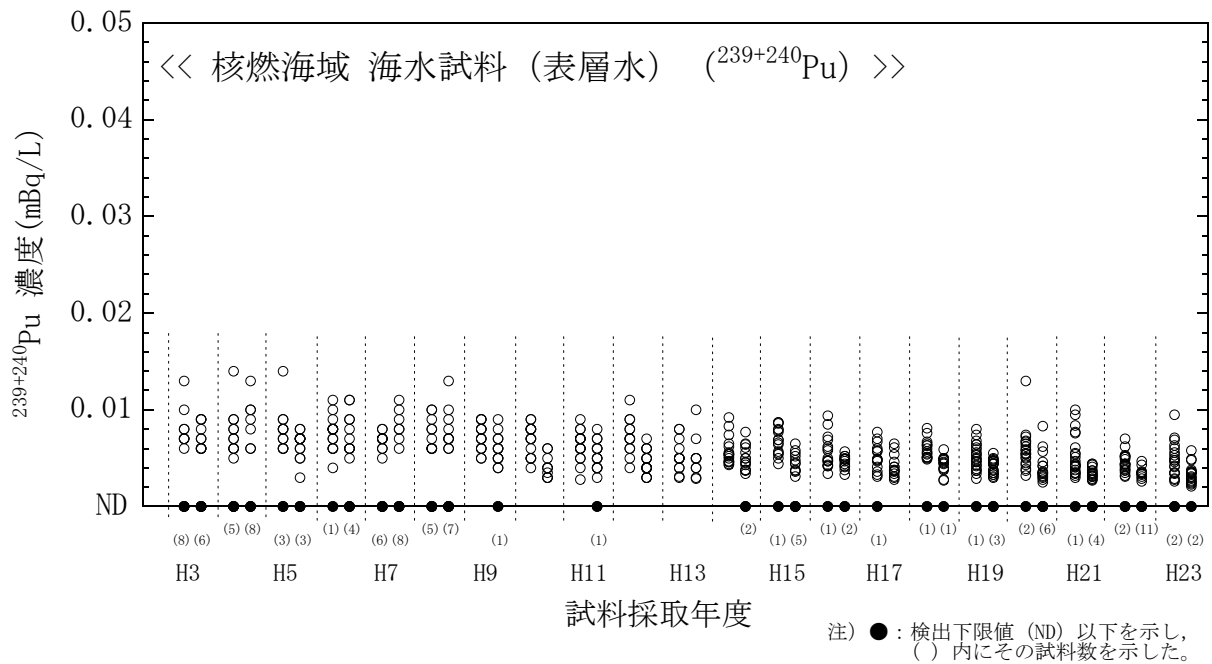


図 I-6 (70) 海水試料の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度経年変化 (核燃海域・表層水)

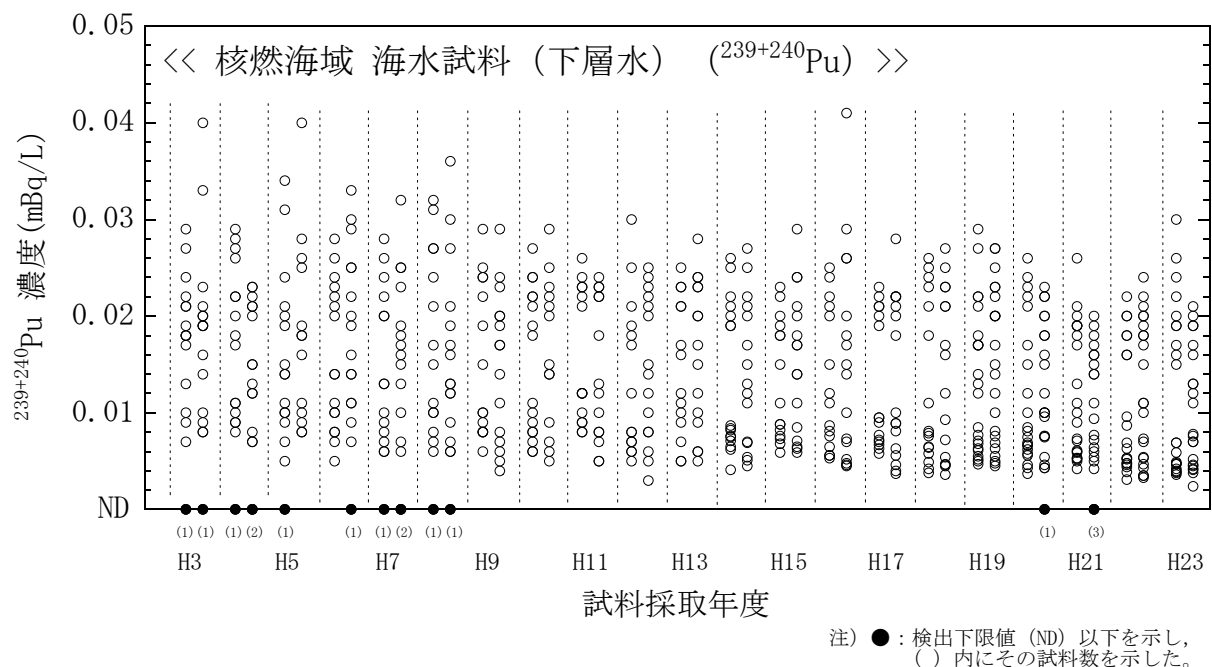


図 I-6 (71) 海水試料の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度経年変化 (核燃海域・下層水)