

登録番号 N 841-76-46

(開示制限)

本資料は 年 月 日付けで登録区分、
変更する。
2001. 6. - 6

[技術情報室]

昭和50年度東海事業所環境放射能監視 に関する技術レポート

Technical Report on the Environmental Radioactivity
Surveillance at Tokai Works for FY - 1975

1976年10月

動力炉・核燃料開発事業団
東 海 事 業 所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

お問い合わせ窓口
技術協力課
技術展開部
技術管理部
核燃料サイクル開発機構

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

(W)

下
N 841-76-46

1976年3月31日



昭和50年度東海事業所環境放射能監視に関する技術レポート

実施責任者 木 下 陸（環境安全課長）
報告者 篠 原 邦 彦（レポート作成者）
倉 林 美 積（安全対策課）
武 藤 重 男（放射線管理課）
岸 本 洋一郎 黒 須 五 郎
成 田 倭 須 藤 雅 之
竹 松 光 春 郷 田 正
並 木 篤

期 間 1975年4月1日～1976年3月31日

目 的 昭和50年度に東海事業所で実施した環境放射能監視結果をまとめることで、今後の環境放射能監視業務の実施にあたりその参考とする。

要 旨 昭和50年度（昭和50年4月～昭和51年3月）に実施した東海事業所敷地内外の環境放射線および環境放射能の監視測定の結果をとりまとめた。監視測定の内容は、昭和50年8月以降については再処理工場保安規程第Ⅲ篇（環境監視篇）に基づく測定項目、およびそれ以前についてのほぼ同規模の事前調査として定常的に実施した項目ならびに特別に行なった調査等であり、同年度に東海事業所で行なったほとんどの測定項目を含んでいる。

特にこの報告書に集録した技術データは上述の再処理工場の操業開始後の環境管理に必要な監視測定法ないしその基準の具体化をはかる上に必要な基礎情報であり、今後これらデータの解析、検討に際し活用するため、こゝに総括したものである。

目 次

序	
1. 空間線量率	1
2. 積算線量	4
3. 大気中放射性物質濃度	9
1) 大気中浮遊塵	9
2) 大気中 ¹³¹ I濃度	16
3) 大気中β放射性ガス濃度	16
4. 降下塵中放射性物質濃度	17
5. 陸水試料中放射性物質濃度	19
1) 雨水中放射性物質濃度	19
2) 河川水中放射性物質濃度	23
3) 飲料水中放射性物質濃度	26
6. 陸土中放射性物質濃度	29
1) 表土中放射性物質濃度	29
2) 河底土中放射性物質濃度	38
7. 陸上生物中放射性物質濃度	40
1) 野菜中放射性物質濃度	40
2) 牧草中放射性物質濃度	43
3) 米麦中放射性物質濃度	44
4) 牛乳中放射性物質濃度	45
8. 海岸水・海水中放射性物質濃度	48
1) 海岸水中放射性物質濃度	48
2) 海水中放射性物質濃度	57
9. 海底土中放射性物質濃度	65
10. 海岸砂中放射性物質濃度	75
11. 海産生物中放射性物質濃度	80
12. 海岸砂・漁網および船体片の表面線量率	90
結語	91
付図 1. 環境試料等の採取または測定場所(敷地内)	93
付図 2. 環境試料等の採取または測定場所(敷地外)	94

付図 3. 海岸水・海岸砂採取および海岸砂表面線量率の測定場所	95
付図 4. 海水採取場所(St)	96
付録 1. 分析法・測定器一覧	97
付録 2. 正規確率紙およびワイブル確率紙の環境監視データへの応用	98
参考文献	104

表 目 次

表 1-1 各測定点における空間線量率	1
表 2-1 各測定点における年間積算線量	5
表 3-1 各捕集地点における浮遊塵全 α 、全 β 放射能濃度	10
表 3-2 各捕集地点における浮遊塵中 ^{90}Sr , ^{137}Cs および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	10
表 4-1 降下塵全 β 放射能	17
表 5-1 雨水中放射性物質濃度	19
表 5-2 河川水中(湖沼水も含む)放射性物質濃度	23
表 5-3 飲料水中放射性物質濃度	26
表 6-1 定常採取表土中全 β 放射能濃度	29
表 6-2 定常採取表土中 ^{90}Sr , ^{137}Cs , および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	31
表 6-3 特別調査表土中全 β 放射能濃度	33
表 6-4 特別調査表土中 ^{90}Sr , ^{137}Cs , および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	35
表 6-5 河底土中全 β 放射能濃度	38
表 7-1 野菜中全 β 放射能濃度	40
表 7-2 野菜中 ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{239+240}\text{Pu}$ および ^{131}I 濃度	42
表 7-3 牧草中全 β 放射能濃度	43
表 7-4 牧草中 ^{90}Sr , $^{239+240}\text{Pu}$ および ^{131}I 濃度	43
表 7-5 米麦中全 β 放射能および ^{90}Sr 濃度	44
表 7-6 牛乳中全 β 放射能濃度	45
表 7-7 牛乳中 ^{90}Sr および ^{131}I 濃度	45
表 8-1 海岸水中全 β 放射能濃度	48
表 8-2 海岸水中 ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr および $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ 濃度	52
表 8-3 海岸水中 $^{239+240}\text{Pu}$ および ^3H 濃度	54
表 8-4 海水中全 β 放射能濃度	57
表 8-5 海水中 ^{106}Ru , ^{144}Ce および ^{137}Cs 濃度	59
表 8-6 海水中 ^{90}Sr および $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ 濃度	59
表 8-7 海水中 $^{239+240}\text{Pu}$ および ^3H 濃度	60
表 9-1 海底土中全 β 放射能濃度	65
表 9-2 海底土中 ^{106}Ru , ^{144}Ce および ^{137}Cs 濃度	69
表 9-3 海底土中 ^{90}Sr , ^{95}Zr および ^{95}Nb 濃度	70
表 9-4 海底土中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	71
表 10-1 海岸砂中全 β 放射能濃度	75

表 1 0 - 2 海岸砂中 ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{95}Zr , ^{95}Nb および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	77
表 1 1 - 1 海産生物中全 β 放射能濃度	80
表 1 1 - 2 海産生物中 ^{106}Ru , ^{144}Ce および ^{137}Cs 濃度	83
表 1 1 - 3 海産生物中 ^{90}Sr , ^{95}Zr / ^{95}Nb および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度	83

序

東海事業所では、再処理工場の環境調査の一環として、施設周辺の環境放射能および放射線の操業前モニタリングを行っている。この報告書は、同工場のホット操業開始後のモニタリング業務における監視測定の具体的方法および監視基準の具体化の検討に当っての基礎情報を得ることを主たる目的として、昭和50年度（昭和50年4月～51年3月）に得られた測定値をとりまとめたものである。即ち、本報は、昭和50年度時点における当事業所周辺の環境放射能の概況を示すものであると同時に、今後の当事業所における環境モニタリングのあり方を探るに当っての重要な材料のひとつを提供するものであり、その記述する内容は純技術的観点に立脚したものである。

環境監視測定の結果得られるデータは、必ずあるバラツキを有する。監視の対象物を全て採取し、完全に均質に混合して分析すれば、バラツキのきわめて少ない単一の値を得ることはできるであろうが、それにはその対象を完全に破壊し、もしくは原状回復不能としなければ不可能である。環境を監視するために一般に行う測定は、対象の大きさに比べて非常に小さな試料を複数個採取・分析し、その結果から対象としている母集団の特性を推定しようとする事であるから、まず最初のステップとして、得られたデータがいかなる分布を有しているかを知ることがきわめて重要となる。

一方、監視測定の結果は、被曝放射線量の評価、放射性物質の蓄積傾向の把握等の内容を含む管理業務の判断材料として用いられる。即ち、管理上あらかじめ定められた基準と比較する場合に、容易に対比できるような形に測定結果をまとめる必要がある。従つて、その基準は、環境測定に際して必然的にともなりデータのバラツキをも考慮に入れて定めておく必要があるし、また、測定そのものは、できるだけ直接的に基準の値と比較しうる値が得られるように行われなければならない。

このような観点から、この報告では、1年分の測定データを、主として測定対象および分析項目ごとの群とみなし、正規確率紙、ワイブル確率紙等を用いて、それぞれの群のデータ分布の特性を見出すことを試みている。本報に示した群ごとの分布の特性ならびに分布表現の手法は、今後の環境モニタリングの課題である次のような事項を検討するさいに、特に利用されるものと期待される。

- 1 施設の操業にともなり環境放射能（施設寄与分）の統計的弁別法
- 2 環境データのバラツキ要因の解析

- ハ 環境データの群化方法の検討
- ニ バラツキの少ない環境データを得るための採取・測定方法の開発
- ホ 環境データ群間の相関性の検討
- ヘ 検出限界付近またはそれ以下の環境データの有効利用

もちろん、これ等の課題の解決には、単に環境放射能データだけあればよいわけではなく、同時にやっている気象観測、海洋観測その他のデータも利用されねばならないし、放出源データおよび環境のモデリングによる不足情報の相補、新たな分析項目の追加等も心要となろう。

1. 空 間 線 量 率

空間線量率(照射線量率)は、敷地内6カ所(付図1)のモニタリング・ポストおよび敷地内1カ所(安全管理棟屋上)、敷地外3カ所(東海村役場、勝田市長砂公民館および勝田市高野小学校)(付図2)のモニタリング・ステーションにより連続的に測定した。ポスト、ステーションとともに、NaI(Tl)シンチレーション検出器であり、ステーションには、照射線量評価をより正確に行なうため、エネルギー補償回路が組み込まれている。ポストとステーションの測定値の差は、この回路の有無によるものである。すなわちポストには低エネルギー光子に対する過剰応答の補正がなされていないためである。

測定および記録は、連続的に行なわれ、測定値は、記録紙上の1時間平均値を目読することにより得た。この1時間平均値を以後のデータ処理の基本値として用いた。

結果を、表1-1、図1-1および図1-2に示す。

表1-1. 各測定点における空間線量率

測 定 場 所	最 大	平 均 ($\mu\text{R}/\text{時}$)
(敷地内)		
P 1 正 門	12.4	7.5 ± 0.3
P 2 検 查 課 前	12.7	8.5 ± 0.6
P 3 再処理北サク囲	11.0 (17.0*)	6.7 ± 0.4
P 4 ブル燃入口	12.0	7.8 ± 0.4
P 5 新グランド南	11.0	6.6 ± 0.4
P 6 G棟南サク囲	11.5	5.8 ± 0.6 (昭和50年 6月より)
S 1 安全管理棟	7.2	4.4 ± 0.4
(敷地外)		
S 2 東海村役場	6.7	4.1 ± 0.5
S 3 勝田市長砂公民館	6.9	4.4 ± 0.5
S 4 勝田市高野小学校	7.3	3.7 ± 0.2 (昭和50年 7月より)
(* 非破壊検査の影響)		

(注) P 1~P 6はモニタリング・ポスト。

S 1~S 4はモニタリング・ステーション

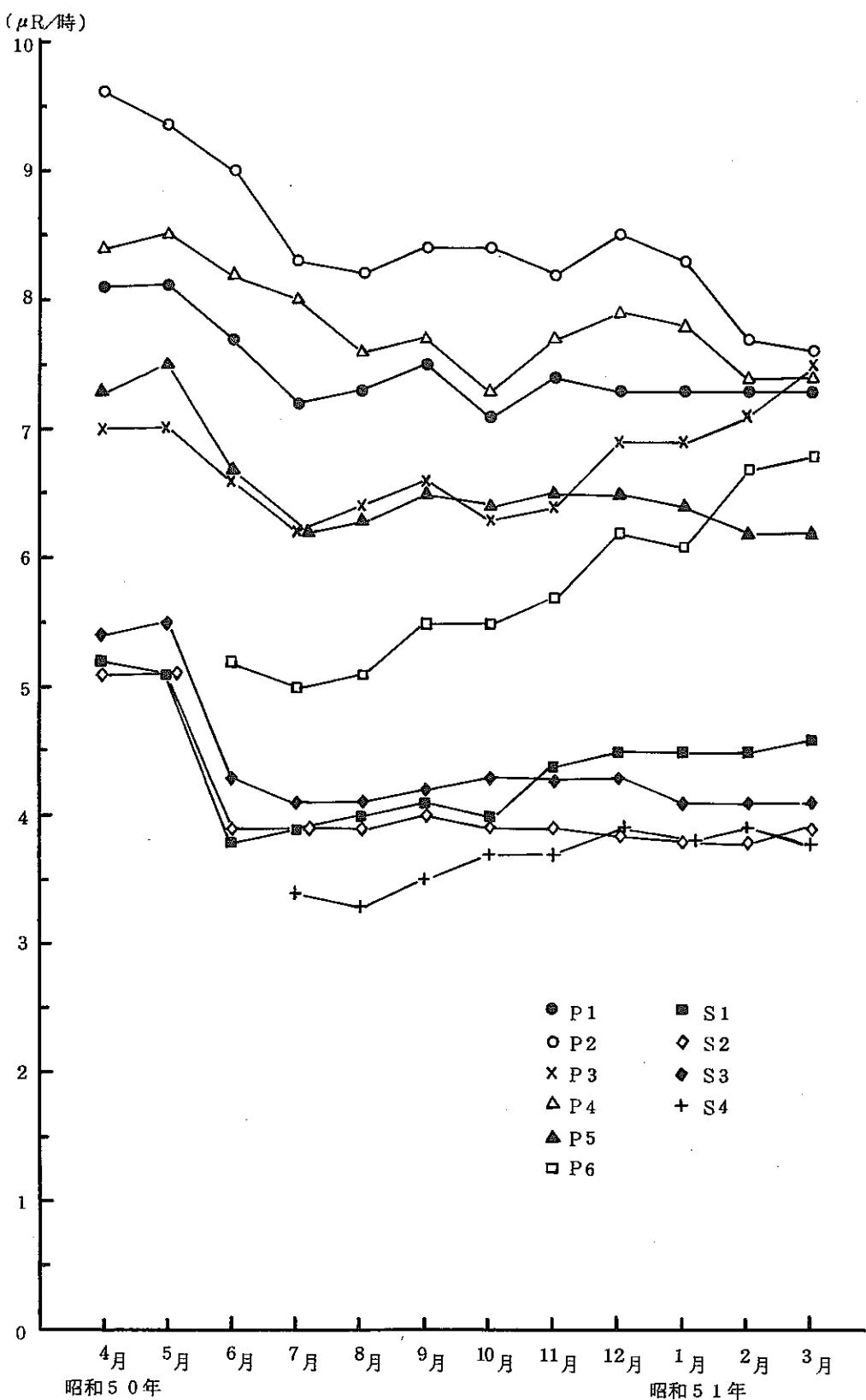


図1-1 空間線量率の各月平均値の変動

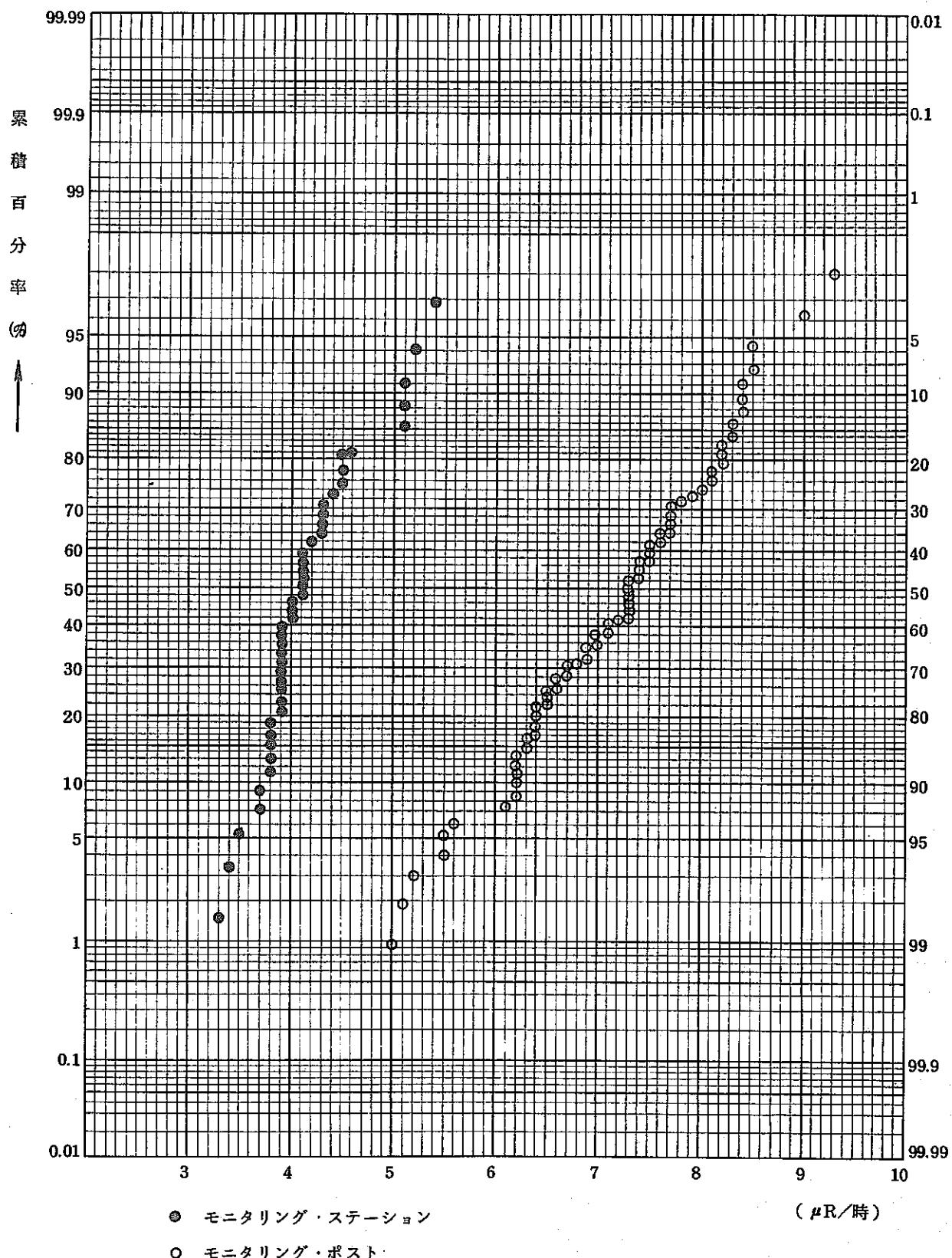


図 1-2 空間線量率(月間平均値)の正規確率プロット

2. 積算線量

積算線量(照射線量)は、熱ルミネッセンス線量計(TLD、松下UD-200S)および螢光ガラス線量計を3ヶ月間設置の後、測定した。

設置場所は、次の通りである。

TLD	コントロール	1カ所
敷地内	17カ所	(内1カ所は6月19日以降設置中止)
敷地外	26カ所	
モニタリング船	4カ所	
廃棄物管理	7カ所	
ガラス	コントロール	1カ所
敷地内	2カ所	
敷地外	3カ所	

コントロールとは、安全管理棟3階の5cm厚の鉛壁内に設置されており、自己汚染成分および硬宇宙線成分測定用である。(本報に記載した測定値はこれらの成分を含んでいる。)

結果を、表2-1、表2-2、および図2-1に示す。

なお、TLDの素子数は、平均6素子/1カ所・3ヶ月であった。

表2-1 各測定点における年間積算線量

1) 敷地内

測定場所	ポイント番号	TLD測定値	(mR) ガラス測定値
安全管理棟(鉛壁内)	コントロール	29	< 80
第一守衛所	S 1	70	-
保健室北サク囲	S 2	69	-
検査北サク囲	S 3	63	-
再処理北サク囲	S 4	67	-
" 東サク囲	S 5	67	-
ブル燃東サク囲	S 6	70	-
G棟南サク囲	S 7	62	-
"	S 8	59	-
"	S 9	52	-
ブル燃第2裏サク囲	S 10	64	-
新グランド南	S 11	63	-
安管棟前サク囲	S 12	66	-
" 北サク囲	S 13	73	-
新グランド東側	S 14	61	-
ブル燃入口	S 15	68	< 80
再処理内	S 16	65	< 80
安管棟北側	S 50	(15) ^{注1)}	-

注1) 昭和50年3/18~6/19の積算線量、以後は設置中止。

2) 敷地外

測定場所	ポイント番号	TLD測定値	(mR) ガラス測定値
勝田市中根	F 18	(55) ^{注2)}	-
動燃地先海岸	F 21	(50) ^{注3)}	-
那珂湊市阿字ヶ浦	F 22	59	-
東海村照沼公民館	F 24	68	-
" 晴嵐荘	F 25	58	-
勝田市長砂公民館	F 26	63	-
" 前渡小学校	F 27	71	-
東海村箕輪団地	F 28	68	-

表2-1 (続)

(mR)

測定場所	ポイント番号	TLD測定値	ガラス測定値
東海村動燃分室	F 29	6.2	—
" 太田団地	F 30	6.9	—
勝田市足崎公民館	F 31	6.3	—
" 高野小学校	F 32	6.4	—
" 勝田市役所	F 33	6.8	< 8.0
東海村川根	F 34	6.4	—
勝田市佐野小学校	F 35	6.0	—
東海村川根公民館	F 36	7.0	—
" 須和間公民館	F 37	6.0	—
那珂町菅谷	F 38	5.0	—
東海村中丸小学校	F 39	6.3	—
" 村役場	F 40	7.6	—
" 百塚原団地	F 41	6.7	< 8.0
" 外宿公民館	F 42	6.5	—
" 原子力研究所	F 43	7.5	—
日立市久慈浜	F 44	6.5	—
水戸市県公害技術センタ	F 45	6.1	< 8.0
東海村東海中学校	F 50	(5.1)注4)	—

注2) 10カ月分の積算線量。

注3) 途中粉失のため9カ月分の積算線量。

注4) 10カ月分の積算線量。

3) モニタリング船

(mR)

測定場所	ポイント番号	TLD測定値	ガラス測定値
船 尾		4.1	—
マスト		4.0	—
船員室		4.3	—
操舵室		4.2	—

表 2-1 (続)

4) 廃棄物管理

(mR)

測定場所	ポイント番号	TLD測定値	ガラス測定値
安全管理棟(鉛壁内)	コントロール	29	—
不燃廃棄物置場		72	—
D棟 R I 貯蔵庫		121	—
B棟 "		163	—
B棟廃棄物置場		372	—
B棟物置		1,376	—
ブル燃第2廃棄物貯蔵庫		227	—
ブル燃ウラン貯蔵庫		314	—

表 2-2 TLD 年平均積算線量

(mR)

敷地内	65 ± 4
敷地外	65 ± 6
モニタリング船	42 ± 1
廃棄物管理	378 ± 452

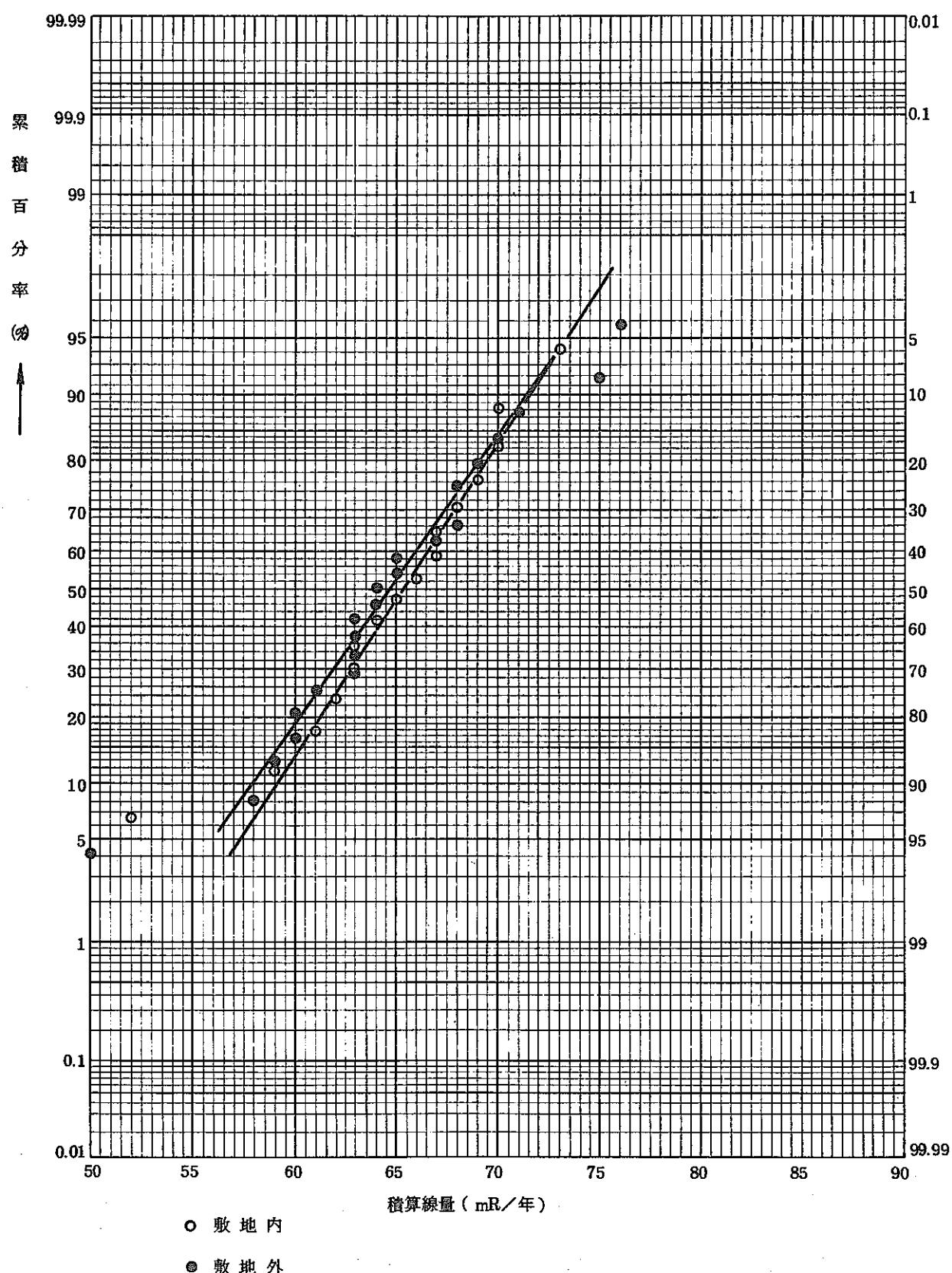


図2-1 敷地内および敷地外の
積算線量(TLD)の正規確率プロット

3 大気中放射性物質濃度

大気中放射性物質については、大気中の浮遊塵、¹³¹I および β 放射性ガスを測定した。

1) 大気中浮遊塵

大気中浮遊塵は、敷地内 5 カ所、敷地外 4 カ所に設置したダストサンプラーで、フィルター（東洋ろ紙 HE-40 5 cm ϕ ）上に捕集した。フィルターは 1 週毎に交換し、U 系列および T h 系列の娘核種の減衰を待つため約 3 日間放置した後、全 α 放射能（ZnSシンチレーション検出器による。）と全 β 放射能（GM 検出器による。）を測定した。また 3 カ月間の合成試料について ⁹⁰Sr、¹³⁷Cs および ²³⁹⁺²⁴⁰Pu を化学分析により測定した。

表 3-1 は、各捕集点別の年間平均全 α 、全 β 放射能濃度および最大濃度を、表 3-2 は、⁹⁰Sr、¹³⁷Cs および ²³⁹⁺²⁴⁰Pu の年間平均濃度および最大濃度を示す。また図 3-3 は、全 α 、全 β 放射能濃度についての、図 3-4 は ⁹⁰Sr、¹³⁷Cs 濃度についてのそして図 3-5 は ²³⁹+²⁴⁰Pu 濃度についての正規確率プロットである。正規確率プロットにおいて、全 α 、全 β 放射能濃度は、全データを全 α について $0 \sim 20 \times 10^{-15} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ を $0.1 \times 10^{15} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 每に、全 β について $0 \sim 20 \times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ を $0.1 \times 10^{14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3$ 每に分割して、累積百分率を計算した。

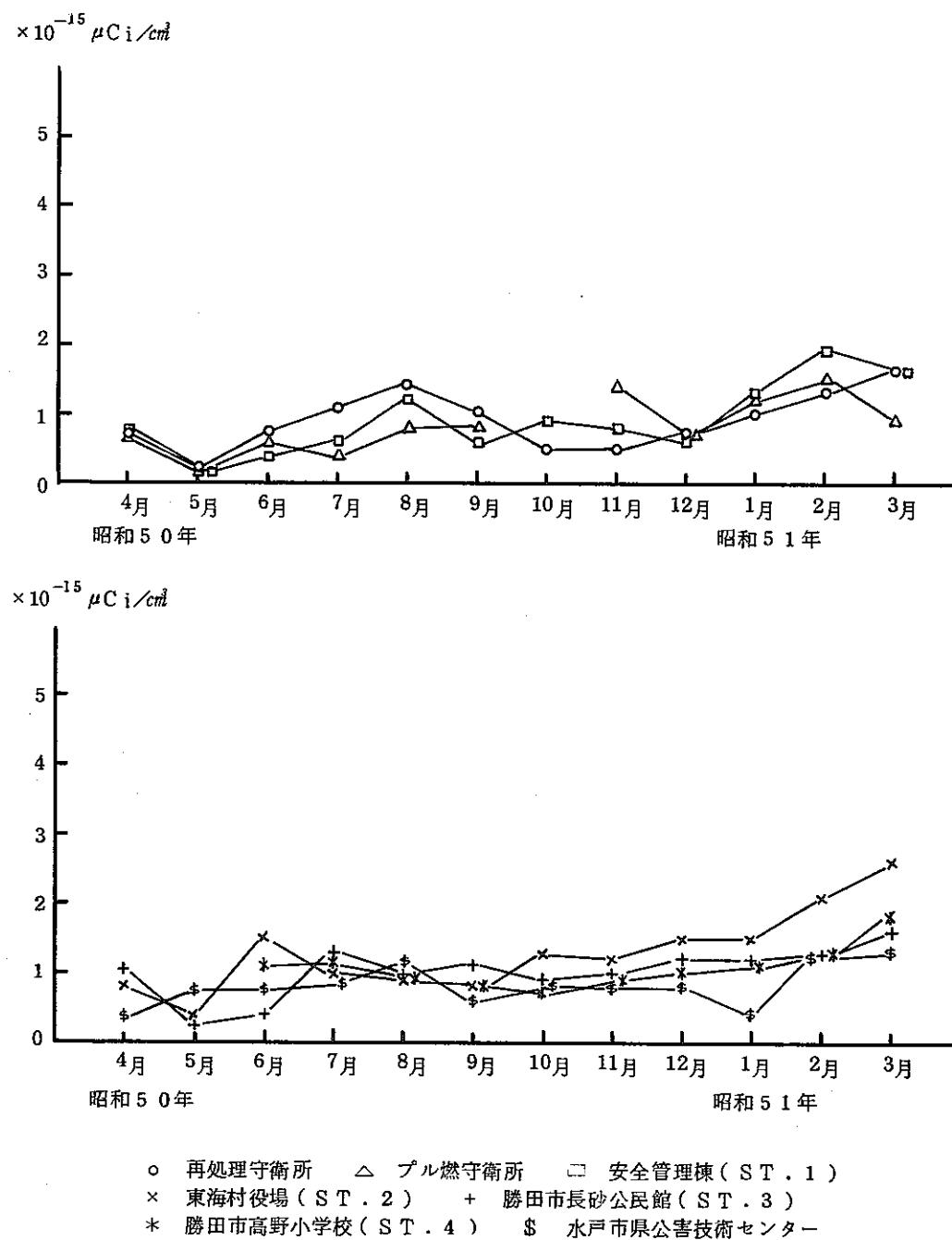
なお、図 3-2 において 51 年 2 月の上昇は、第 15 回中国核実験の影響によるものである。

表 3-1 各捕集地点における浮遊塵全 α ，全 β 放射能濃度 $(\times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3)$

捕集地点	全 α 放射能濃度			全 β 放射能濃度			ダストサンプラー 平均流量率 $(\times 10^6 \text{cm}^3/\text{hr})$
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	
敷地内							
正門守衛所	44	0.27	0.06±0.07	45	20.36	3.44±3.85	3.21
再処理守衛所	48	0.32	0.10±0.07	48	23.38	3.38±3.77	4.11
プル燃守衛所	42	0.37	0.10±0.07	42	42.79	4.31±6.66	3.53
濃縮守衛所	38	0.39	0.11±0.09	40	36.61	3.99±5.98	2.95
安全管理棟	51	0.48	0.10±0.08	52	30.53	4.00±4.91	3.78
(平均)	223		0.09±0.03	227		3.82±2.31	3.52
敷地外							
東海村役場	50	0.36	0.14±0.09	50	35.82	4.22±5.51	3.63
勝田市長砂公民館	50	0.31	0.11±0.07	50	22.83	3.80±4.21	3.79
勝田市高野小学校	39	0.33	0.10±0.07	39	27.25	2.64±4.15	4.20
水戸市 公害技術センター	50	0.27	0.09±0.07	50	18.64	2.88±3.39	3.22
(平均)	189		0.11±0.04	189		3.39±2.19	3.71
平均		0.10±0.03			3.63±1.61		3.60

表 3-2 各捕集地点における浮遊塵中 ^{90}Sr , ^{137}Cs および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度 $(\times 10^{-14} \mu\text{Ci}/\text{cm}^3)$

捕集地点	^{90}Sr			^{137}Cs			$^{239+240}\text{Pu}$		
	分析数	最大	平均	分析数	最大	平均	分析数	最大	平均
敷地内									
正門守衛所	4	0.08	0.04±0.03	4	0.16	0.05±0.07	4	0.0018	0.0010±0.0007
再処理守衛所	4	0.03	0.02±0.01	4	0.10	0.04±0.04	4	0.0021	0.0009±0.0008
プル燃守衛所	4	0.05	0.03±0.02	4	0.14	0.05±0.06	4	0.0019	0.0012±0.0007
濃縮守衛所	3	0.04	0.03±0.01	3	0.15	0.09±0.05	3	0.0019	0.0010±0.0009
安全管理棟	4	0.05	0.03±0.02	4	0.18	0.06±0.08	4	0.0014	0.0007±0.0005
(平均)	19		0.03±0.01	19		0.06±0.03	19		0.0010±0.0003
敷地外									
東海村役場	4	0.06	0.04±0.02	4	0.16	0.05±0.07	4	0.0017	0.0007±0.0007
勝田市長砂公民館	4	0.05	0.03±0.01	4	0.15	0.05±0.07	4	0.0020	0.0008±0.0008
勝田市高野小学校	3	0.05	0.03±0.01	3	0.03	0.02±0.01	3	0.0006	0.0003±0.0004
水戸市 公害技術センター	4	0.04	0.03±0.01	4	0.17	0.06±0.07	4	0.0020	0.0010±0.0007
(平均)	15		0.03±0.01	15		0.05±0.03	15		0.0007±0.0003
平均		0.03±0.01			0.05±0.02			0.0008±0.0002	

図 3-1 大気中浮遊塵の全 α 放射能の月別変動

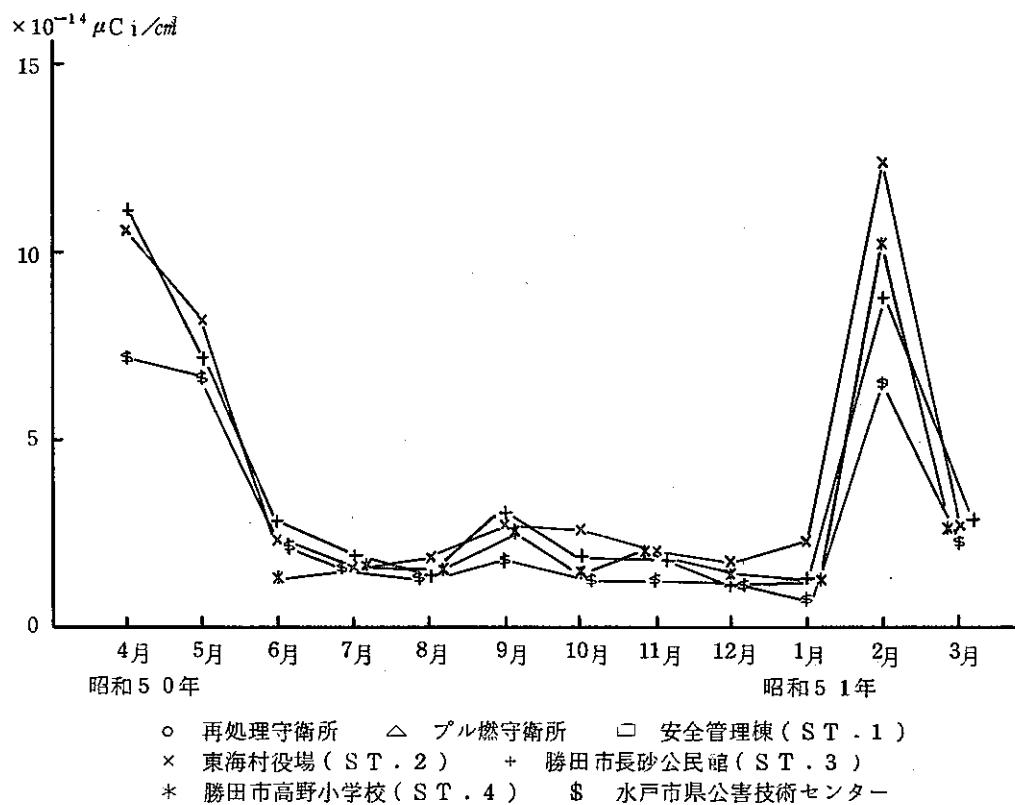
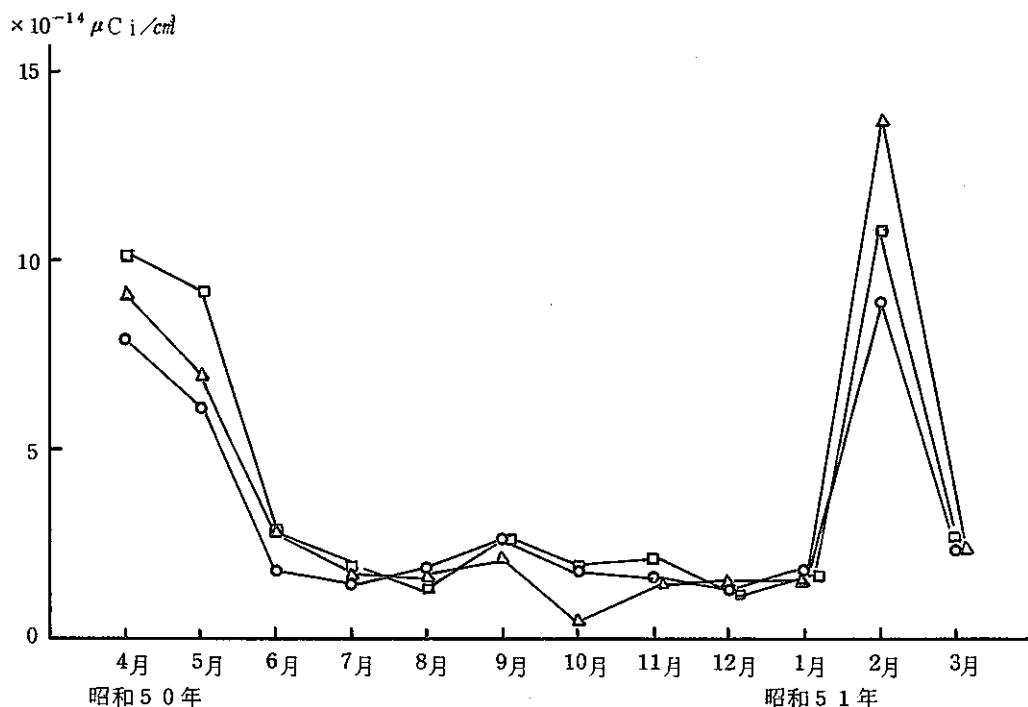
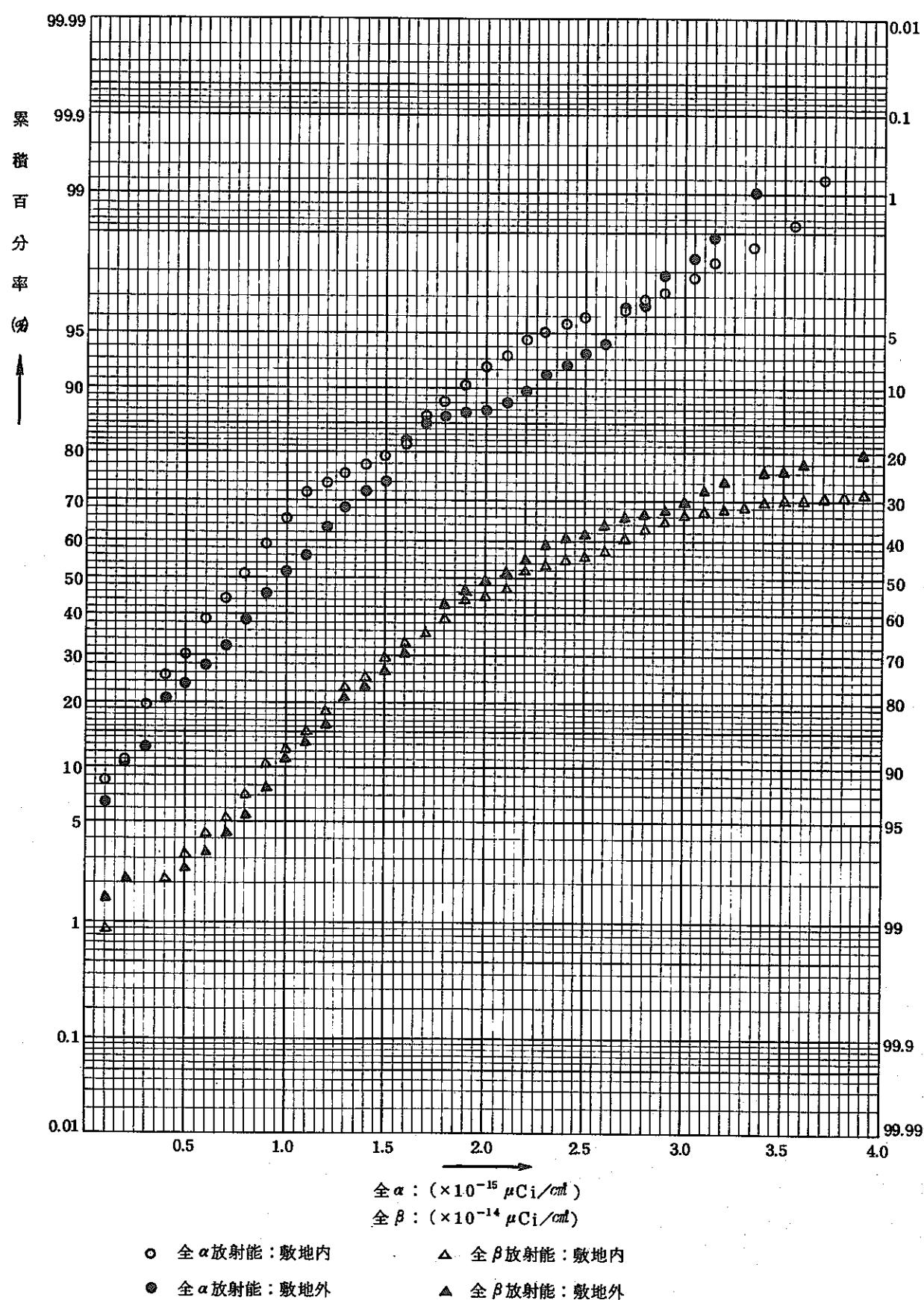
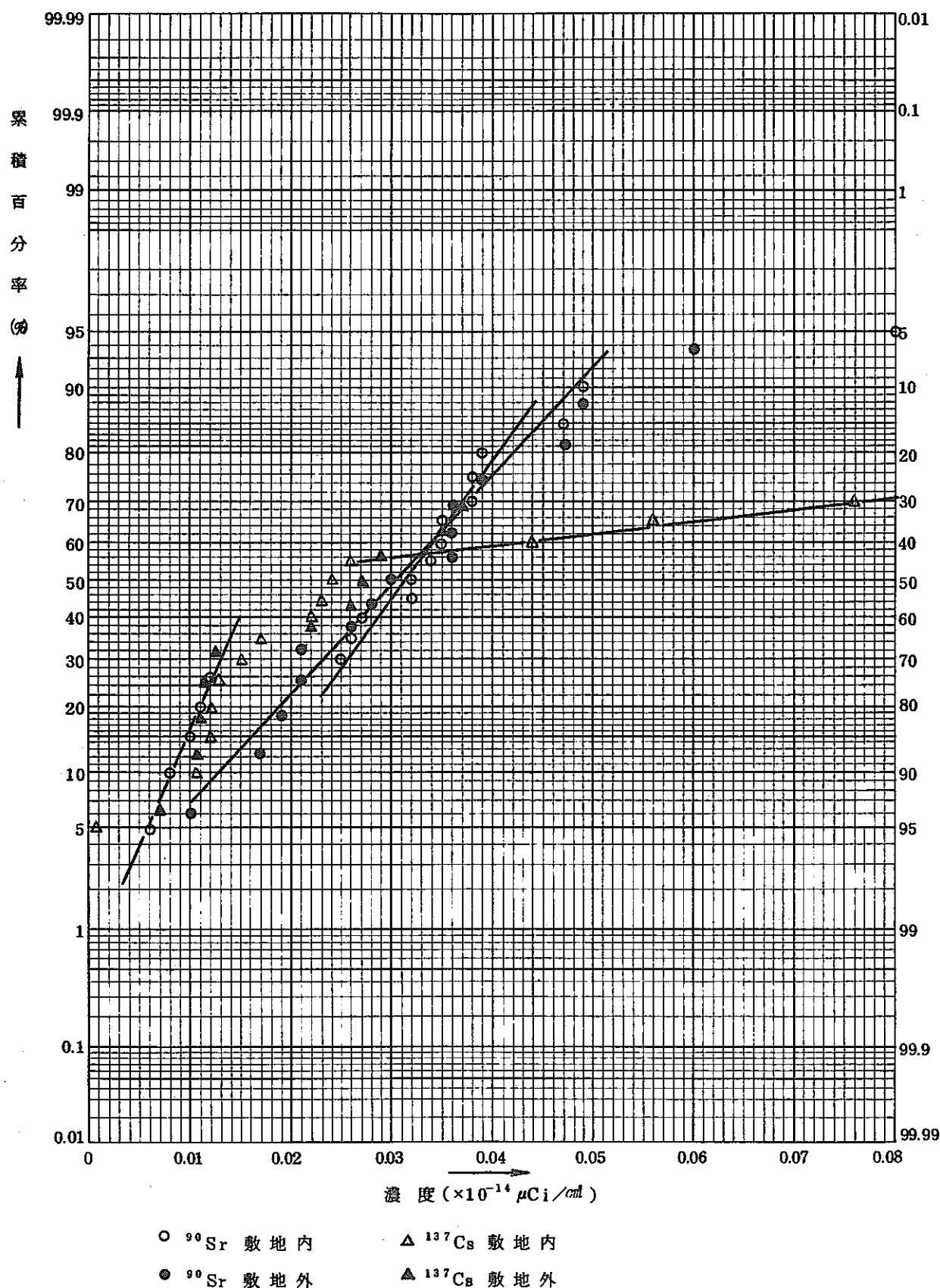
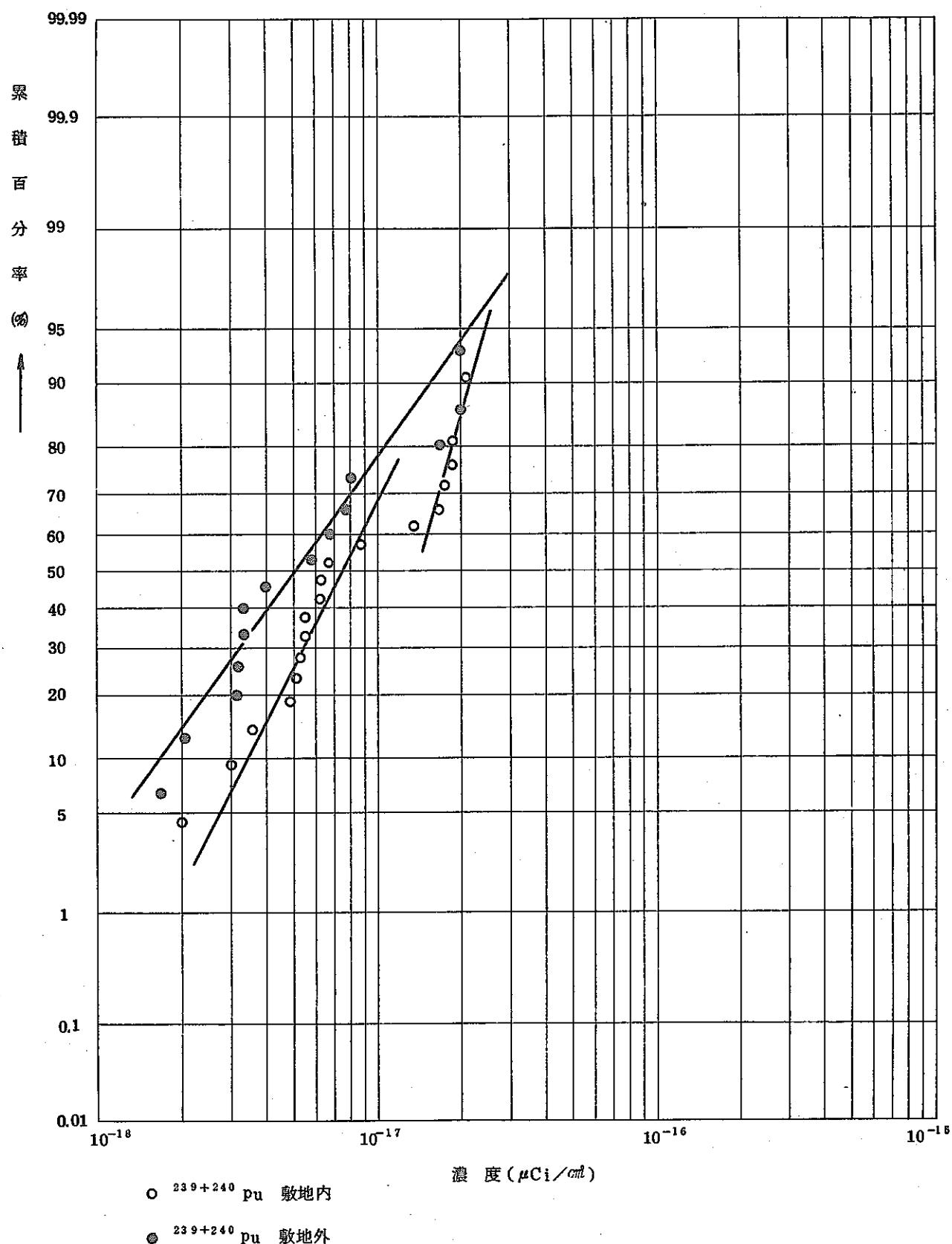


図3-2 大気中浮遊塵の全β放射能の月別変動

図 3-3 大気中浮遊塵全 α , 全 β 放射能濃度の出現頻度

図 3-4 大気中浮遊塵中 ^{90}Sr , ^{137}Cs 濃度の正規確率プロット

図 3-5 大気中浮遊塵中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の対数正規確率プロット

2) 大気中¹³¹I 濃度

¹³¹Iは、敷地内1カ所、敷地外3カ所(付図2)のモニタリングステーションに設置されたダストサンプラーでチャコールカートリッジ(東洋ろ紙CHC-50, EDTA添着)を使用して捕集した。

¹³¹Iの測定は、Ge(Li)検出器によるγスペクトロメトリで行なったが50年度全試料について¹³¹Iのピークは認められなかった。

なおチャコールカートリッジは1回/週で交換した。

3) 大気中β放射性ガス濃度

敷地内1カ所、敷地外3カ所のモニタリングステーションにおいて大気中のβ放射性ガスの連続測定を行なったが、有意な値は検出されなかった。測定には側窓型GM管4本を用いた通空式β線検出器を用いた。

なお、50年度においては、再処理工場のホット運転は開始されていないので、⁸⁵Krの放出はない。

4 降下塵中放射性物質濃度

降下塵の捕集は、 $5,000\text{cm}^2$ の水盤を使用し1カ月間毎に行なった。測定は、全 β 放射能を対象とした。また降下塵の捕集場所および測定点は敷地内安全管理棟屋上である。

表4-1は、50年度の全 β 放射能測定値の最大および平均を示す。図4-1は、全 β 放射能の月別変動、および図4-2は、全 β 放射能測定値の対数正規確率プロットである。

測定は試料（全試料）を蒸発乾固の後、GM検出器で行なった。

表4-1 降下塵全 β 放射能

(mCi/ $\text{km}^2/\text{月}$)

捕集地点	試料数	最大	平均
安全管理棟屋上	10	1.68	0.69 ± 0.52

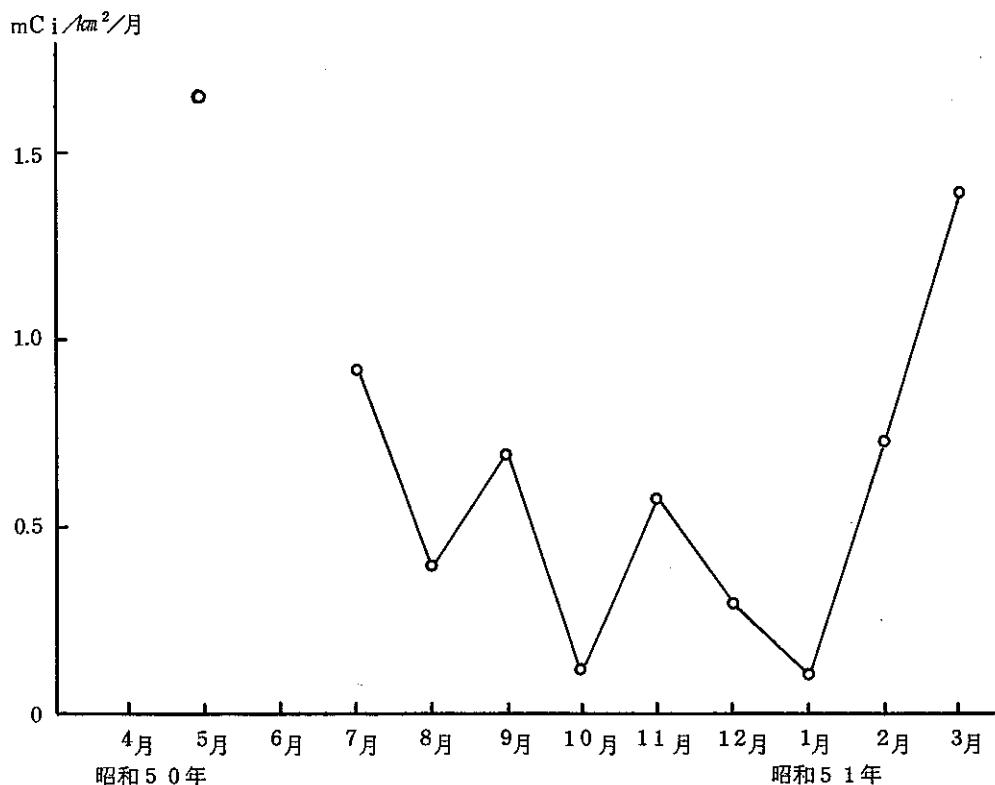
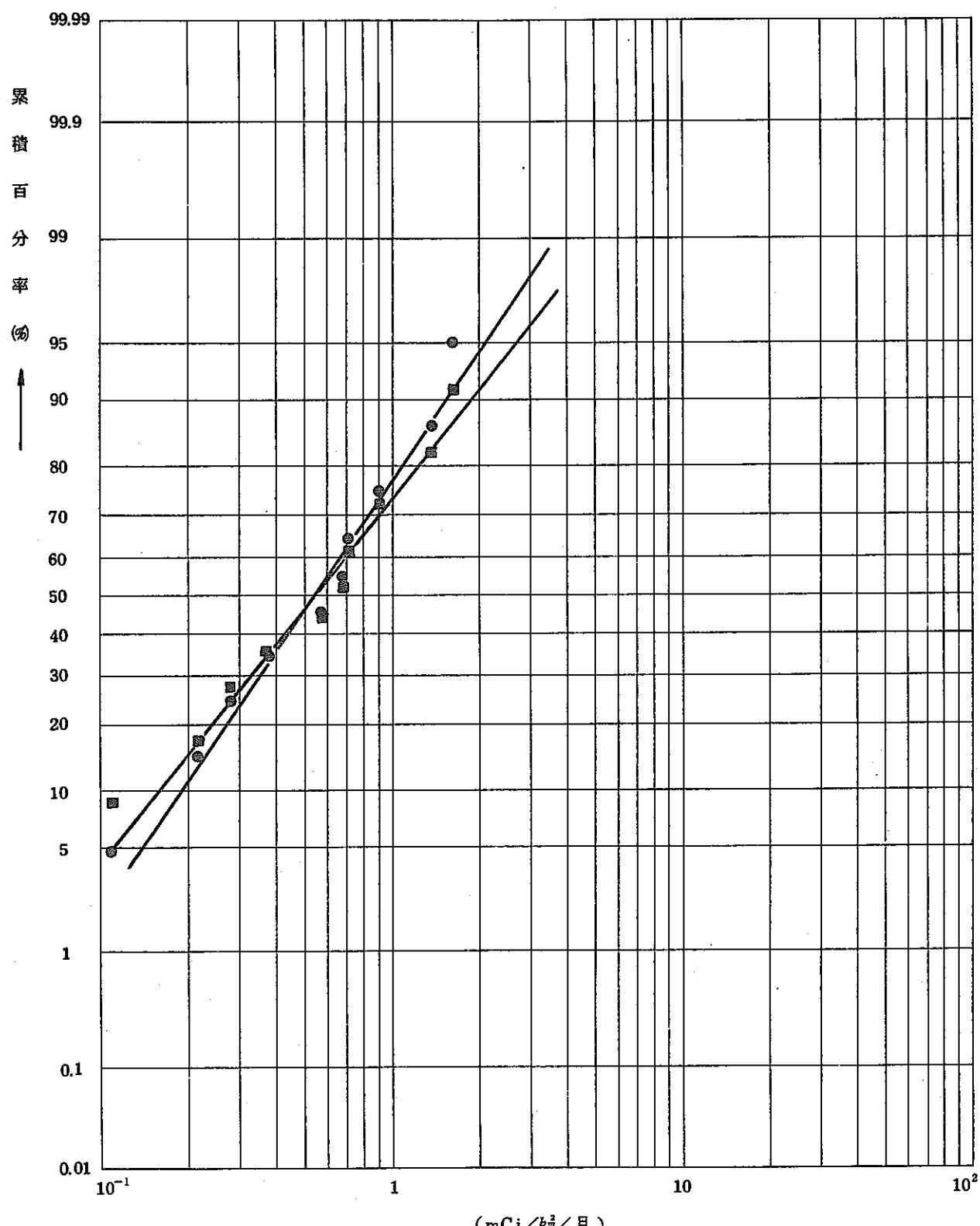


図4-1 降下塵全 β 放射能の月別変動



(注) ● $F(\%) = \frac{i - 0.5}{N} \times 100$ (ハンフード式⁽²⁾)

■ $F(\%) = \frac{i}{N+1} \times 100$ (本報で使った式)

図 4-2 降下塵全 β 放射能の対数正規確率プロット

5. 陸水試料中放射性物質濃度

陸水試料として、雨水・河川水（湖沼水を含む）・飲料水を採取し、全 β 放射能濃度およびトリチウム濃度を測定した。全 β 放射能は蒸発乾固の後、GM検出器で、またトリチウムは液体シンチレーション測定装置（シンチレータ：Insta Gel）で測定した。

1) 雨水中放射性物質濃度

雨水は、1カ月間毎に敷地内3ヶ所、敷地外1ヶ所において、雨水採取器で採取した。

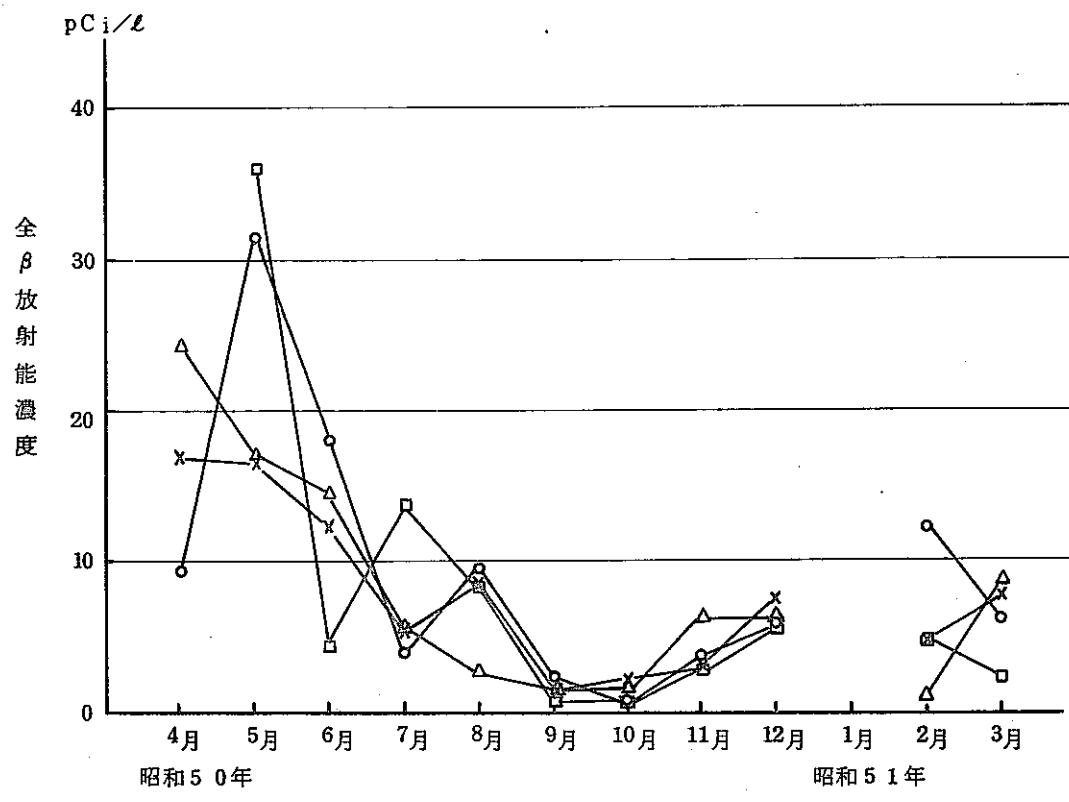
結果を表5-1および図5-2に示す。

なお、全 β 放射能濃度の測定には1ℓ、トリチウム濃度測定には8mlの雨水試料を用いた。

表5-1 雨水中放射性物質濃度

採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi / ℓ)			^3H (pCi / ml)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
(敷地内)						
正門守衛所裏	11	31.4	10.5 ± 8.3	7	0.38	0.20 ± 0.11
ブル燃丘	11	24.2	8.5 ± 7.2	7	0.19	0.10 ± 0.07
安管棟屋上	11	16.9	8.0 ± 5.3	6	0.33	0.15 ± 0.11
(平均)	33		9.0 ± 1.3	20		0.15 ± 0.05
(敷地外)						
東海村役場	10	35.9	8.7 ± 10.2	5	0.18	0.12 ± 0.06
平均	43		8.9 ± 1.3	25		0.14 ± 0.04

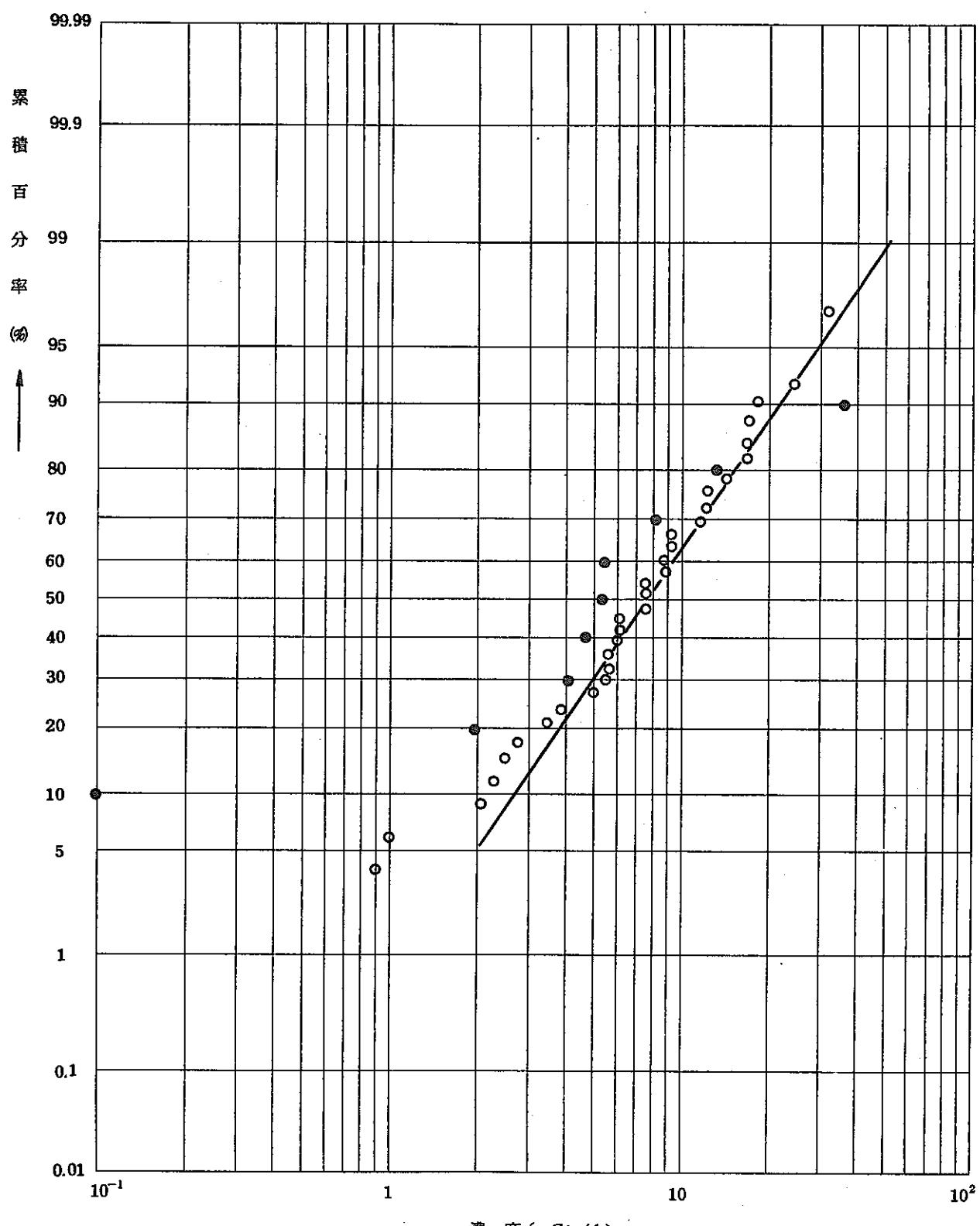
(注) トリチウム濃度については、8月以降のデータを使用した。



- 正門守衛所裏
- △ プル燃丘
- × 安全管理棟屋上
- 東海村役場

(注) 51年1月において降雨量は0であった。

図 5-1 雨水中全β放射能濃度の月別変動

図 5-2 雨水中全 β 放射能濃度の対数正規確率プロット

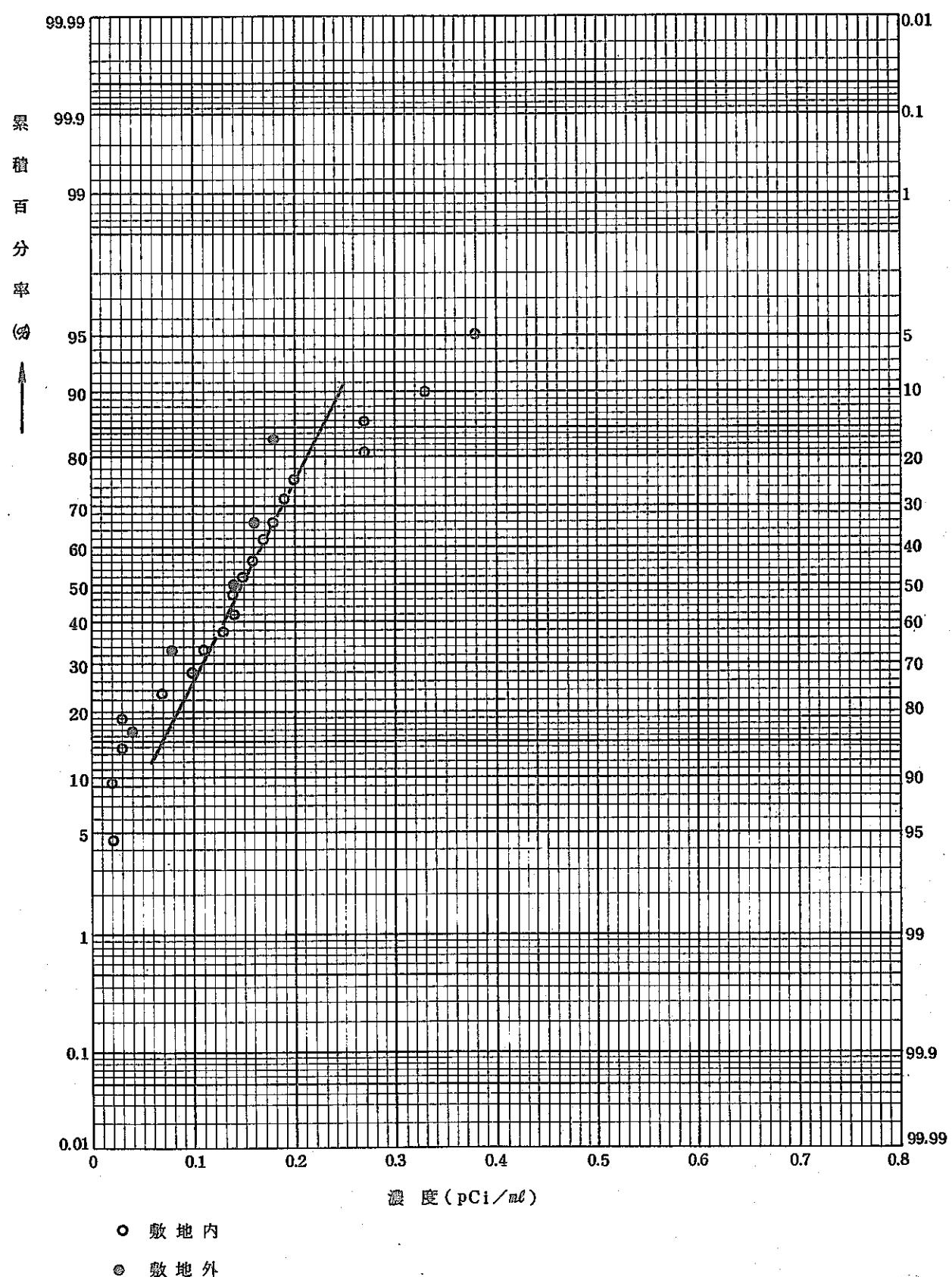


図5-3 雨水中トリチウム濃度の正規確立プロット

2) 河川水中放射性物質濃度

河川水(湖沼水も含む)は、3ヶ月毎に、河川水については、敷地外4カ所、湖沼水については敷地外1カ所で採取した(採取量は約10ℓ)。

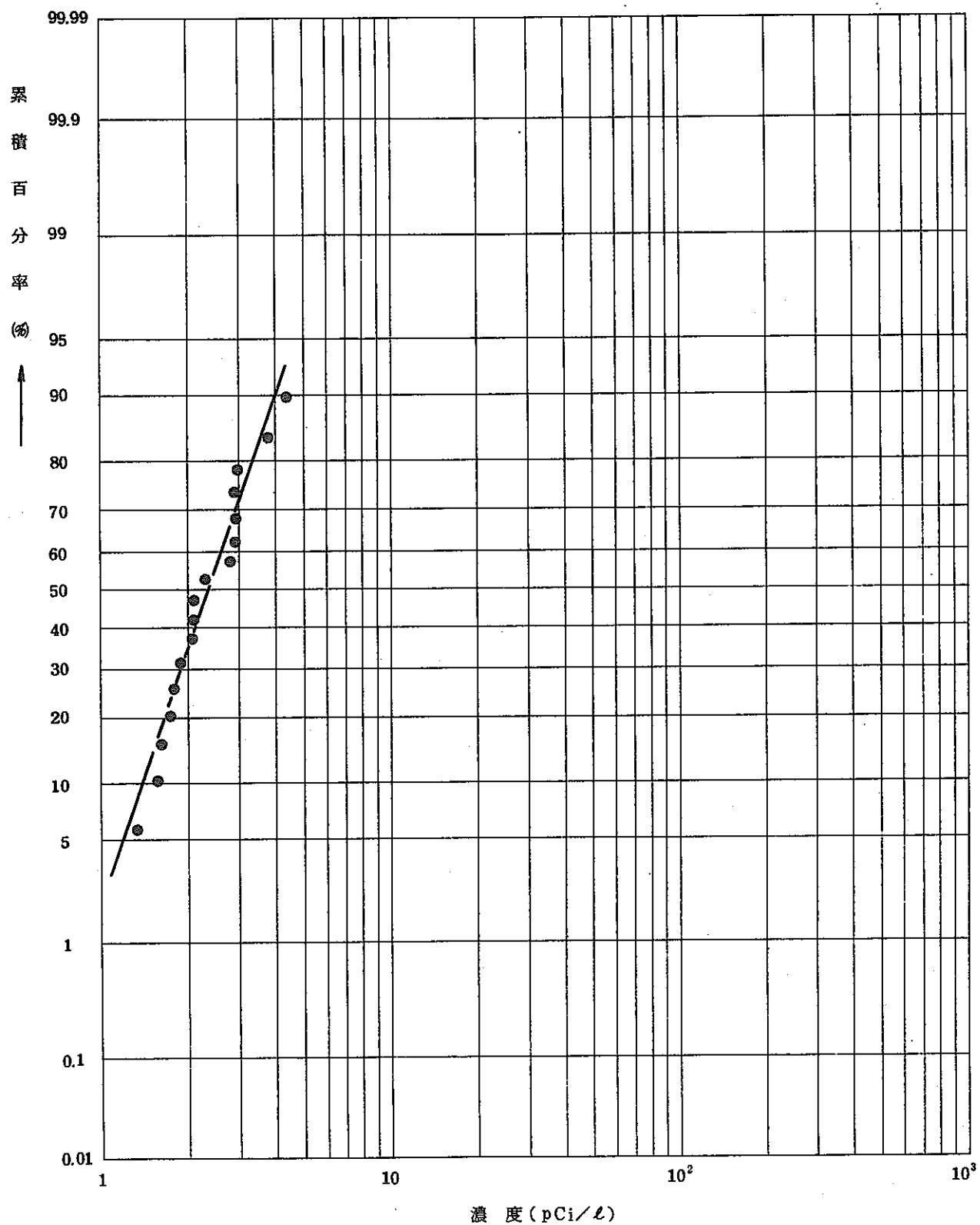
結果を、表5-2、図5-4および図5-5に示す。

なお、全β放射能濃度測定には1ℓ、トリチウム濃度測定には8mℓの河川水試料を用いた。

表5-2 河川水中(湖沼水も含む)放射性物質濃度

採取場所	全β放射能濃度 (pCi/ℓ)			³ H (pCi/mℓ)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
新川河口	4	4.4	3.4 ± 0.9	2	0.24	0.18 ± 0.08
新川中流	4	3.0	2.4 ± 0.7	2	0.27	0.16 ± 0.16
新川下流	4	2.9	2.1 ± 0.6	2	0.23	0.18 ± 0.08
久慈川上流	3	2.9	2.1 ± 0.9	2	0.19	0.10 ± 0.13
阿漕が浦	3	2.0	1.8 ± 0.3	2	0.15	0.08 ± 0.10
平均	18		2.4 ± 0.6	10		0.14 ± 0.05

(注) トリチウム濃度については、50年10月および51年1月のデータのみを使用した。

図 5-4 河川水中全 β 放射能濃度の対数正規確率プロット

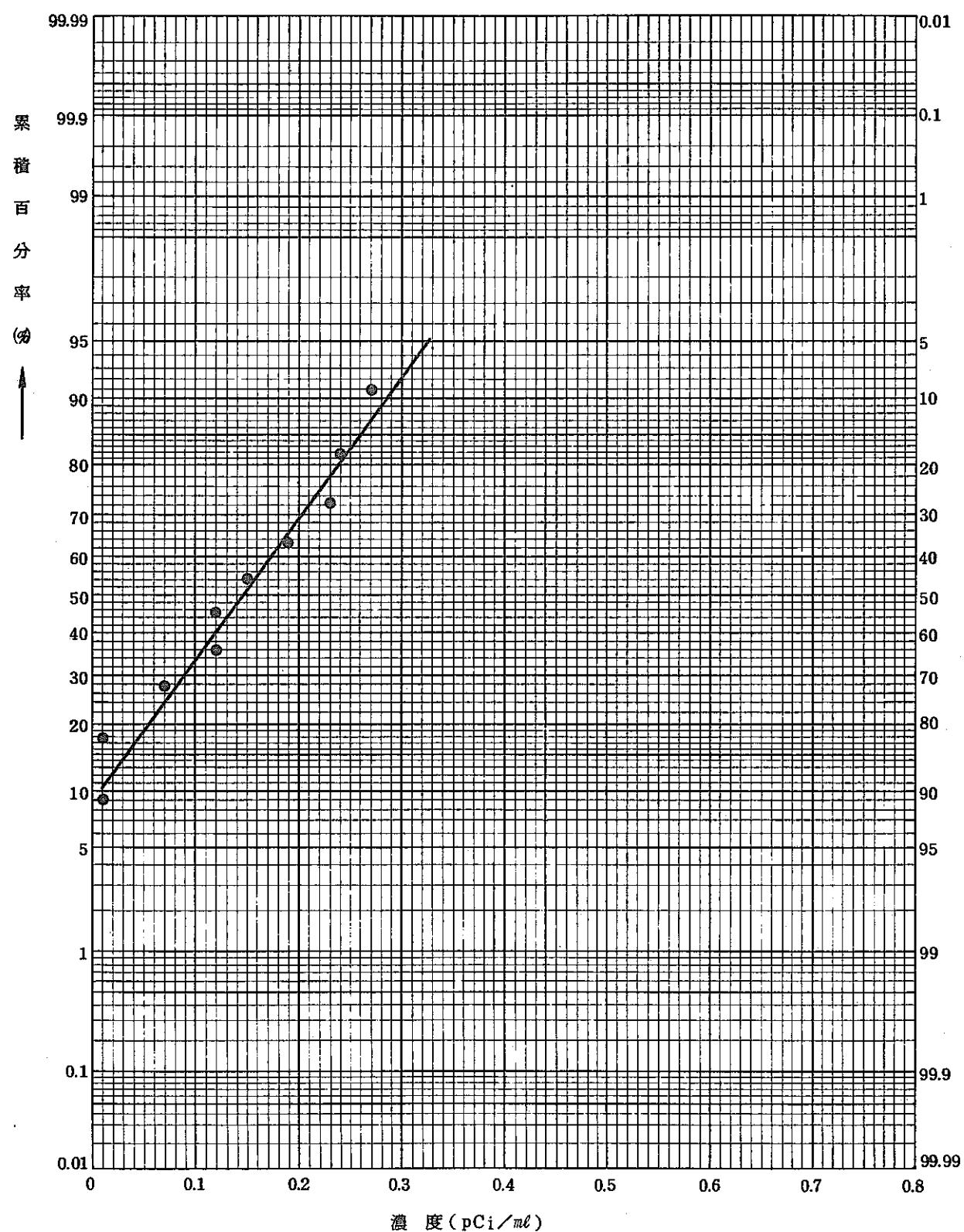


図 5 - 5 河川水中トリチウム濃度の正規確率プロット

3) 飲料水中放射性物質濃度

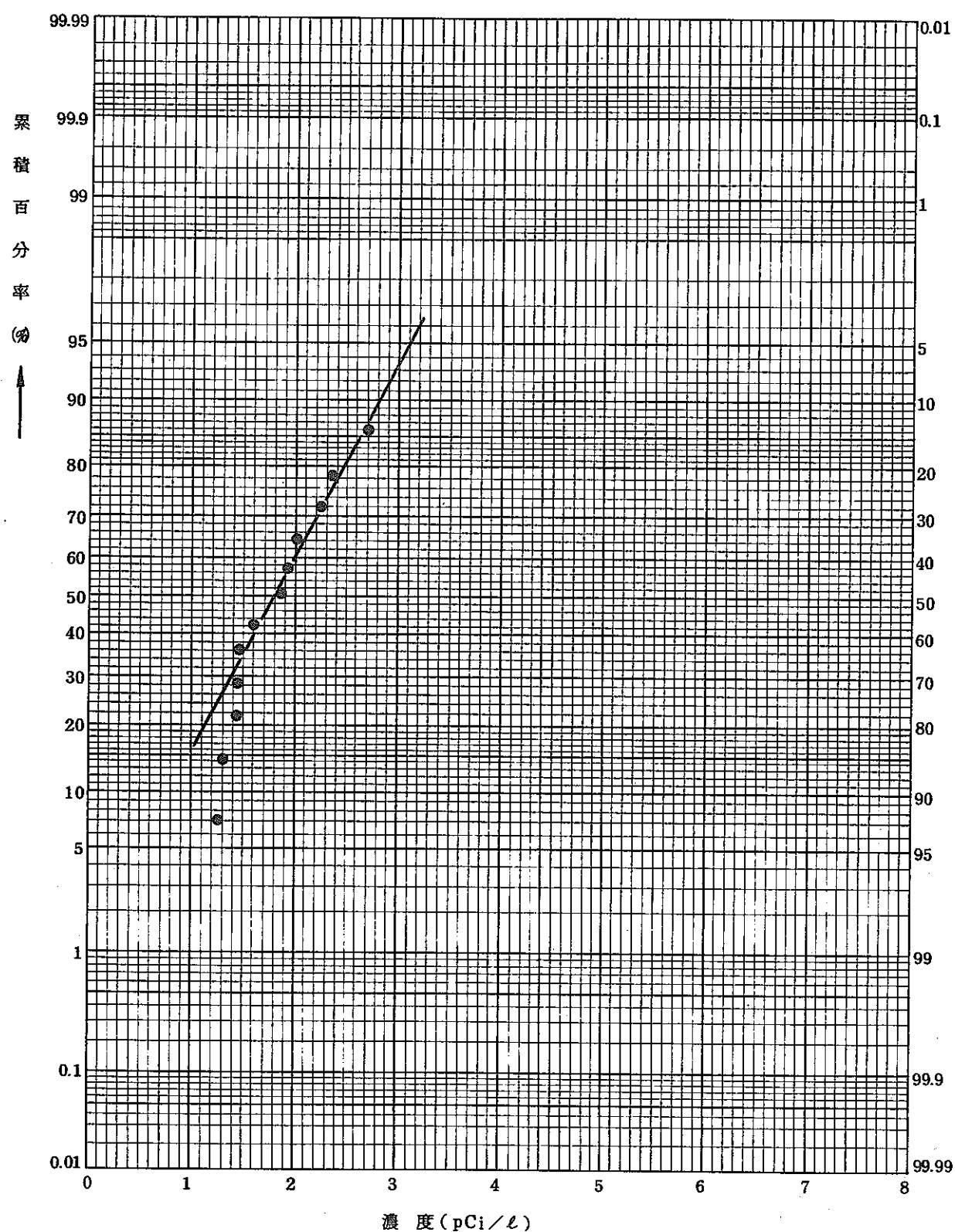
飲料水は、定常的には、3カ月毎に敷地内および敷地外で採取し、その他非定常的にも採取した。特に長砂公民館で採取した井戸水中の全 β 放射能濃度が他と比較して高いため、特別に周辺の井戸水を採取した。これにより、原因は主に、天然放射性核種である ^{40}K の濃度が他の地域と比較して高いためと推定された。表5-3は、飲料水中の全 β 放射能濃度およびトリチウム濃度であり、図5-6は、全 β 放射能濃度の正規確率プロット（長砂公民館のデータは含まない）、また図5-7はトリチウム濃度の正規確率プロットである。

なお、全 β 放射能測定には1ℓ、トリチウム濃度測定には8mlの飲料水試料を用いた。

表5-3 飲料水中放射性物質濃度

採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi/ℓ)			^3H (pCi/ml)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
(敷地内)						
安全管理棟	5	2.7	2.0 ± 0.6	2	0.38	0.20 ± 0.26
(敷地外)						
照沼公民館	5	2.3	1.8 ± 0.4	2	0.17	0.15 ± 0.04
長砂公民館	9	3.04	3.00 ± 6.6	2	0.23	0.22 ± 0.01
水戸農業高校	3	2.4	1.8 ± 0.5	3	0.24	0.17 ± 0.11

(注) トリチウム濃度については、昭和50年8月以降のデータを使用した。

図 5-6 飲料水中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

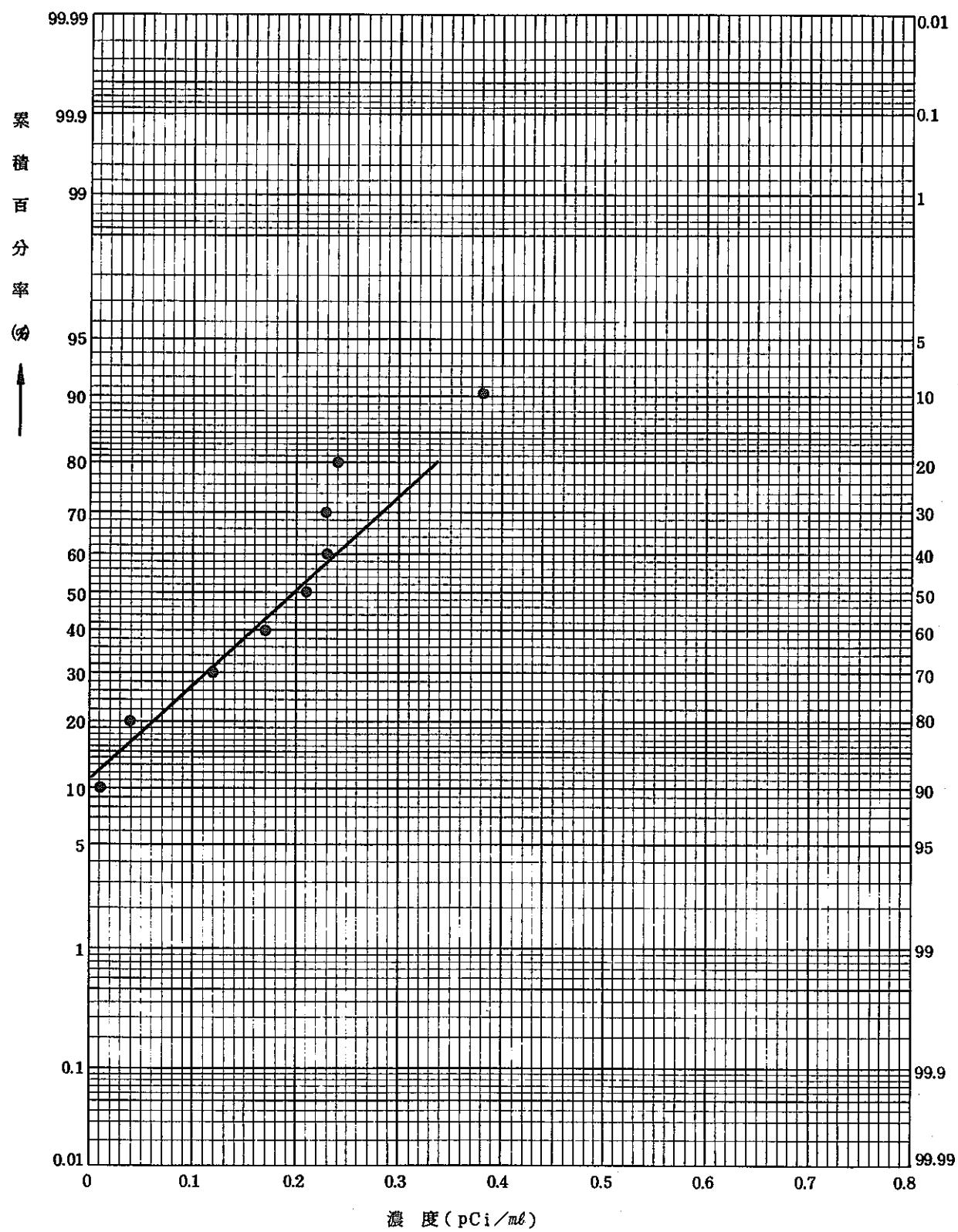


図 5-7 飲料水中トリチウム濃度の正規確率プロット

6. 陸土中放射性物質濃度

陸土としては、表土および河底土を採取した。定常的には、表土については敷地外4カ所、敷地内2カ所また河底土については敷地外4カ所で採取した。採取試料は乾燥後、全 β 放射能の測定、 ^{90}Sr および $^{239+240}\text{Pu}$ を化学分析により、また ^{137}Cs を γ スペクトロメトリにより測定した。

1) 表土中放射性物質濃度

表土については、定常採取以外に昭和50年度において、プルトニウム燃料施設操業が満10年に当るため特別に調査を行なった。また周辺バックグラウンド調査としての特別採取も行なった。定常採取においては、深さ5cm(丸型)および13cm(角型)のサンプルを採取し、前者は、そのまま γ スペクトロメトリーにより ^{137}Cs を、後者は乾燥の後、全 β 、 ^{90}Sr 、および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を測定した。特別調査においては、深さ20cmまでのコアサンプルも採取した。結果を、表6-1、表6-2、表6-3、表6-4、図6-1、図6-2、図6-3、図6-4および図6-5に記す。

表6-1 定常採取表土中全 β 放射能濃度

採取場所	全 β 放射能濃度(pCi/g乾)		
	試料数	最大	平均
(敷地内)			
安全管理棟	2	17.5	16.3 ± 1.7
濃縮	2	15.1	12.7 ± 3.5
(平均)	4		14.5 ± 3.0
(敷地外)			
東海村照沼	2	10.9	10.6 ± 0.9
勝田市長砂	2	12.2	11.0 ± 1.8
勝田市東石川	2	11.9	9.9 ± 2.8
東海村百塚	1	—	14.0
(平均)	7		11.0 ± 1.9
平均	11		12.3 ± 2.8

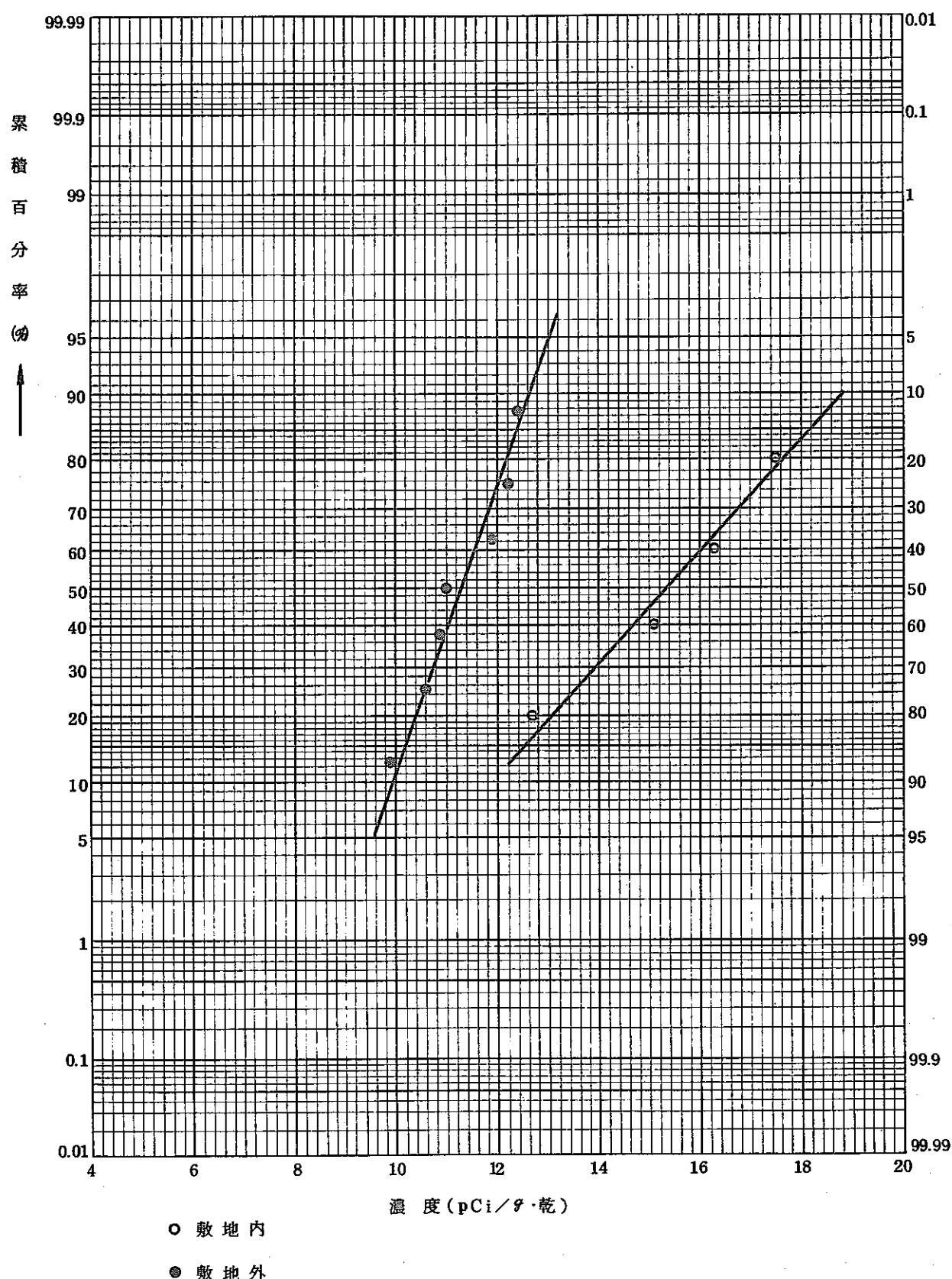
図 6-1 定常採取表土中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表 6-2 定常採取表土中 ^{90}Sr , ^{137}Cs および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

採取場所	^{90}Sr (pCi/g · 乾)			^{137}Cs (pCi/g · 乾)			$^{239+240}\text{Pu}$ (pCi/g · 乾)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
(敷地内)									
安全管理棟	2	0.22	0.13 ± 0.12	2	1.40	1.19 ± 0.30	2	0.017	0.011 ± 0.007
濃縮	2	0.57	0.30 ± 0.37	2	1.22	0.64 ± 0.82	2	0.018	0.009 ± 0.012
(平均)	4		0.21 ± 0.25	4		0.92 ± 0.59	4		0.010 ± 0.008
(敷地外)									
東海村照沼	2	0.20	0.17 ± 0.04	2	0.31	0.30 ± 0.01	2	0.005	0.005 ± 0.001
勝田市長砂	2	0.23	0.17 ± 0.08	2	0.38	0.29 ± 0.13	2	0.006	0.005 ± 0.002
勝田市東石川	2	0.36	0.32 ± 0.06	2	1.00	0.84 ± 0.19	2	0.015	0.012 ± 0.004
東海村百塚原	1	—	0.15	1	—	0.26	1	—	0.005
(平均)	7		0.21 ± 0.08	7		0.44 ± 0.29	7		0.007 ± 0.004
平均	11		0.21 ± 0.15	11		0.61 ± 0.47	11		0.008 ± 0.006

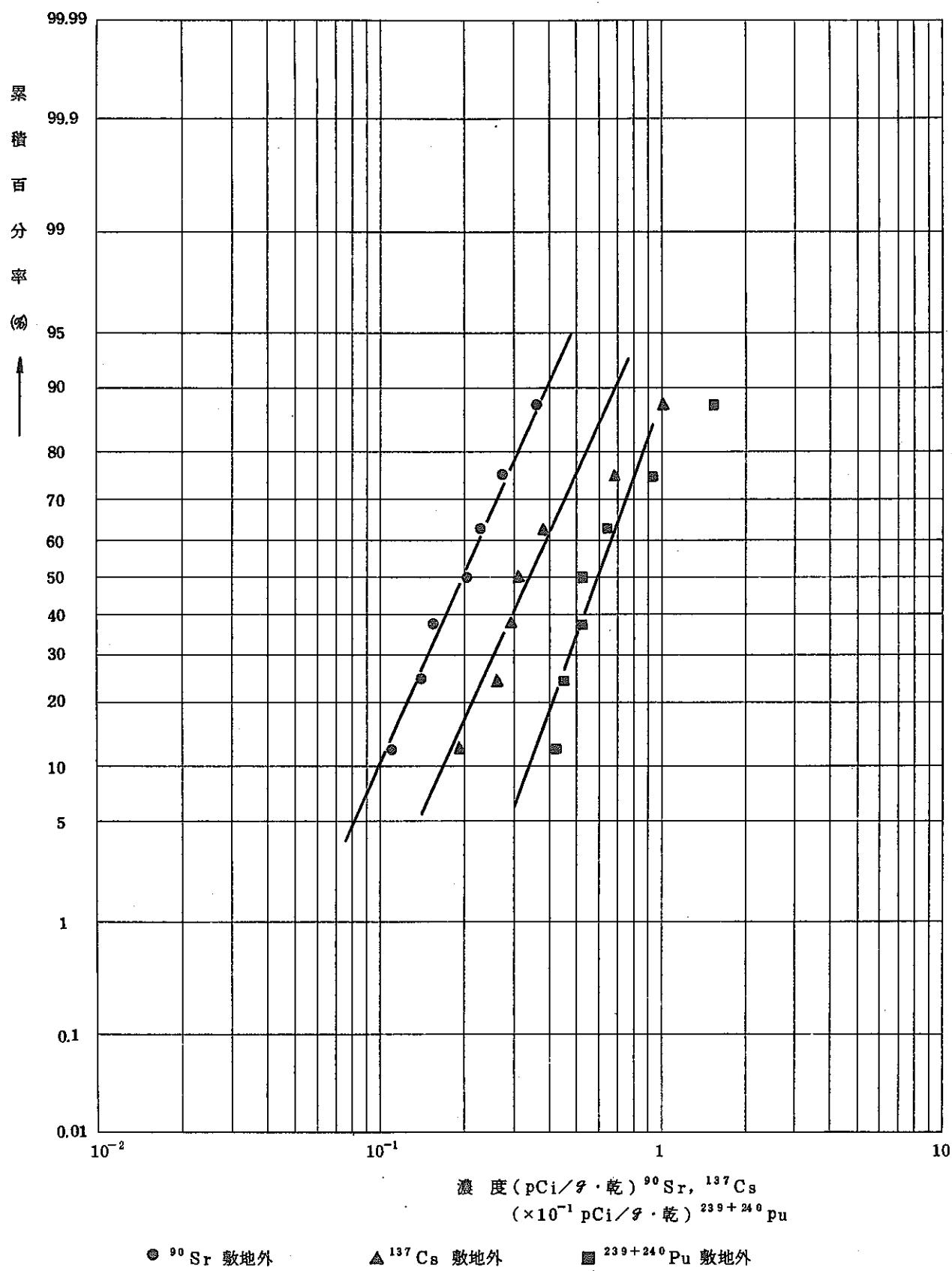


図 6-2 定常採取表土中 ^{90}Sr , ^{137}Cs および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の
対数正規確率プロット

プルトニウム特別調査および周辺バックグラウンド調査の結果(全 β 放射能, ^{90}Sr , ^{137}Cs , および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度)を以下に記す。

表 6-3 特別調査表土中全 β 放射能濃度

採 取 場 所	全 β 放射能濃度 (pCi/g・乾)		
	試料数	最 大	平 均
保健室前	1	—	11.4
新グラウンド	1	—	15.2
旧気象観測塔跡 コア・サンプル (5 cm 深)	1	—	16.8
" (10 cm 深)	1	—	12.5
" (15 cm 深)	1	—	15.5
晴嵐荘原研ポスト前	1	—	11.9
足崎神社境内	1	—	11.4
前渡小学校	1	—	11.1
川根公民館	1	—	17.1
高野神社境内	9	14.7	12.8 ± 1.1
須和間神社境内 コア・サンプル (5 cm 深)	5	10.4	9.3 ± 1.5
" (10 cm 深)	5	8.4	7.3 ± 1.2
" (15 cm 深)	4	6.8	6.0 ± 0.9
" (20 cm 深)	5	8.0	7.0 ± 1.0
上宿神社境内	1	—	11.3
村松大神宮参道	1	—	15.4
押延神社境内	1	—	9.4
東海駅前新川神社境内	1	—	9.6
嬉諭訪神社境内	1	—	16.0
稻田神社境内	1	—	9.3
那珂町水戸農業高校	1	—	6.4
水戸市県公害技術センター	1	—	10.7

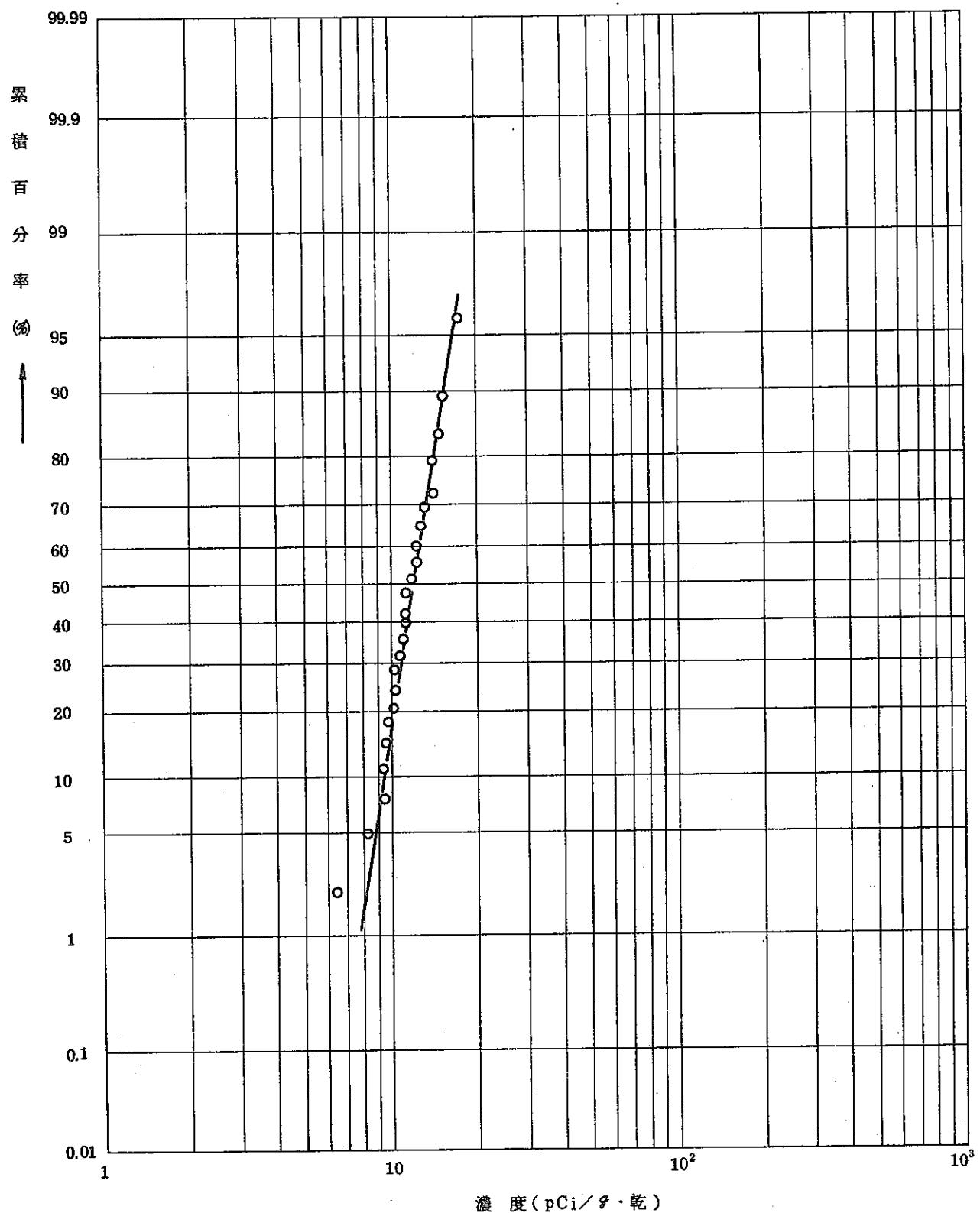
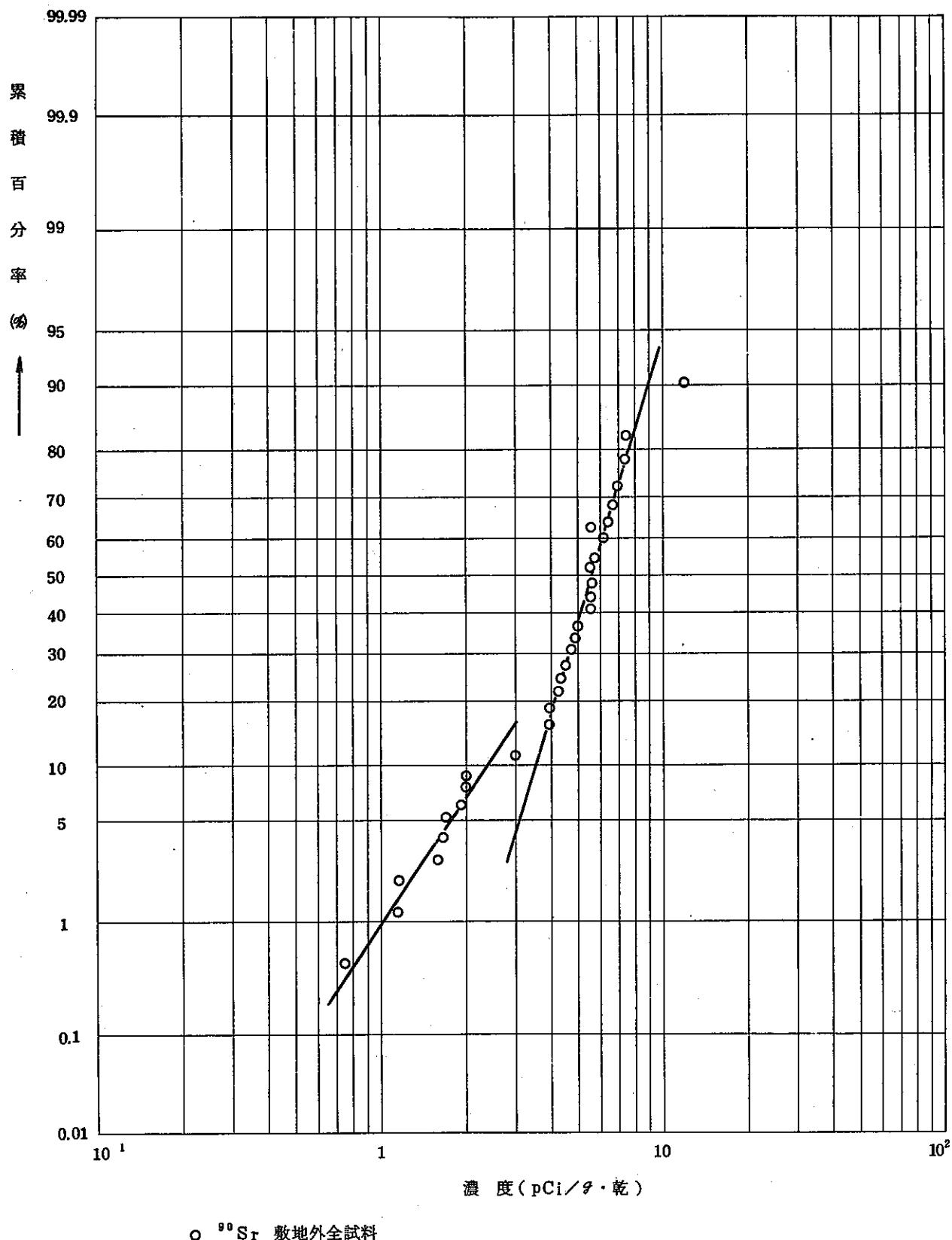
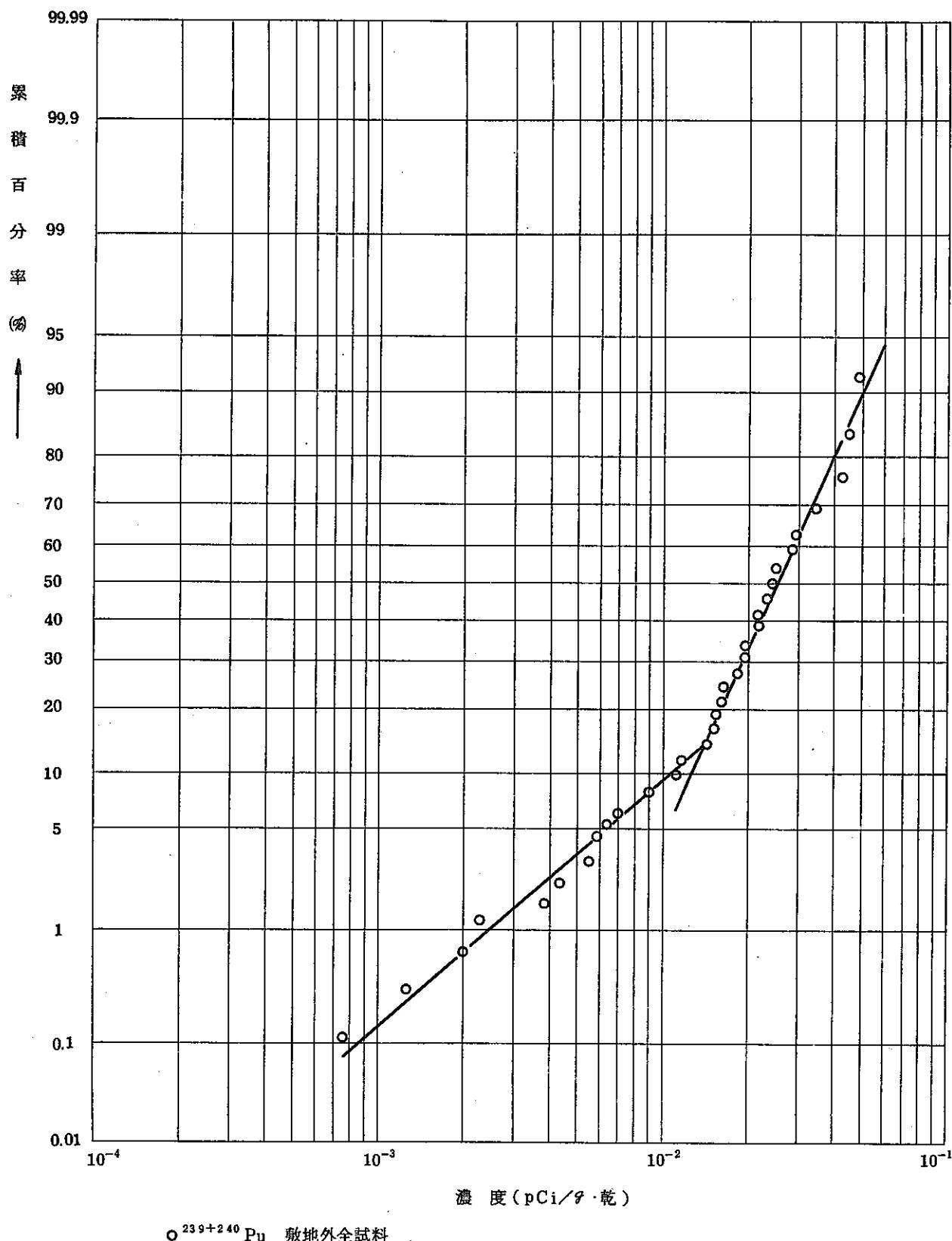


図 6-3 特別調査表土中全 β 放射能濃度の対数
正規確率プロット

表 6-4 特別調査表土中 ^{90}Sr , ^{137}Cs , および $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

採取場所	^{90}Sr (pCi/g · 乾)			^{137}Cs (pCi/g · 乾)			$^{239+240}\text{Pu}$ (pCi/g · 乾)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
保健室前	1	—	0.07	—	—	—	1	—	0.019
安全管理棟前	1	—	0.16	—	—	—	1	—	0.012
新グラウンド	1	—	0.05	—	—	—	1	—	0.0014
旧気象観測塔跡 コア・サンプル(5cm深)	1	—	0.06	—	—	—	1	—	0.0049
" (10cm深)	1	—	0.11	—	—	—	1	—	0.0017
" (15cm深)	1	—	0.05	—	—	—	1	—	0.0007
" (20cm深)	1	—	0.05	—	—	—	1	—	0.0006
L棟西	1	—	0.43	—	—	—	1	—	0.036
みのわ団地	1	—	0.48	—	—	—	1	—	0.016
照沼如意輪寺	1	—	0.40	—	—	—	1	—	0.0064
晴嵐荘原研ポスト前	1	—	0.62	—	—	—	1	—	0.025
長砂公民館	1	—	0.54	—	—	—	1	—	0.0086
足崎神社境内	1	—	0.73	—	—	—	1	—	0.029
前渡小学校校庭	1	—	0.16	—	—	—	1	—	0.0044
勝田市役所前神社境内	1	—	0.55	—	—	—	1	—	0.049
川根公民館	1	—	0.12	—	—	—	1	—	0.0014
高野神社境内	10	1.19	0.58±0.24	—	—	—	10	0.028	0.019±0.0049
須和間神社境内	1	—	0.20	—	—	—	1	—	0.002
須和間神社境内 コア・サンプル(5cm深)	5	0.61	0.42±0.15	5	1.5	0.82±0.61	5	0.034	0.014±0.014
" (10cm深)	5	0.48	0.28±0.17	5	0.8	0.29±0.31	5	0.019	0.0058±0.0078
" (15cm深)	4	0.26	0.13±0.10	4	0.2	0.07±0.09	4	0.0021	0.0012±0.0007
" (20cm深)	5	0.11	0.07±0.04	5	0.08	0.05±0.03	5	0.015	0.0035±0.0063
上宿神社境内	1	—	1.45	—	—	—	1	—	0.044
村松大神官参道	1	—	0.08	—	—	—	1	—	0.011
押延磨神社境内	1	—	0.29	—	—	—	1	—	0.025
百塚通路	1	—	0.12	—	—	—	1	—	0.0037
東海駅前新川神社境内	1	—	0.45	—	—	—	1	—	0.041
塙諭訪神社境内	1	—	0.69	—	—	—	1	—	0.047
稻田神社境内	1	—	0.63	—	—	—	1	—	0.019
那珂町水戸農業高校	1	—	0.17	—	—	—	1	—	0.0068
水戸市県公害技術センター	1	—	0.20	—	—	—	1	—	0.0059
外野神社境内	1	—	0.66	—	—	—	1	—	0.0056

図 6-4 特別調査表土中 ^{90}Sr 濃度の対数正規確率プロット

図 6-5 特別調査表土中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の対数正規確率プロット

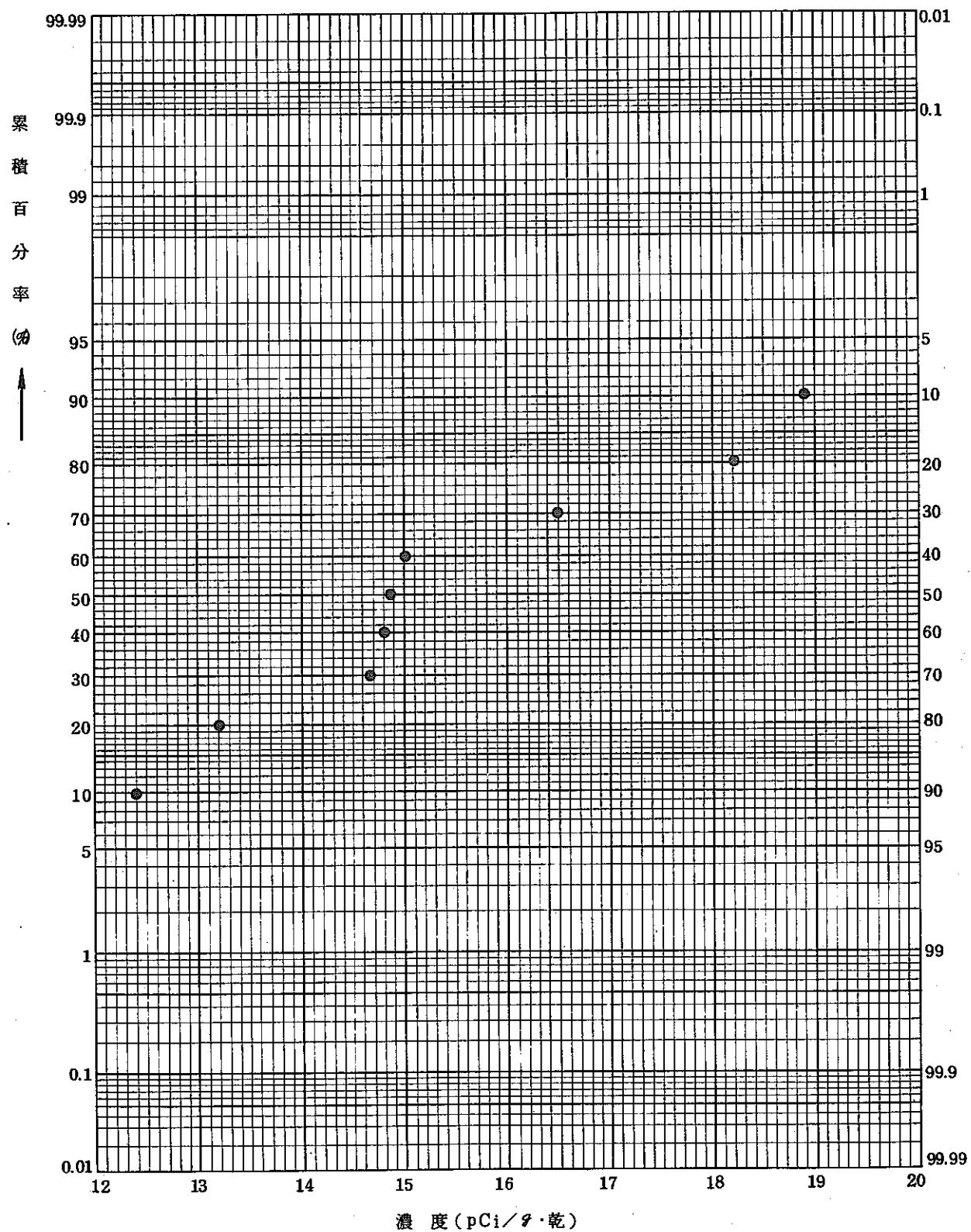
2) 河底土中放射性物質濃度

河底土については、新川および久慈川において採取した。採取試料は乾燥後、G M検出器により全 β 放射能を測定した。

結果を表6-5および図6-6に示す。

表6-5 河底土中全 β 放射能濃度

採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi/g・乾)		
	試料数	最大	平均
新川下流	3	18.9	17.3 ± 2.3
新川中流	3	14.8	13.5 ± 1.3
新川上流	3	16.5	15.4 ± 0.9
(平均)	9		15.4 ± 1.9
久慈川上流	2	19.9	18.4 ± 2.2
平均	11		16.1 ± 2.1

図 6-6 河底土(新川)中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

7. 陸上生物中放射性物質濃度

陸上生物については、野菜、牧草、米麦を主な試料として、3カ月毎に採取した。また生物ではないが、牛乳も同様の頻度で採取したものをおこに記載する。

1) 野菜中放射性物質濃度

野菜は、主に葉菜を対象として採取（採取量約10Kg）を行ない、種別はホウレン草、白菜、キャベツが主なものであった。

採取した野菜は、乾燥灰化の後全 β 放射能（灰、0.5%使用）、 ^{90}Sr および ^{239}Pu 濃度を測定した。また、ジユース化の後、 γ スペクトロメトリにより ^{37}Cs および ^{131}I 濃度を測定した。

結果を、表7-1、表7-2、および図7-1に示す。

表7-1 野菜中全 β 放射能濃度

種 別	採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi/g・生)		
		試料数	最 大	平 均
白 菜	東海村照沼	3	2.5	2.1 ± 0.4
	勝田市長砂 那珂町	2	2.7	2.2 ± 0.4
	水戸農業高校	3	2.6	1.8 ± 1.0
	(平 均)	8		2.0 ± 0.7
ホウレン草	東海村照沼	1	—	2.4
	勝田市長砂 那珂町	1	—	3.1
	水戸農業高校	1	—	2.3
	(平 均)	3		2.6 ± 0.4
キャベツ	東海村照沼	1	—	2.2
	勝田市長砂	1	—	1.9
	(平 均)	2		2.1 ± 0.2
平 均		13		2.2 ± 0.3

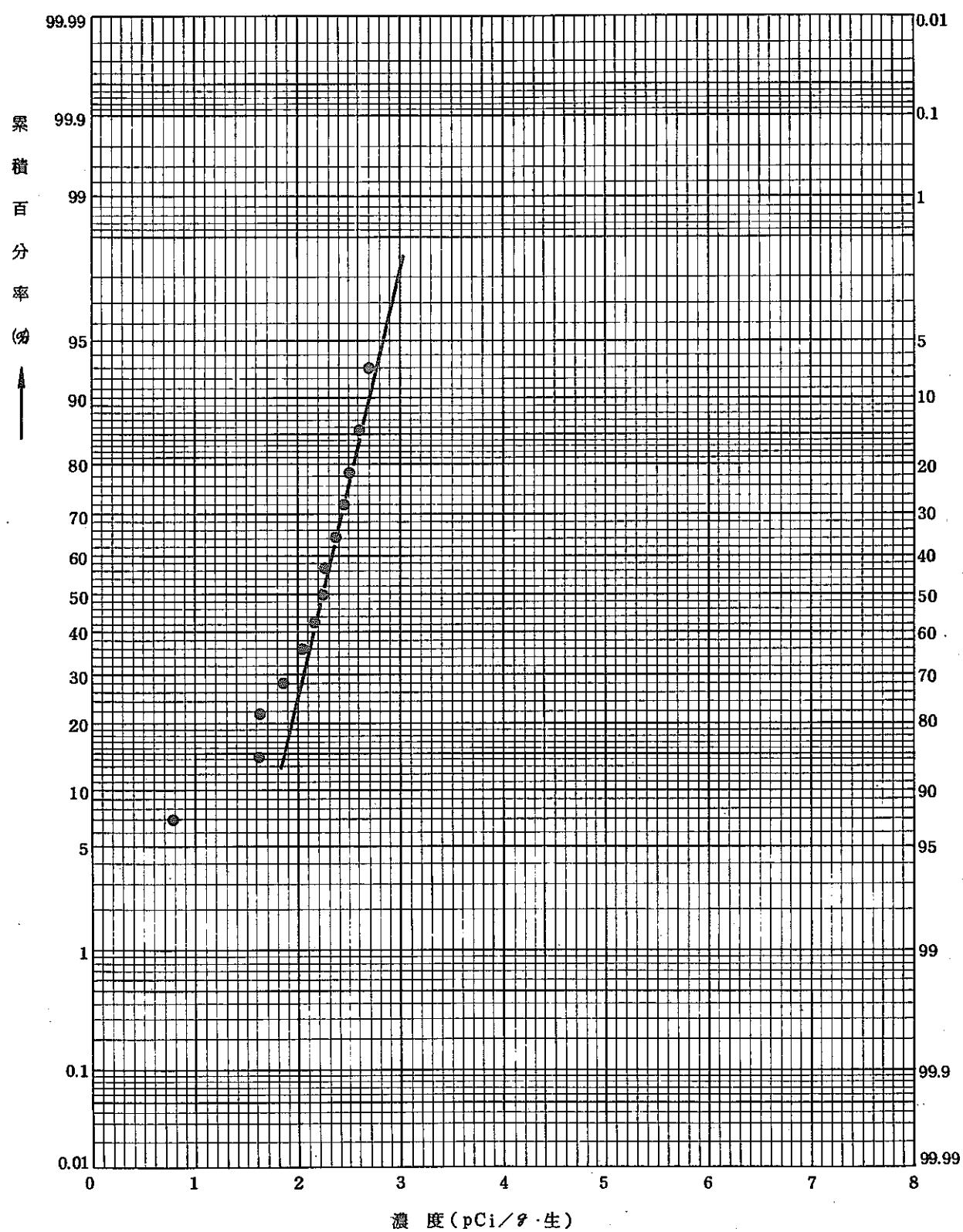
図 7-1 野菜中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表 7-2 野菜中 ^{90}Sr , ^{137}Cs , $^{239+240}\text{Pu}$ および ^{131}I 濃度

種 別	採取場所	^{90}Sr (pCi/g・生)			^{137}Cs (pCi/g・生)		
		試料数	最 大	平 均	試料数	最 大	平 均
白 菜	東海村照沼	2	0.017	0.012 ± 0.008	2	—	×
	勝田市長砂 那珂町	2	0.033	0.024 ± 0.014	2	—	×
	水戸農業高校	3	0.028	0.017 ± 0.011	3	—	×
	(平 均)	7		0.016 ± 0.012	7		
ホウレン草	東海村照沼	1	—	0.029	1	—	×
	勝田市長砂 那珂町	1	—	0.027	1	—	×
	水戸農業高校	1	—	0.025	1	—	×
	(平 均)	3		0.027 ± 0.002	3		
キャベツ	東海村照沼	1	—	0.005	1	—	×
	勝田市長砂	1	—	0.009	1	—	×
	(平 均)	2		0.007 ± 0.003	2		
平 均		12		0.017 ± 0.011	12		

表 7-2 (続)

種 別	採取場所	$^{239}_{+240}\text{Pu}$ (pCi/kg・生)			^{131}I (pCi/g・生)		
		試料数	最 大	平 均	試料数	最 大	平 均
白 菜	東海村照沼	2	0.02	0.011 ± 0.013	2	—	×
	勝田市長砂 那珂町	2	0.005	0.0026 ± 0.0034	2	—	×
	水戸農業高校	3	0.033	0.012 ± 0.019	3	—	×
	(平 均)	7		0.009 ± 0.013	7		
ホウレン草	東海村照沼	1	—	0.7	1	—	×
	勝田市長砂 那珂町	1	—	0.16	1	—	×
	水戸農業高校	1	—	0.018	1	—	×
	(平 均)	3		0.083 ± 0.071	3		
キャベツ	東海村照沼	1	—	0.007	1	—	×
	勝田市長砂	1	—	0.012	1	—	×
	(平 均)	2		0.009 ± 0.006	2		
平 均		12		0.027 ± 0.047	12		

× : γ スペクトロメトリ検出限界以下

2) 牧草中放射性物質濃度

牧草については、2回／年の割合で採取（採取量約10kg）し、乾燥灰化の後GM検出器により全β放射能濃度、化学分析により⁹⁰Sr, ²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度を、またミキサー粉碎の生試料のγスペクトロメトリにより¹³¹I濃度を測定した。

結果を表7-3, 表7-4に示す。

表7-3 牧草中全β放射能濃度

採取場所	全β放射能濃度 (pCi/g・生)		
	試料数	最大	平均
東海村船場	2	6.3	5.3 ± 1.4
勝田市長砂	2	8.0	6.1 ± 2.6
那珂町 水戸農業高校	2	7.2	5.1 ± 2.9
平均	6		5.5 ± 1.9

表7-4 牧草中⁹⁰Sr, ²³⁹⁺²⁴⁰Puおよび¹³¹I濃度

採取場所	⁹⁰ Sr (pCi/g・生)			²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (pCi/kg・生)			¹³¹ I (pCi/g・生)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
東海村船場	2	0.04	0.03 ± 0.01	2	0.19	0.17 ± 0.04	2	—	×
勝田市長砂	2	0.06	0.05 ± 0.02	2	0.44	0.24 ± 0.28	2	—	×
那珂町 水戸農業高校	2	0.04	0.03 ± 0.01	2	0.09	0.08 ± 0.02	2	—	×
平均	6		0.04 ± 0.01	6		0.16 ± 0.15	6		

× 全試料検出限界以下

3) 米麦中放射性物質濃度

米および麦の採取は、それぞれ1回／年の割合で行なつた。

採取試料は乾燥灰化の後、GM検出器により全 β 放射能濃度を、化学分析により ^{90}Sr 濃度を測定した。また生試料のままでの、 γ スペクトロメトリにおいては有意核種は検出されなかつた。採取量は、約10Kg／回であり、このうち亀甲容器一杯に入れた米麦を γ スペクトロメトリに、他は全て灰化し、0.5gを全 β 放射能測定に使用し、残りの灰を化学分析に供した。

表7-5 米麦中全 β 放射能、および ^{90}Sr 濃度

採取場所	種別	全 β 放射能濃度 (pCi/ γ ・生)	^{90}Sr (pCi/ γ ・生)
東海村照沼	白米	1.2	0.0007
	小麦	4.4	0.098
勝田市長砂	白米	2.7	0.0004
	ビール麦	4.9	0.0077
那珂町 水戸農業高校	玄米	1.5	0.0013
	小麦	3.8	0.021
平均	米	1.8 ± 0.8	0.0008 ± 0.0005
	麦	4.4 ± 0.4	0.042 ± 0.049

4) 牛乳中放射性物質濃度

牛乳については、3カ月毎に採取を行なつた。採取試料は乾燥の後、G M検出器により全 β 放射能濃度を、化学分析により ^{90}Sr 濃度を測定した。また、生試料のアスペクトロメトリにより ^{131}I 濃度を測定した。なお、採取試料は約10ℓ/回であり、うち2ℓをアスペクトロメトリに、残り8ℓを乾燥の後、0.5gの固体分を全 β 放射能測定に使用し、他は化学分析に供した。結果を表7-6、表7-7、図7-2および図7-3に示す。

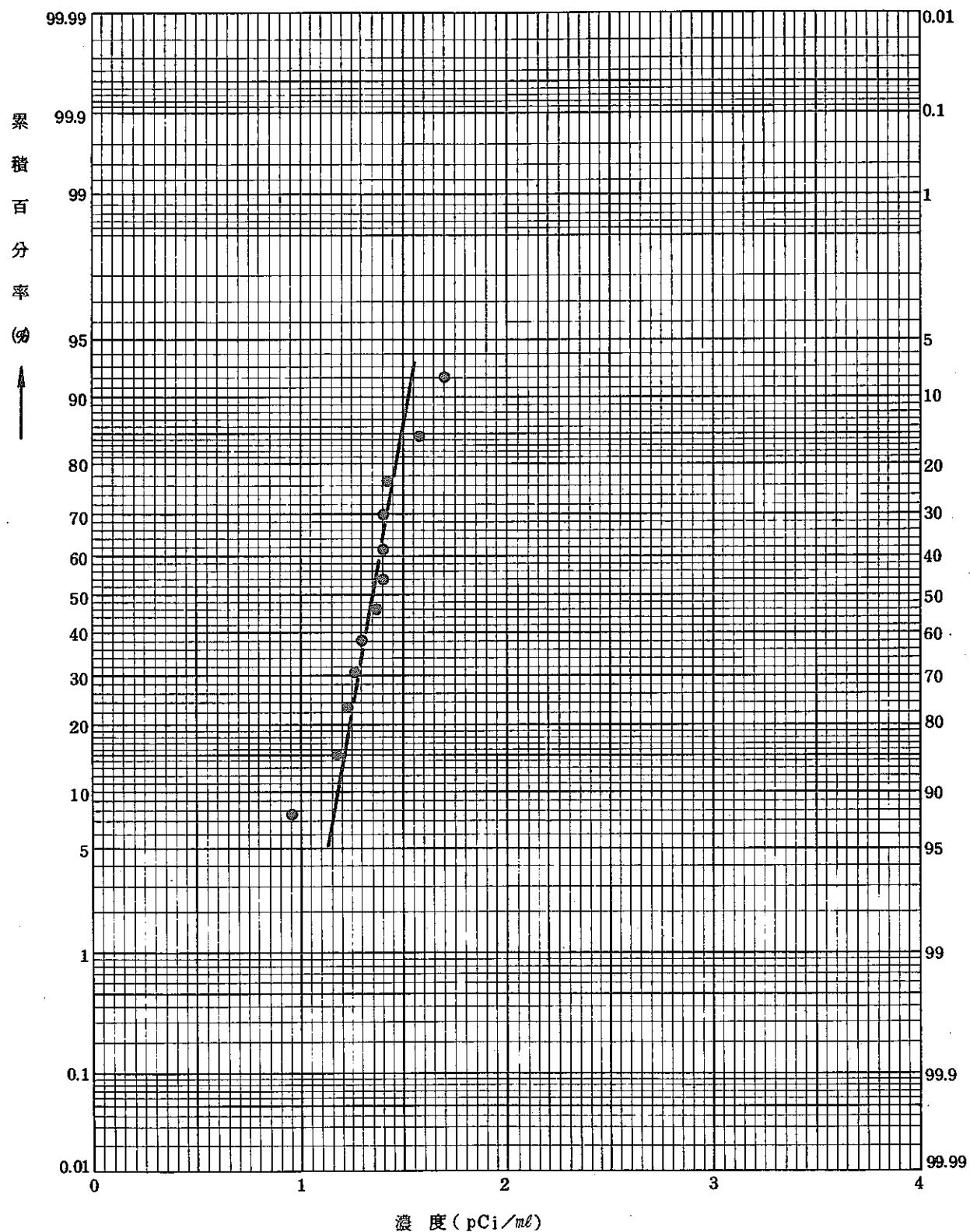
表7-6 牛乳中全 β 放射能濃度

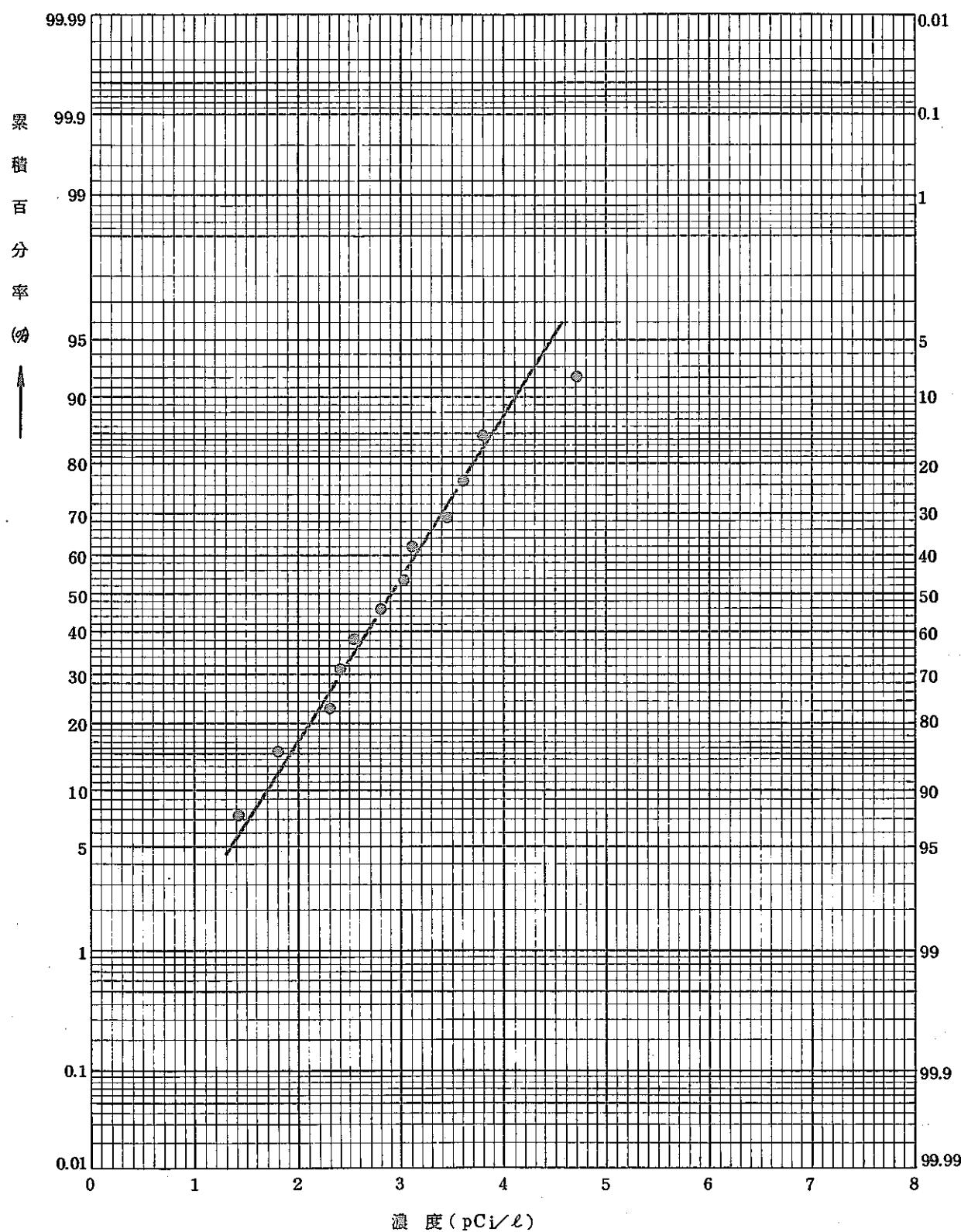
採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi/ml)		
	試料数	最大	平均
東海村船場	4	1.7	1.4 ± 0.3
勝田市長砂	4	1.4	1.3 ± 0.6
那珂町 水戸農業高校	4	1.6	1.4 ± 0.1
平均	1.2		1.3 ± 0.2

表7-7 牛乳中 ^{90}Sr および ^{131}I 濃度

採取場所	^{90}Sr (pCi/ℓ)			^{131}I (pCi/ℓ)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
東海村船場	4	3.59	2.61 ± 0.92	4	-	×
勝田市長砂	4	3.45	2.59 ± 0.72	4	-	×
那珂町 水戸農業高校	4	4.69	3.78 ± 1.12	4	-	×
平均	1.2		2.99 ± 1.04	1.2		×

× : アスペクトロメトリ検出限界以下

図 7-2 牛乳中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

図 7-3 牛乳中 ^{90}Sr 濃度の正規確率プロット

8. 海岸水、海水中放射性物質濃度

1) 海岸水中放射性物質濃度

海岸水は、波打ち際の水をバケツにより採取し、鉄バリウム共沈法（一部、硫化コバルト共沈法を併用した）により、全 β 放射能濃度を測定し、化学分析により ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ および $^{239}_{+240}\text{Pu}$ 濃度を、また流体シンチレーションカウンタにより ^3H 濃度を測定した。

なお、全 β 放射能測定には 5 ℥、核種分析には合計 120 ℥、および ^3H 濃度測定には 8 ml の海岸水を使用した。

結果を、表 8-1, 表 8-2, 表 8-3, 図 8-1, 図 8-2, 図 8-3, および図 8-4 に示す。また採取場所については付図 3 に示す。

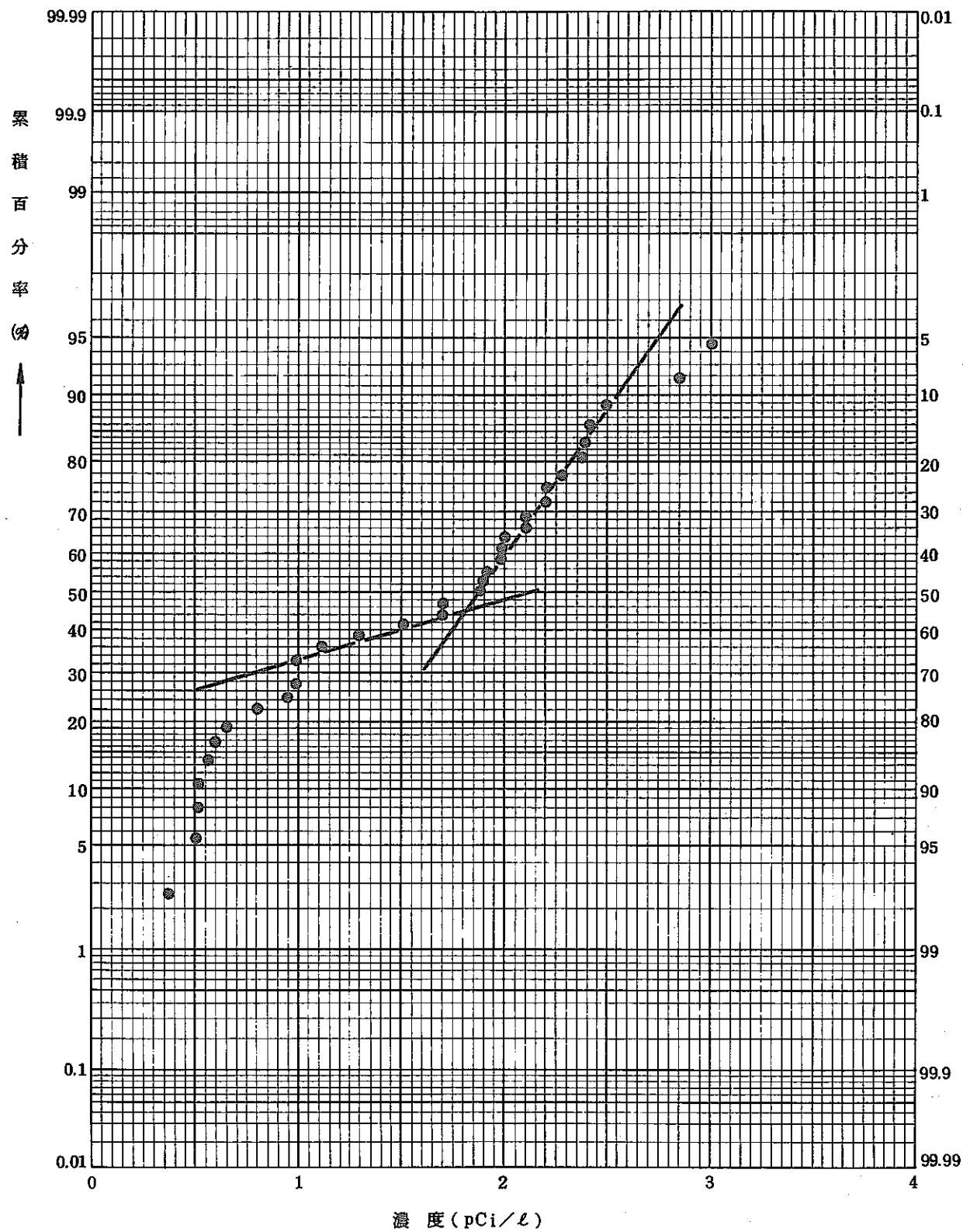
表 8-1 海岸水中全 β 放射能濃度

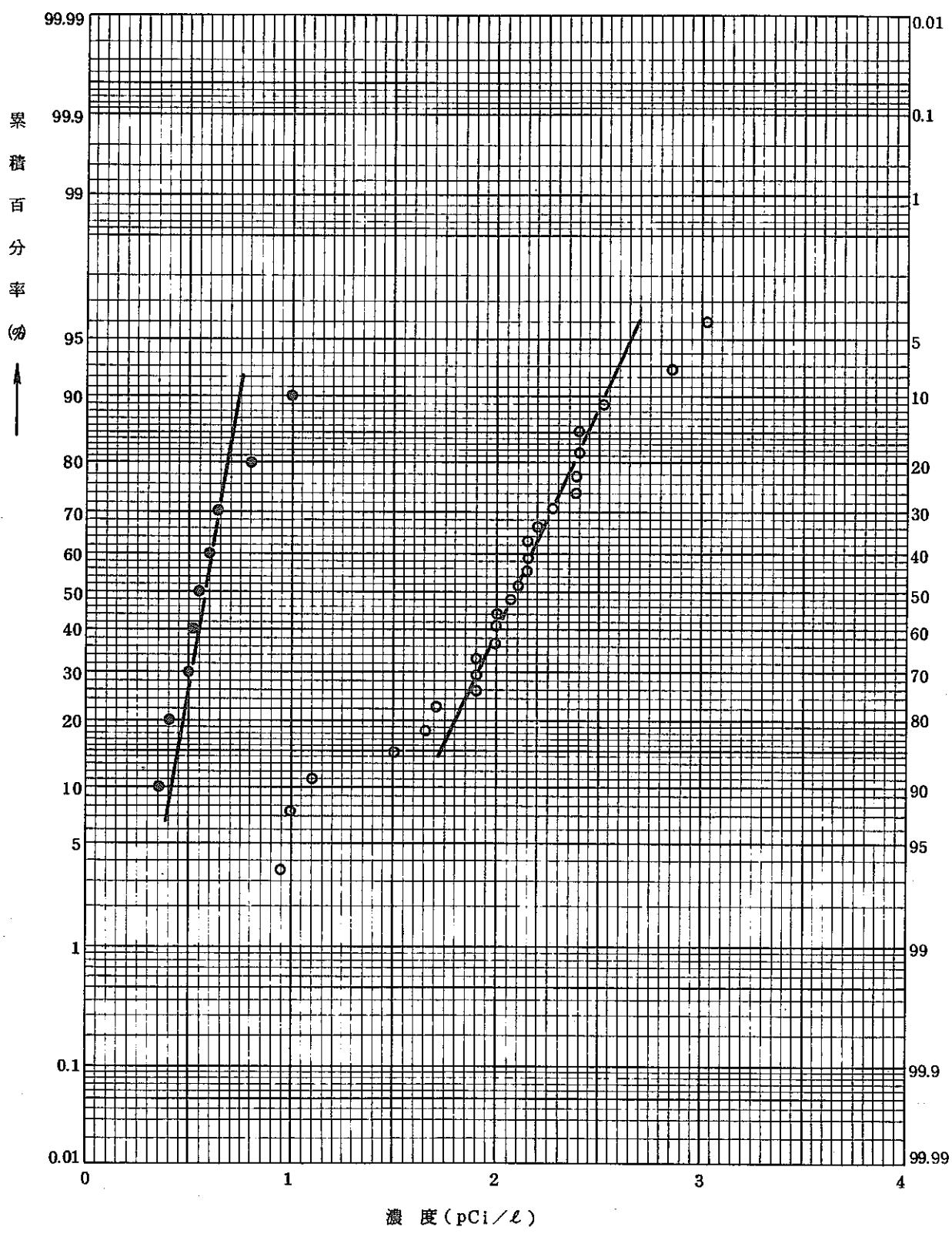
採取場所		鉄バリウム共沈法 (pCi/ℓ)			硫化コバルト共沈法 (pCi/ℓ)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
01	勿来	1	—	2.3	—	—	—
02	平瀬港	1	—	1.5	—	—	—
03	大津港	1	—	2.2	—	—	—
04	高萩	1	—	2.5	—	—	—
05	豊浦	2	2.1	1.3 ± 1.0	—	—	—
06	会瀬港	1	—	2.2	—	—	—
07	河原子	2	2.4	1.7 ± 1.0	—	—	—
08	水木	1	—	2.1	—	—	—
09	久慈港	5	3.4	1.9 ± 1.0	1	—	2.2
010	新川河口	6	2.4	1.7 ± 0.8	2	1.4	1.4 ± 0.1
011	阿字ヶ浦	5	2.9	1.5 ± 1.1	1	—	1.8
012	磯崎港	1	—	1.7	—	—	—
013	那珂湊	—	—	—	—	—	—
015	大洗	3	1.7	1.1 ± 0.6	1	—	1.7
016	夏海	1	—	2.4	—	—	—
017	大竹	2	3.0	1.9 ± 1.6	—	—	—
018	鹿島港	1	—	<0.52	—	—	—

表8-1 (続)

採取場所		鉄バリウム共沈法 (pCi / ℓ)			硫化コバルト共沈法 (pCi / ℓ)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
019		1	—	1.9	—	—	—
020	波崎	1	—	1.0	—	—	—
平均		3.6		1.7 ± 0.8	5		1.7 ± 0.3

図8-1 IC全β放射能濃度の正規確率プロットを示すが、これによると、2つ以上の正規分布の原因となるランダムさを持つていることがわかる。この理由として、50年10月以降の試料処理方法の変更が考えられる。すなわち、50年4月～9月までは、供試料として海岸水1ℓを用いていたが、10月より5ℓを用いることにした。このことで、確かに測定結果にも差が見られた。（図8-1-1参照）

図 8-1 海岸水中全 β 放射能濃度の正規確率プロット



- 昭和 50 年 4 月より 9 月までのデータ。
- 昭和 50 年 10 月より昭和 51 年 3 月までのデータ。

図 8-1-1 海岸水中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表8-2 海岸水中 ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr および $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ 濃度

採取場所		^{106}Ru (pCi/ℓ)			^{144}Ce (pCi/ℓ)			^{137}Cs (pCi/ℓ)			^{90}Sr (pCi/ℓ)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
05	豊浦	1	—	0.04	1	—	0.01	1	—	0.28	1	—	0.39
09	久慈港	3	0.05	0.04±0.01	3	0.13	0.11±0.02	3	0.25	0.23±0.03	3	0.43	0.33±0.12
010	新川河口	3	0.10	0.06±0.04	3	0.08	0.05±0.03	3	0.28	0.22±0.07	3	0.43	0.29±0.14
011	阿字ヶ浦	3	0.10	0.07±0.03	3	0.06	0.04±0.03	3	0.27	0.25±0.04	3	0.43	0.32±0.11
017	大竹	1	—	0.04	1	—	0.07	1	—	0.31	1	—	0.26
平均		11		0.05±0.03	11		0.06±0.04	11		0.24±0.05	11		0.32±0.09

表8-2 (続)

採取場所		$^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ (pCi/ℓ)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均
05	豊浦	1	—	0.06
09	久慈港	3	0.04	0.03±0.01
010	新川河口	3	0.06	0.05±0.02
011	阿字ヶ浦	3	0.03	0.02±0.02
017	大竹	1	—	0.13
平均		11		0.04±0.04

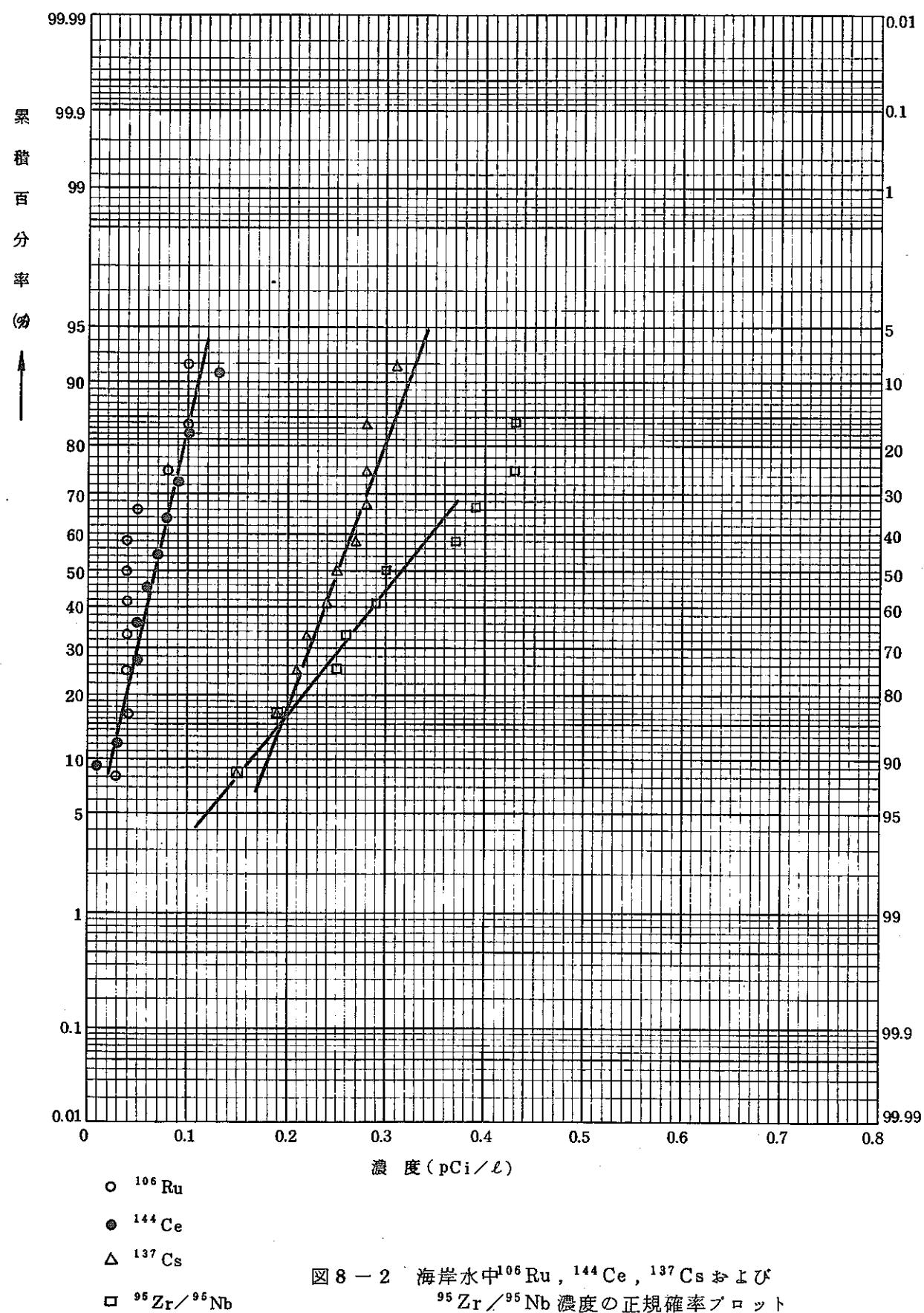
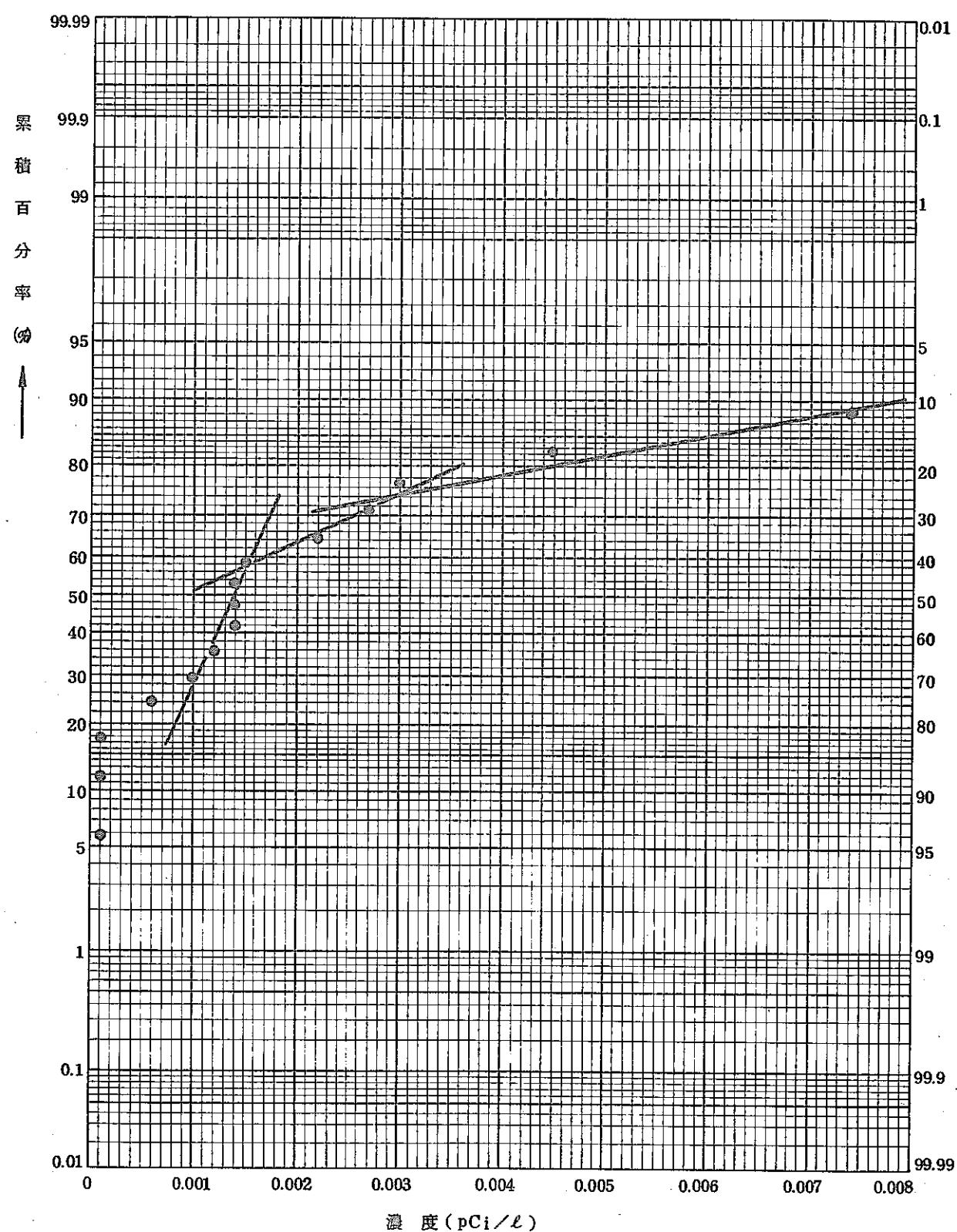
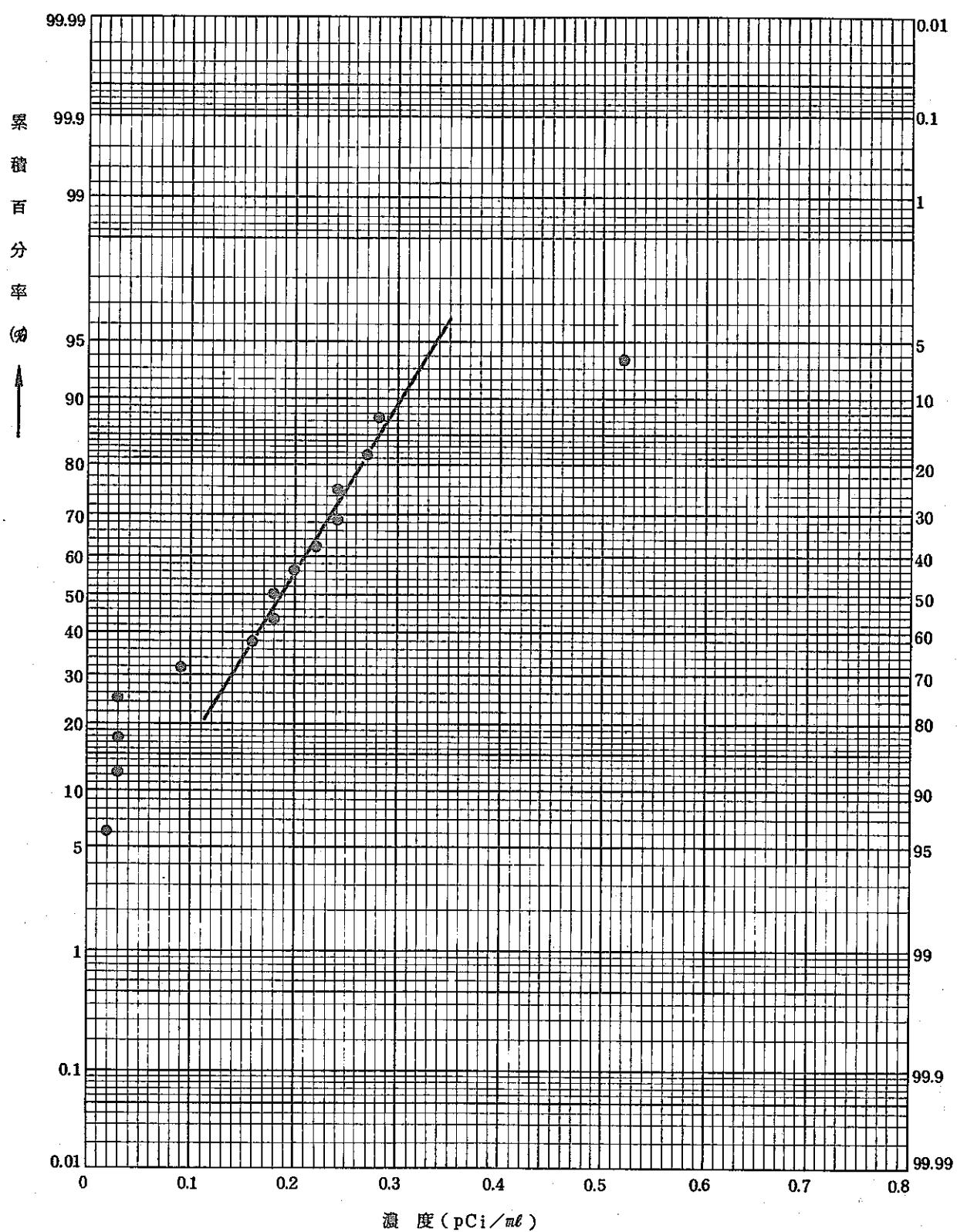


表 8 - 3 海岸水中 $^{239}_{+240}\text{Pu}$ および ^3H 濃度

採取場所		$^{239}_{+240}\text{Pu}$ (pCi/l)			^3H (pCi/ml)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
01	勿来	—	—	—	1	—	0.24
02	平潟港	—	—	—	1	—	0.22
03	大津港	—	—	—	1	—	0.27
04	高萩	—	—	—	1	—	0.42
05	豊浦	1	—	0.001	1	—	0.03
06	会瀬港	—	—	—	1	—	0.02
07	河原子	2	0.0045	0.0029±0.0023	—	—	—
09	久慈港	3	0.0074	0.0038±0.0032	1	—	0.09
010	新川河口	4	0.0030	0.0012±0.0014	2	0.16	0.10±0.09
011	阿字ヶ浦	3	0.0015	0.0010±0.0008	2	0.52	0.28±0.35
015	大洗	2	0.0006	0.0003±0.0003	—	—	—
017	大竹	1	—	0.0022	—	—	—
	利根川河口	—	—	—	1	—	0.18
	那珂川河口	—	—	—	1	—	0.24
	久慈川河口	—	—	—	1	—	0.20
	久慈川	—	—	—	1	—	0.18
平均		16		0.0018±0.0019	15		0.17±0.17

但し、 ^3H については、50年8月以降のデータを使用した。

図 8-3 海岸水中 $^{239}_{+240}\text{Pu}$ 濃度の正規確率プロット

図 8-4 海岸水中³H濃度の正規確率プロット

2) 海水中放射性物質濃度

海水の採取は、モニタリング船「せいかい」で行なった。採取位置（St.）は付図4に示す。

バケツまたはポンプにより採取した海水は、鉄バリウム共沈法（一部、硫酸コバルト共沈法を併用）で全 β 放射能濃度、化学分析により、 ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ および $^{239}_{+240}\text{Pu}$ 濃度を、また、液体シンチレーション・カウンタにより ^3H 濃度を測定した。供試料の量は、海岸水と同じである。

結果を、表8-4, 表8-5, 表8-6, 表8-7, 図8-5, 図8-6, 図8-7, 図8-8および図8-9に記す。

表8-4, 海水中全 β 放射能濃度

採取場所	鉄バリウム共沈法 (pCi/ℓ)			硫酸コバルト共沈法 (pCi/ℓ)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 1	1	—	1.1	1	—	0.7
St. 8	4	2.6	1.4 ± 0.8	2	1.8	1.4 ± 0.5
St. 9	8	2.7	1.4 ± 0.8	4	1.5	1.1 ± 0.3
St. 10	4	2.0	1.3 ± 0.5	2	1.3	1.1 ± 0.3
St. 15	1	—	2.7	1	—	0.9
St. 17	2	1.6	1.1 ± 0.7	1	—	0.2
St. 33	2	2.2	1.4 ± 1.2	1	—	1.2
St. 27	1	—	0.2	—	—	—
St. 34	4	2.5	1.4 ± 0.9	2	0.8	0.8 ± 0.02
St. 35	4	2.3	1.2 ± 0.8	2	1.0	1.0 ± 0.02
平均	31		1.3 ± 0.7	16		1.0 ± 0.4

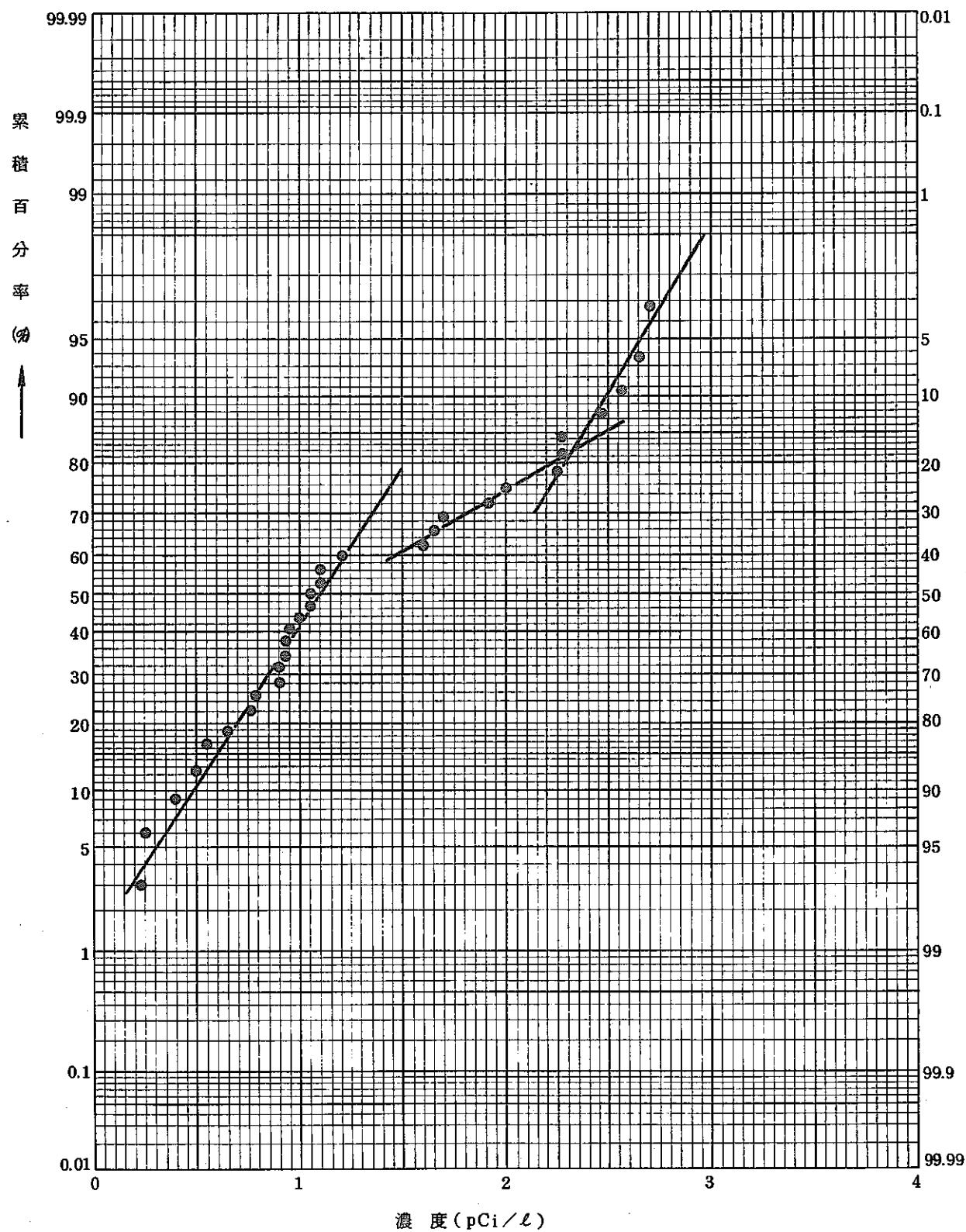
図 8-5 海水中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表 8-5, 海水中 ^{106}Ru , ^{144}Ce および ^{137}Cs 濃度

採取場所	^{106}Ru (pCi/ℓ)			^{144}Ce (pCi/ℓ)			^{137}Cs (pCi/ℓ)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 8	4	0.09	0.05 ± 0.03	4	0.06	0.03 ± 0.02	4	0.32	0.20 ± 0.10
St. 9	4	0.12	0.04 ± 0.05	4	0.04	0.02 ± 0.02	4	0.42	0.30 ± 0.12
St. 10	4	0.06	0.05 ± 0.01	3	0.05	0.03 ± 0.02	4	0.33	0.30 ± 0.09
St. 33	1	—	0.04	1	—	0.02	—	—	—
St. 34	4	0.06	0.04 ± 0.03	3	0.03	0.02 ± 0.01	4	0.33	0.30 ± 0.05
St. 35	4	0.09	0.04 ± 0.03	4	0.07	0.03 ± 0.03	4	0.30	0.20 ± 0.06
北 20 Km 点	1	—	0.04	1	—	0.01	1	—	0.18
南 20 Km 点	1	—	0.01	1	—	0.02	1	—	0.13
平均	23		0.04 ± 0.03	21		0.02 ± 0.02	22		0.24 ± 0.06

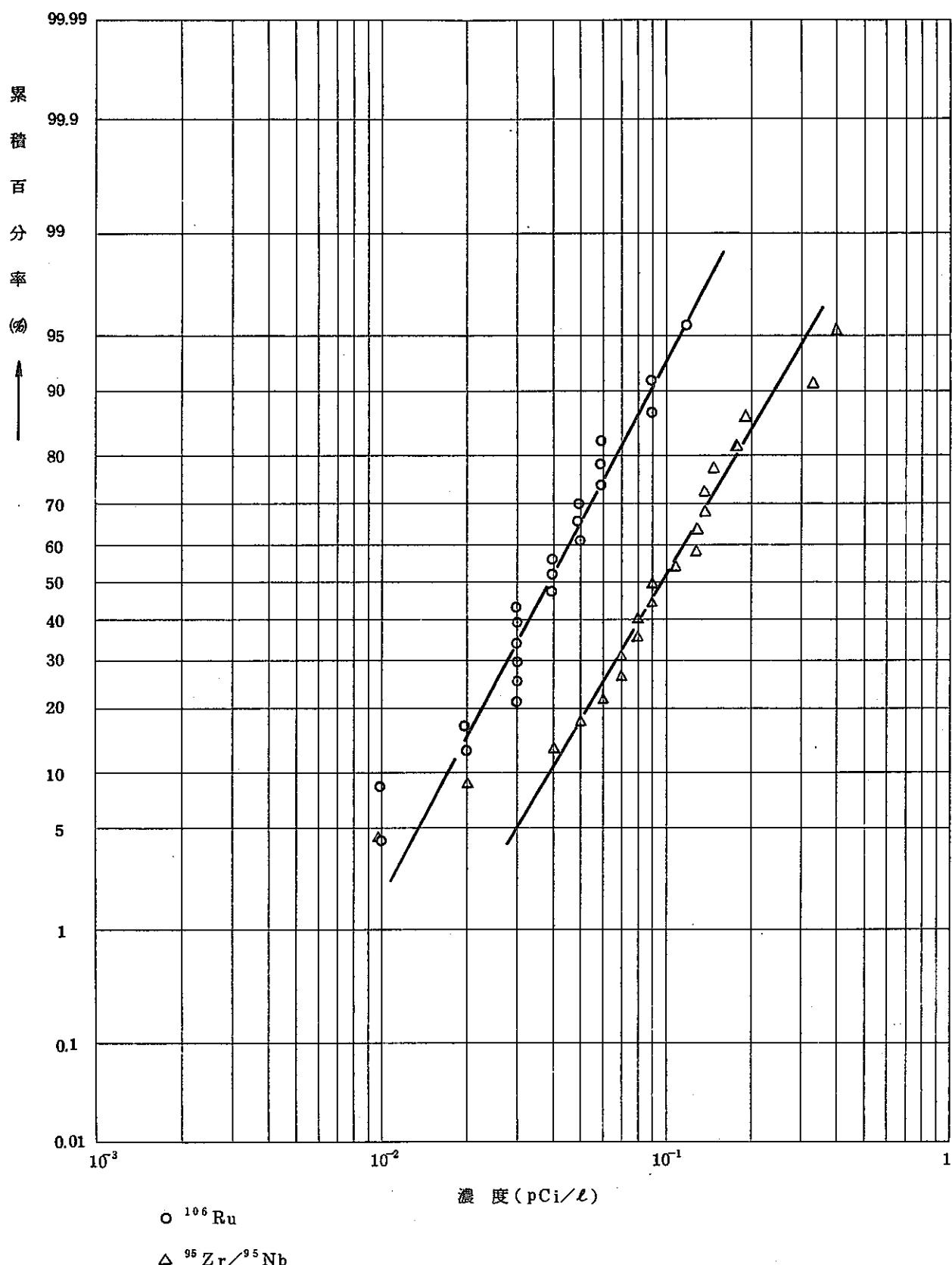
表 8-6, 海水中 ^{90}Sr および $^{95}\text{Zr} / ^{95}\text{Nb}$ 濃度

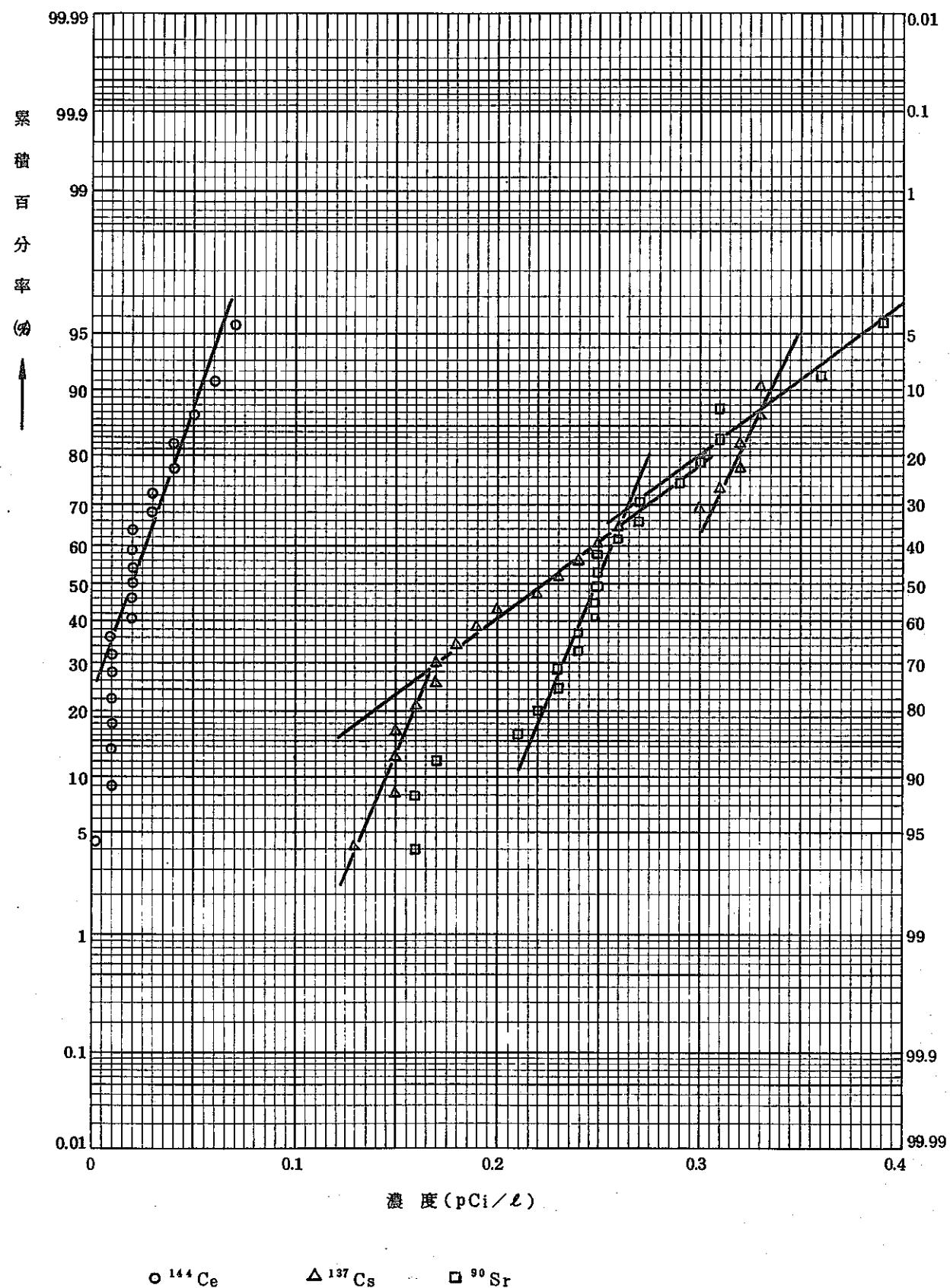
採取場所	^{90}Sr (pCi/ℓ)			$^{95}\text{Zr} / ^{95}\text{Nb}$ (pCi/ℓ)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 8	4	0.27	0.20 ± 0.04	4	0.18	0.11 ± 0.06
St. 9	4	0.27	0.20 ± 0.20	4	0.08	0.06 ± 0.02
St. 10	4	0.39	0.30 ± 0.06	4	0.40	0.20 ± 0.15
St. 33	1	—	0.25	—	—	—
St. 34	4	0.31	0.30 ± 0.03	4	0.33	0.13 ± 0.14
St. 35	4	0.25	0.20 ± 0.04	4	0.19	0.10 ± 0.08
北 20 Km 点	1	—	0.36	1	—	0.14
南 20 Km 点	1	—	0.31	1	—	0.21
平均	23		0.24 ± 0.11	22		0.13 ± 0.09

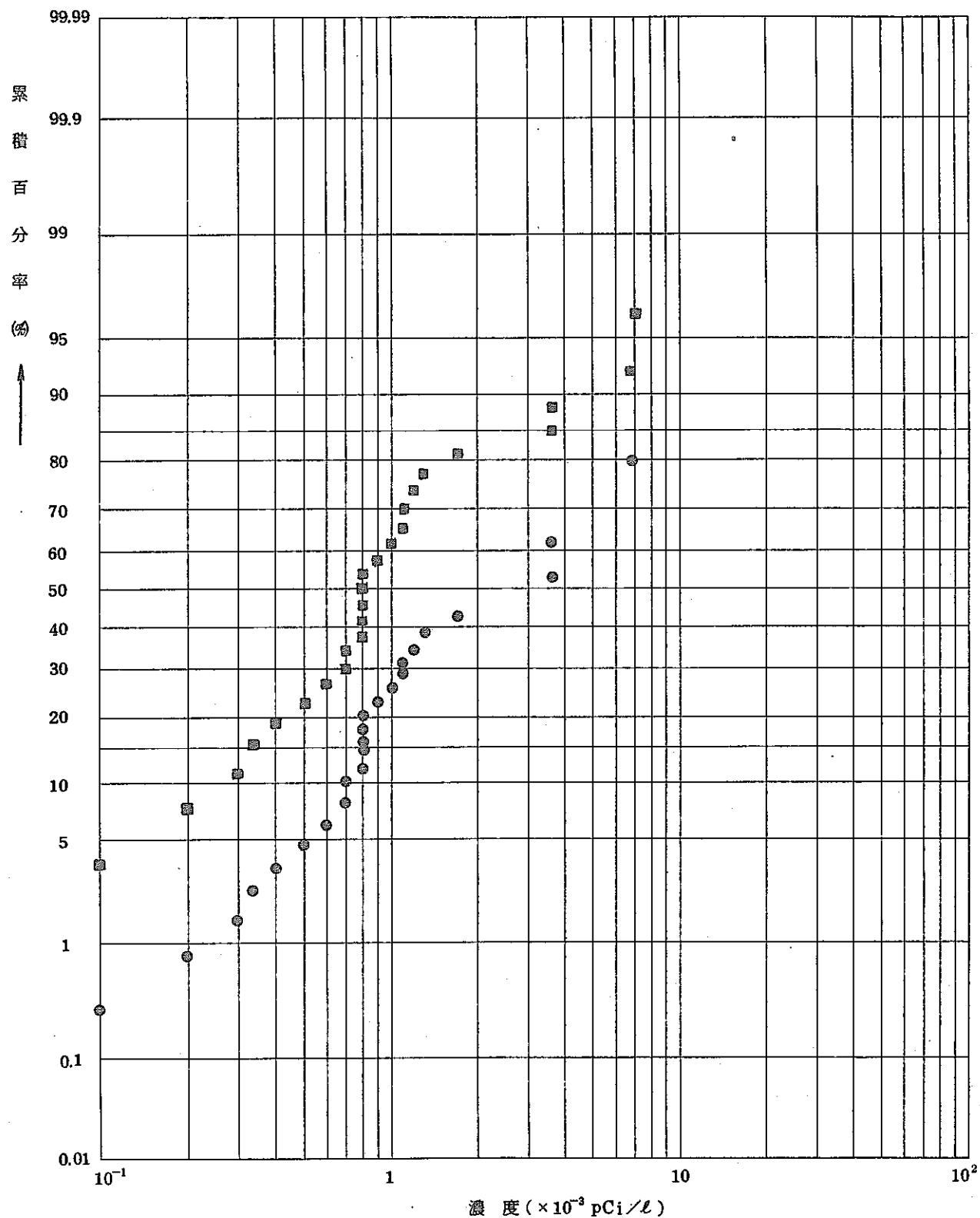
表 8-7, 海水中 $^{239}_{+240}\text{Pu}$ および ^3H 濃度

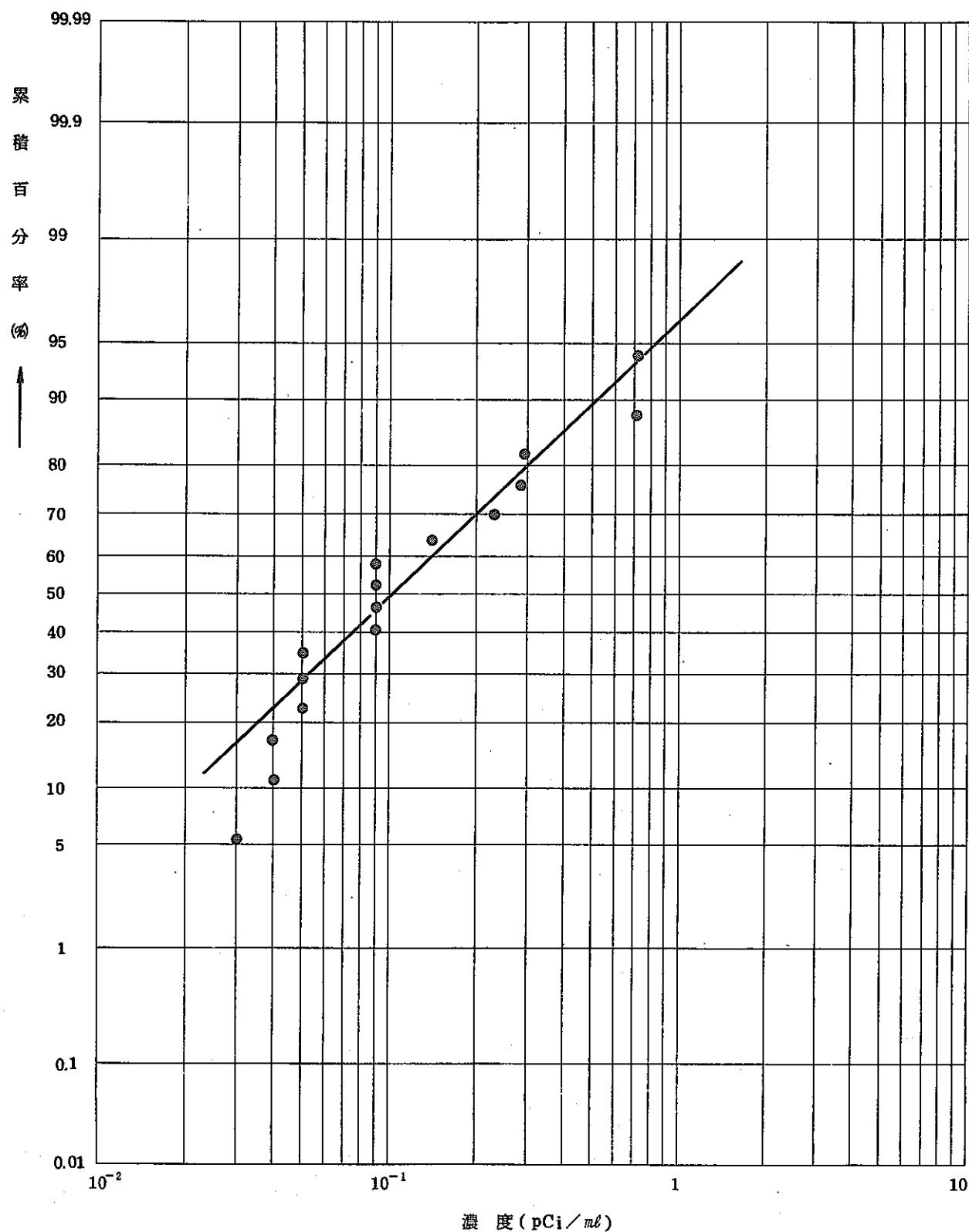
採取場所	$^{239}_{+240}\text{Pu}$ (pCi / ℓ)			^3H (注) (pCi / ml)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 1	—	—	—	1	—	0.05
St. 3	1	—	0.004	—	—	—
St. 5	2	0.004	0.002 ± 0.002	—	—	—
St. 8	4	0.002	0.001 ± 0.002	1	—	0.05
St. 9	4	0.007	0.002 ± 0.003	3	0.71	0.34 ± 0.34
St. 10	4	0.001	0.0008 ± 0.0003	2	0.23	0.14 ± 0.12
St. 11	—	—	—	1	—	0.05
St. 12	—	—	—	1	—	0.09
St. 17	—	—	—	1	—	0.03
St. 27	—	—	—	1	—	0.14
St. 33	1	—	0.008	1	—	0.72
St. 34	4	0.001	0.0008 ± 0.0004	2	0.09	0.09 ± 0.00
ST. 35	4	0.001	0.0004 ± 0.0003	2	0.26	0.18 ± 0.10
北 20 Km 点	1	—	0.0005	—	—	—
南 20 Km 点	1	—	0.0007	—	—	—
平均	26		0.001 ± 0.002	16		0.18 ± 0.22

(注) ^3H は50年8月以降のデータを使用。

図 8-6 海水中 ^{106}Ru および $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ 濃度の対数正規確率プロット

図 8-7 海水中 ^{144}Ce , ^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度の正規確率プロット

図 8-8 海水中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の対数正規確率プロット

図 8-9 海水中³H濃度の対数正規確率プロット

9. 海底土中放射性物質濃度

海底土の採取は、モニタリング船「せいかい」でスミスマッキンタイヤ法またはカンナ型採泥器により行なつた。採取位置(St)は付図4に示す。

採取した海底土は、乾燥の後、GM検出器により全 β 放射能濃度、化学分析により ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr および $^{239}_{\text{K}+240}\text{Pu}$ 濃度をNaIまたはGe(Li) γ スペクトロメトリにより ^{95}Zr および ^{95}Nb を測定した。

採取量は2~3kg/回であり、全 β 放射能測定には、乾燥したもの5gを使用した。

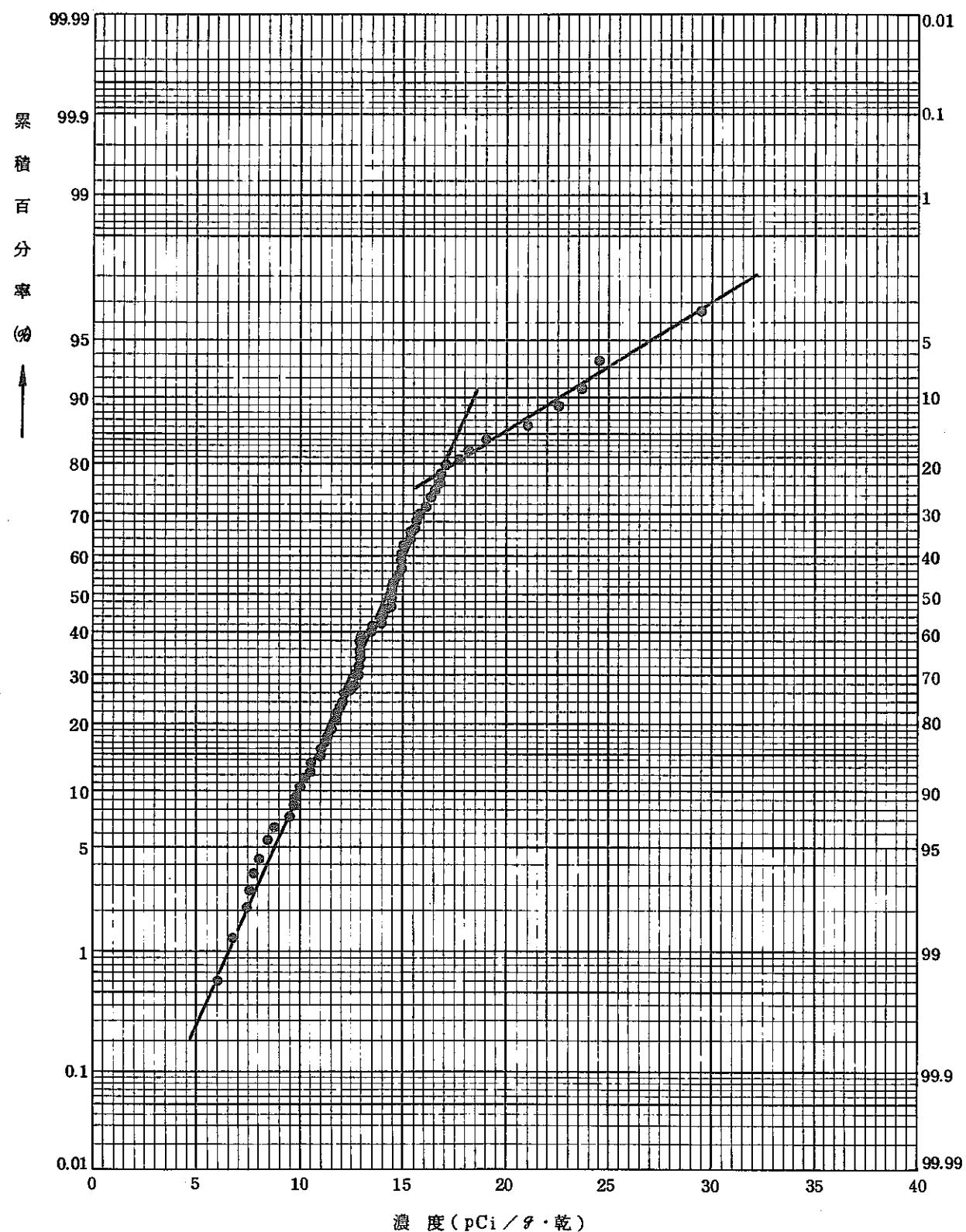
結果を表9-1, 表9-2, 表9-3, 表9-4, 図9-1, 図9-2, 図9-3, 図9-4および図9-5に示す。

表9-1 海底土中全 β 放射能濃度

採取場所	全 β 放射能濃度 (pCi/g・乾)		
	試料数	最大	平均
St. 1	2	18.1	16.0 ± 3.0
St. 2	1	—	9.9
St. 3	1	—	12.7
St. 5	1	—	13.3
St. 7	1	—	14.8
St. 8	5	17.0	14.8 ± 1.5
St. 9	12	15.5	13.2 ± 2.2
St. 10	4	16.8	14.8 ± 2.0
St. 11	3	9.7	8.4 ± 2.1
St. 12	2	11.3	9.7 ± 2.3
St. 13	1	—	14.1
St. 14	1	—	10.9
St. 15	2	14.8	13.4 ± 2.0
St. 17	3	13.7	11.8 ± 2.7
St. 18	1	—	6.8
St. 27	1	—	7.4

表 9-1 (続)

採取場所	全β放射能濃度 (pCi/g・乾)		
	試料数	最大	平均
St. 33	4	14.3	12.8 ± 1.6
St. 34	5	16.2	12.4 ± 3.1
St. 35	5	21.0	15.1 ± 4.6
原研沖 500m	10	33.2	20.3 ± 7.6
原研沖 5 Km	2	17.7	16.1 ± 2.3
北 20 Km 点	1	—	7.8
南 20 Km 点	1	—	11.7
女川(宮城県)	1	—	7.5
平均	70		13.9 ± 4.8

図 9-1 海底土中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

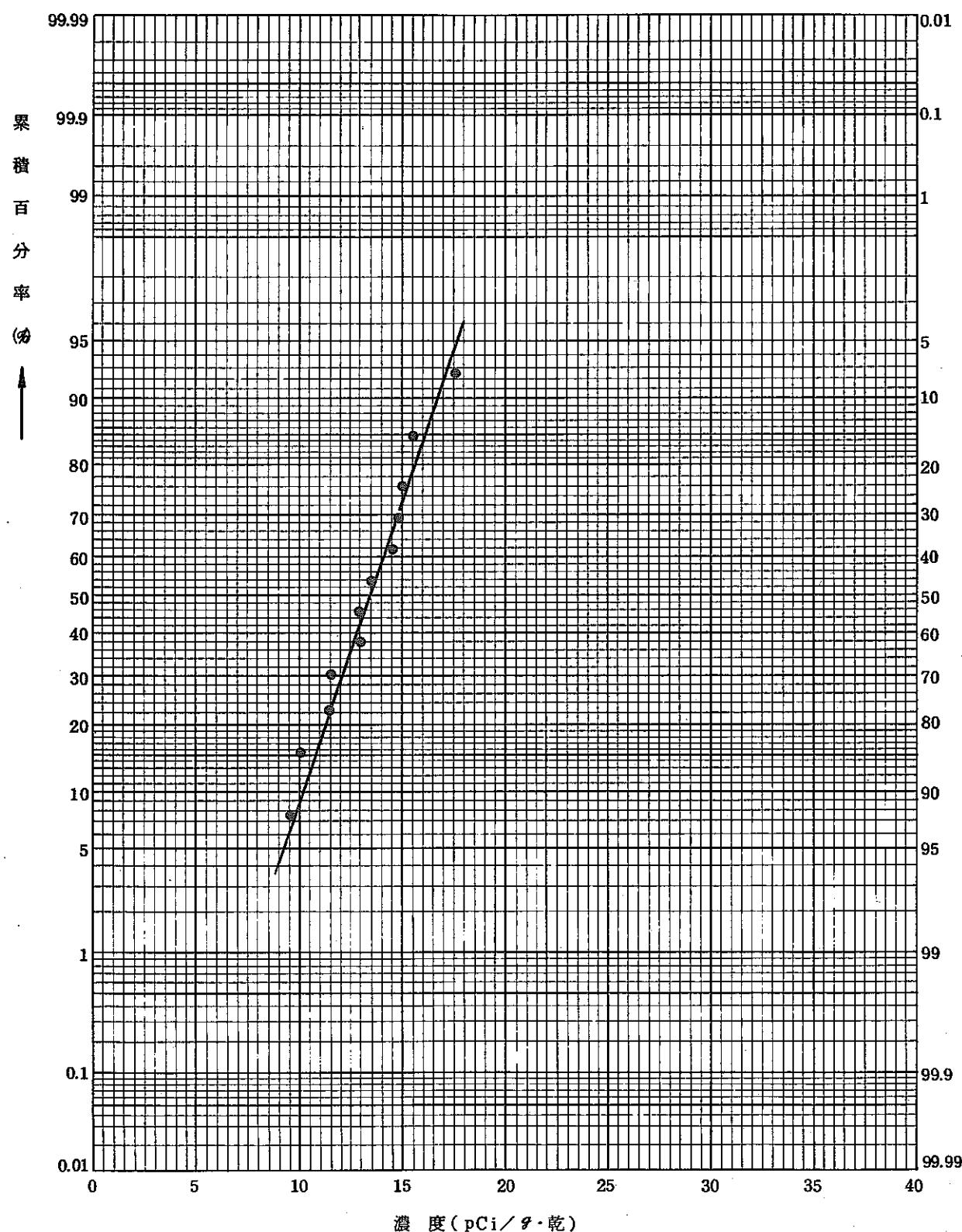
図 9-2 St. 9 (放出口) 海底土中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表 9-2 海底土中 ^{106}Ru , ^{144}Ce , および ^{137}Cs 濃度

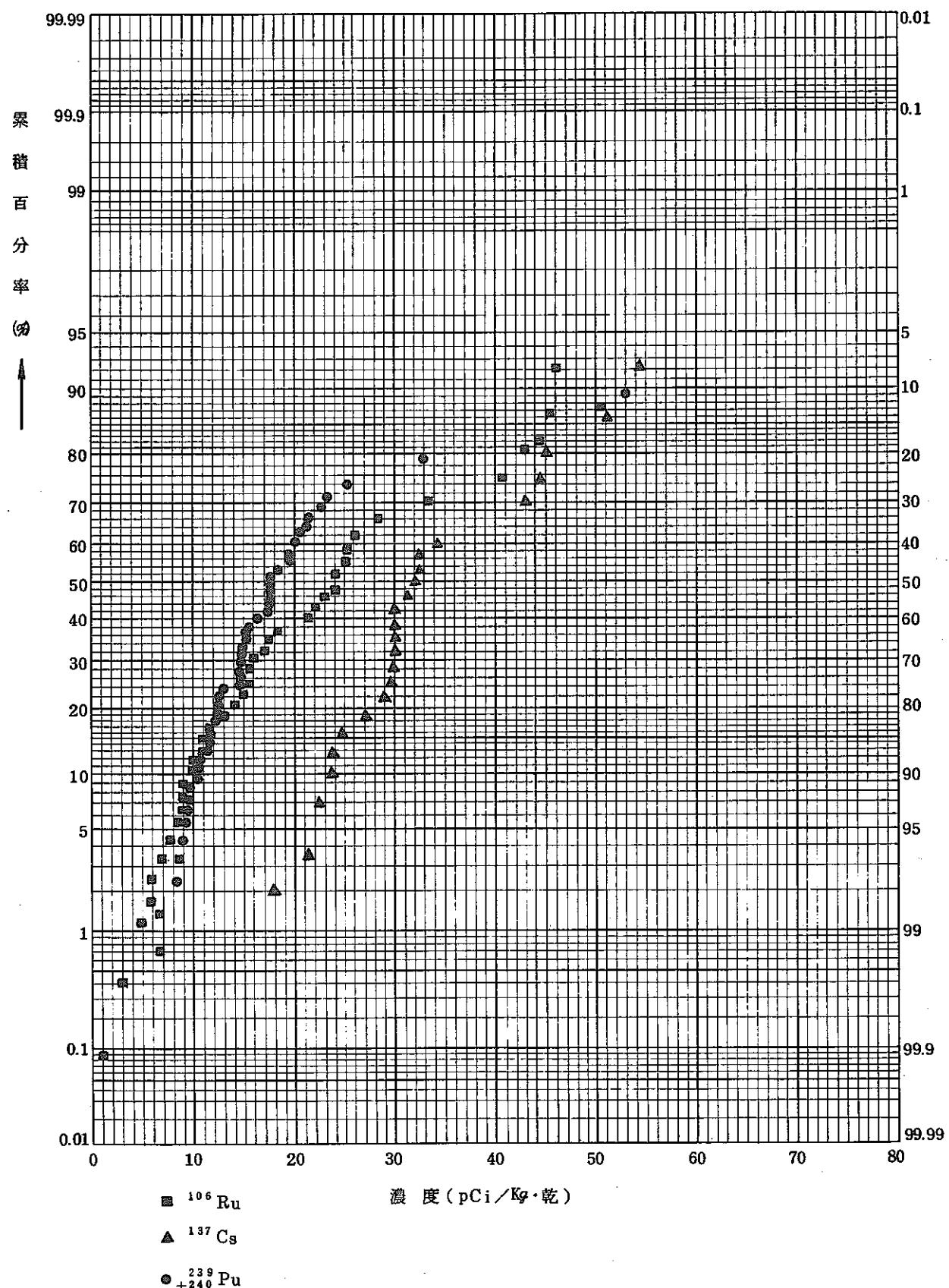
採取場所	^{106}Ru (pCi/Kg · 乾)			^{144}Ce (pCi/Kg · 乾)			^{137}Cs (pCi/Kg · 乾)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 3	1	—	18.2	—	—	—	—	—	—
St. 5	1	—	9.6	—	—	—	—	—	—
St. 7	1	—	45.8	—	—	—	—	—	—
St. 8	5	14.8	9.9 ± 4.8	4	77.0	62.9 ± 13.1	4	31.9	28.4 ± 3.6
St. 9	6	25.0	13.9 ± 7.3	5	114.5	71.9 ± 33.3	5	44.2	30.1 ± 8.4
St. 10	5	51.0	22.0 ± 19.3	4	231.6	148.2 ± 76.9	4	66.5	48.4 ± 35.9
St. 11	1	—	15.0	—	—	—	—	—	—
St. 12	—	—	—	—	—	—	1	—	30.0
St. 13	1	—	8.6	—	—	—	—	—	—
St. 14	1	—	40.8	—	—	—	—	—	—
St. 15	1	—	33.2	—	—	—	—	—	—
St. 16	1	—	21.6	—	—	—	—	—	—
St. 17	1	—	58.5	—	—	—	—	—	—
St. 18	1	—	28.1	—	—	—	—	—	—
St. 33	2	16.7	12.7 ± 5.7	2	99.0	76.4 ± 32.0	2	22.7	22.0 ± 1.0
St. 34	5	45.1	19.4 ± 15.6	4	143.7	91.7 ± 39.8	4	34.9	31.1 ± 4.8
St. 35	5	24.7	16.2 ± 7.4	4	122.0	80.7 ± 32.3	4	32.4	28.6 ± 4.1
原研沖 5 Km	1	—	42.8	1	—	79.5	—	—	—
北 20 Km 点	1	—	23.7	1	—	174.2	1	—	44.7
南 20 Km 点	1	—	12.2	1	—	75.0	1	—	50.7
平均	41		19.7 ± 13.8	26		91.6 ± 48.3	25		34.6 ± 9.1

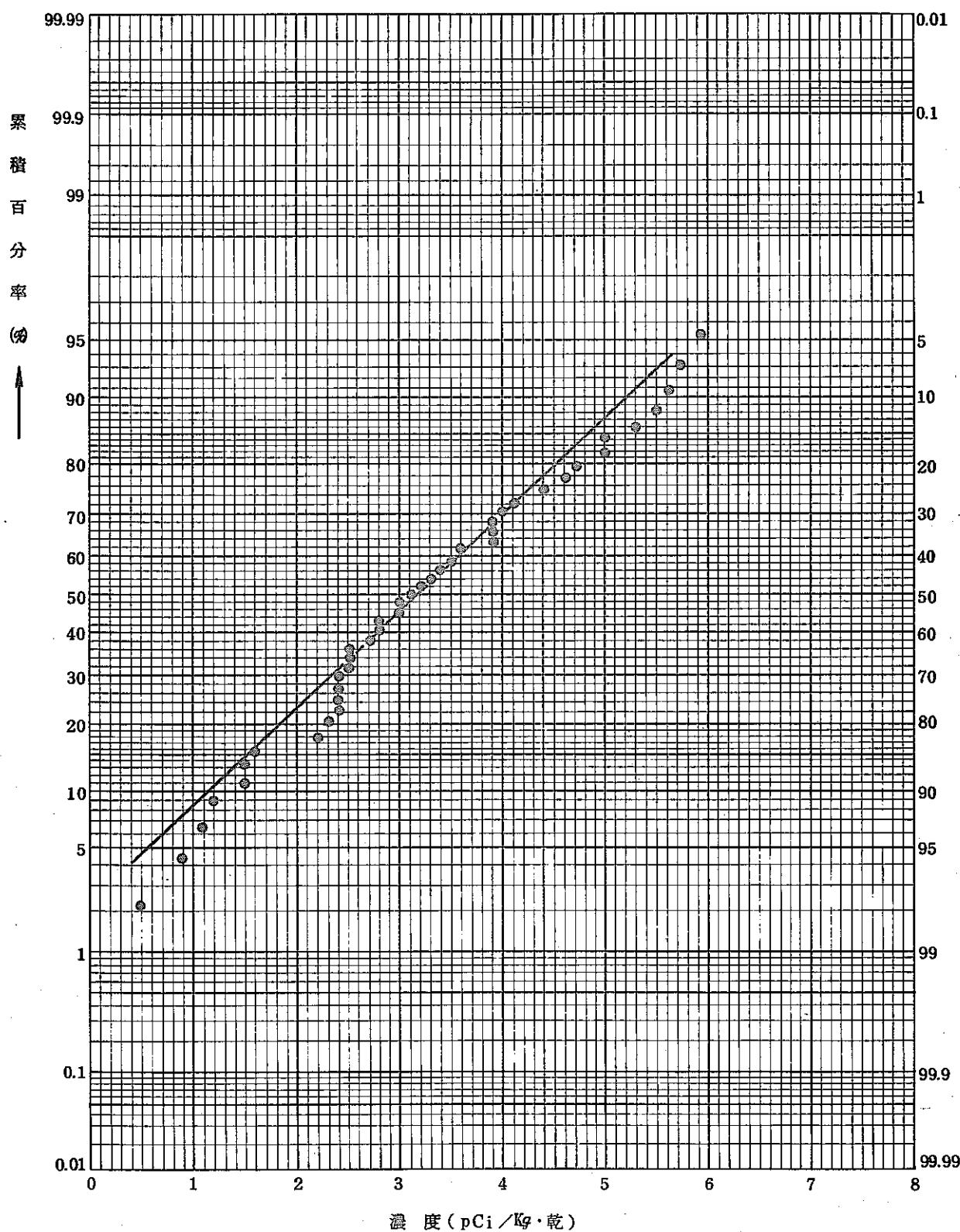
表 9-3 海底土中⁹⁰Sr, ⁹⁵Zr および⁹⁵Nb 濃度

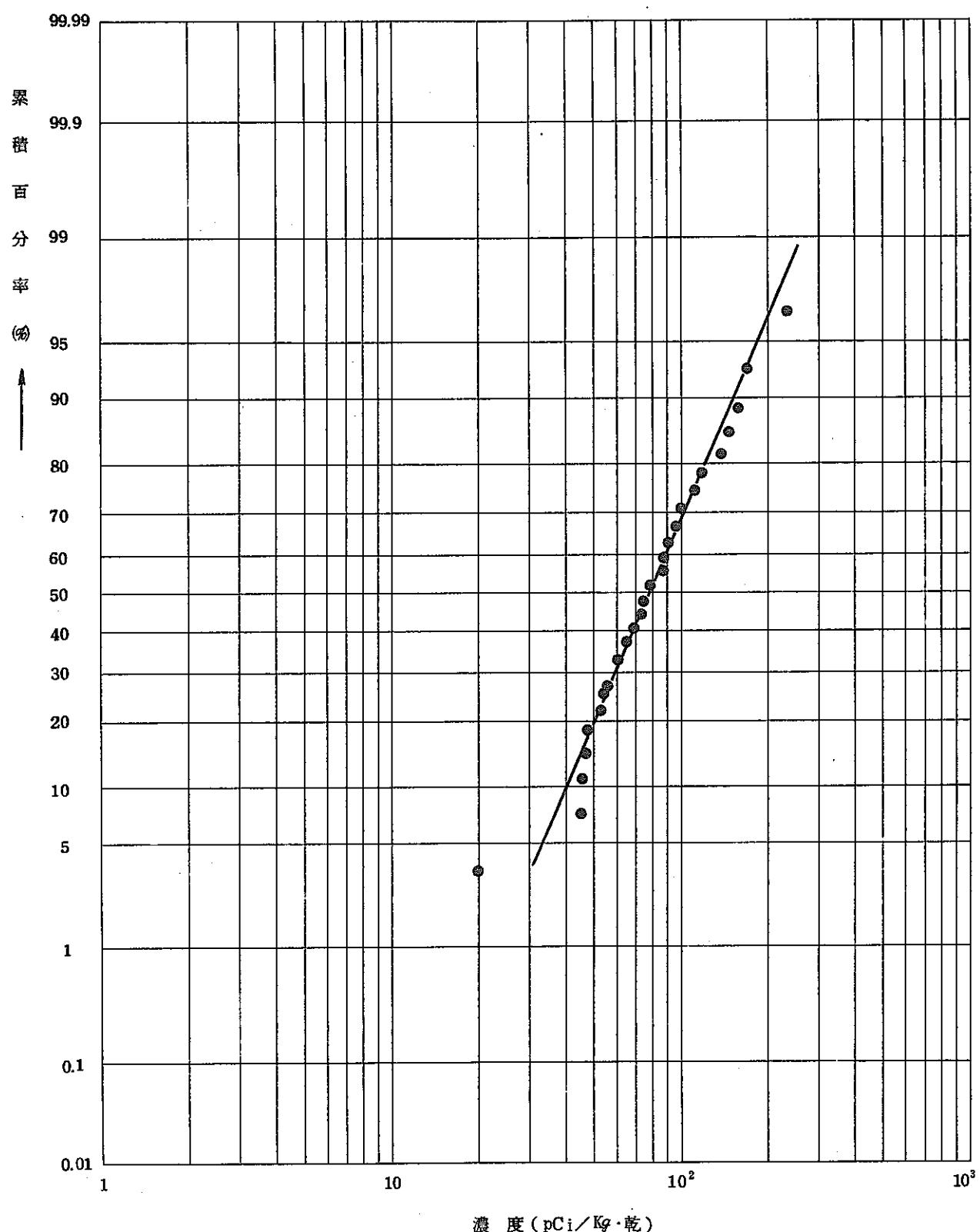
採取場所	⁹⁰ Sr (pCi/Kg · 乾)			⁹⁵ Zr (pCi/Kg · 乾)			⁹⁵ Nb (pCi/Kg · 乾)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
St. 1	—	—	—	1	—	< 70	1	—	< 40
St. 3	2	3.9	3.2 ± 1.1	—	—	—	—	—	—
St. 5	2	4.7	4.0 ± 1.1	—	—	—	—	—	—
St. 7	1	—	3.9	—	—	—	—	—	—
St. 8	4	5.3	3.5 ± 1.8	4	< 100	< 80	4	< 80	< 50
St. 9	6	10.0	4.5 ± 3.2	4	< 200	< 108	4	< 100	< 68
St. 10	5	5.0	3.6 ± 1.0	4	< 300	< 143	4	< 200	< 90
St. 11	1	—	3.6	—	—	—	—	—	—
St. 12	1	—	1.6	1	—	< 50	1	—	< 30
St. 13	1	—	2.5	—	—	—	—	—	—
St. 14	1	—	2.4	—	—	—	—	—	—
St. 15	1	—	2.8	—	—	—	—	—	—
St. 16	1	—	5.9	—	—	—	—	—	—
St. 17	1	—	2.5	1	—	< 40	1	—	< 20
St. 18	1	—	1.5	—	—	—	—	—	—
St. 33	2	3.3	1.9 ± 1.4	3	< 200	< 153	3	< 90	< 70
St. 34	5	5.7	3.5 ± 1.7	4	< 300	< 130	4	< 200	< 78
St. 35	5	5.0	3.0 ± 1.3	4	< 500	< 188	4	< 300	< 118
原研沖 5 Km	1	—	3.1	—	—	—	—	—	—
北 20 Km 点	1	—	4.5	1	—	< 90	1	—	< 60
南 20 Km 点	1	—	3.0	1	—	< 60	1	—	< 40
平均	4.3		3.4 ± 1.7	28		< 120	28		< 72

表 9 - 4 海底土中 $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度

採取場所	$^{239+240}\text{Pu}$ (pCi/kg・乾)		
	試料数	最大	平均
St. 1	1	—	1 4.8
St. 2	1	—	1 5.1
St. 3	5	1 8.2	1 2.3 ± 3.6
St. 4	1	—	1 9.4
St. 5	5	1 7.3	1 4.4 ± 2.9
St. 6	1	—	1 0.5
St. 7	1	—	5 0.4
St. 8	5	1 4.4	9.6 ± 2.8
St. 9	6	2 1.1	1 5.1 ± 5.9
St. 10	5	5 2.5	2 5.4 ± 1 5.9
St. 11	1	—	1 4.9
St. 12	1	—	1 5.6
St. 13	1	—	1 2.3
St. 14	1	—	2 2.7
St. 15	1	—	1 4.6
St. 16	1	—	3 3.0
St. 17	1	—	6 4.5
St. 18	1	—	1 0.4
St. 33	1	—	1 2.1
St. 34	5	1 7.7	1 3.6 ± 3.7
St. 35	5	2 3.1	1 5.5 ± 6.5
原研沖 5 Km	1	—	4 4.2
北 2 0 Km 点	1	—	1 9.7
南 2 0 Km 点	1	—	1 4.5
平均	5 3		1 7.6 ± 1 1.6

図 9-3 海底土中 ^{106}Ru , ^{137}Cs および ^{239}Pu 濃度の正規確率プロット

図 9-4 海底土中 ^{90}Sr 濃度の正規確率プロット

図 9-5 海底土中 ^{144}Ce 濃度の対数正規確率プロット

10. 海岸砂中放射性物質濃度

海岸砂の採取は、海岸水採取時に同時に実施した。採取は、約 225 cm^3 の表面砂を移植ゴテで採取した。採取後乾燥の後、GM検出器により全 β 放射能、化学分析により ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr および ^{239}Pu 濃度を、また亀甲容器に採取した海岸砂で $\text{Ge}(\text{Li})\gamma$ スペクトロメトリにより $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ 濃度を測定した。

結果を、表10-1, 表10-2, 図10-1, 図10-2および図10-3に記す。また、採取場合については付図3に示す。

表10-1 海岸砂中全 β 放射能濃度

採取場所		全 β 放射能濃度 (pCi/g 乾)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均
01	勿来	1	—	5.4
02	平瀬港	1	—	4.4
03	大津港	1	—	6.0
04	高萩	1	—	9.4
05	豊浦	3	12.1	11.4 ± 0.7
06	会瀬港	1	—	6.2
07	河原子	3	12.6	8.9 ± 4.0
08	水木	1	—	7.0
09	久慈港	6	13.4	9.7 ± 2.3
010	新川河口	8	18.3	15.8 ± 1.8
011	阿字ヶ浦	6	18.4	14.1 ± 3.1
012	磯崎港	1	—	13.0
013	那珂湊	1	—	11.5
015	大洗	3	8.8	8.4 ± 0.4
016	夏海	1	—	10.3
017	大竹	3	13.4	11.5 ± 1.7
018	鹿島港	1	—	8.7
019		1	—	9.8
020	波崎	1	—	7.1
平均		4.4		11.1 ± 3.7

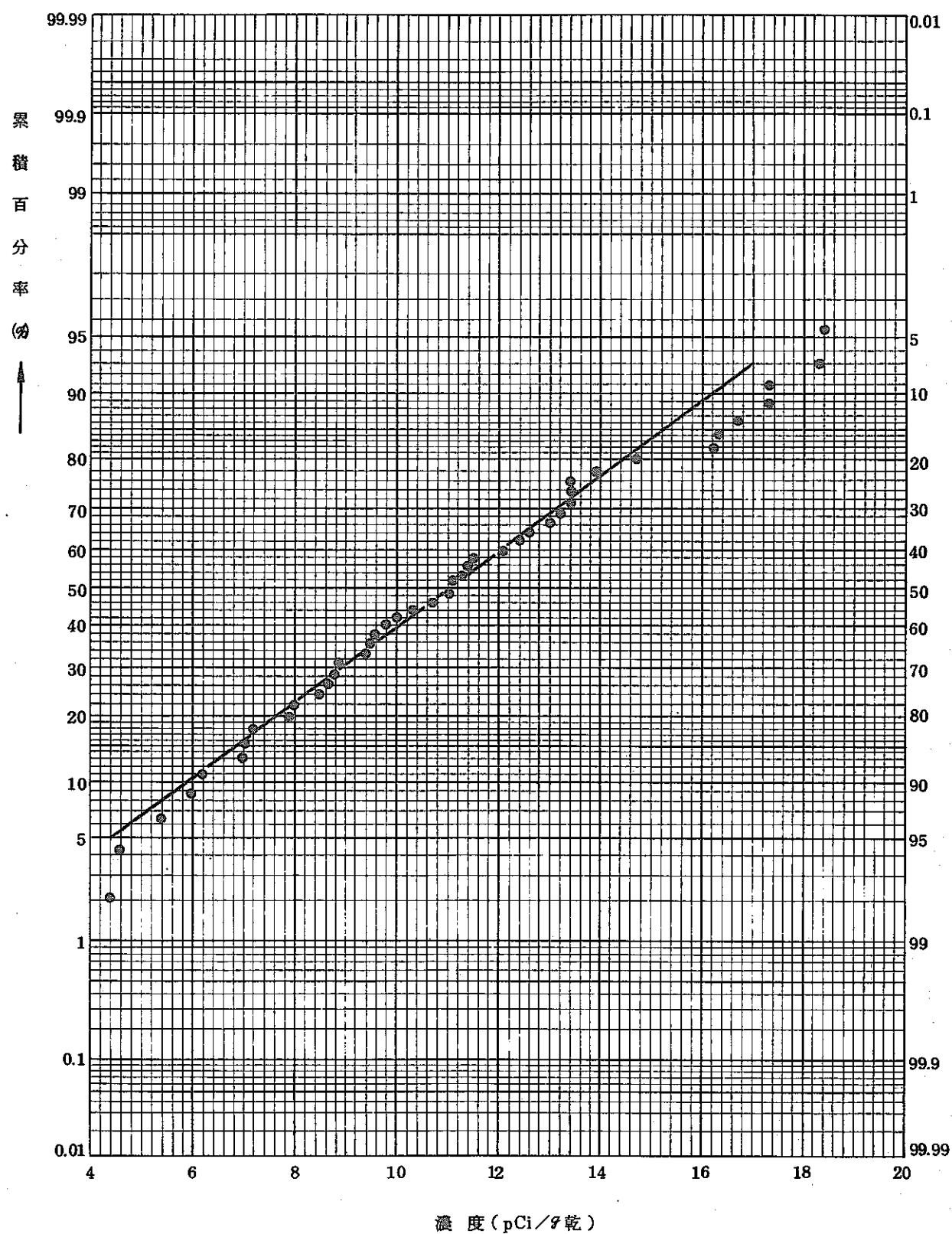
図 10-1 海岸砂中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表10-2 海岸砂中¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Ce, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ⁹⁵Zr, ⁹⁵Nbおよび²³⁹₂₄₀Pu濃度

採取場所		¹⁰⁶ Ru (pCi/Kg・乾)			¹⁴⁴ Ce (pCi/Kg・乾)			¹³⁷ Cs (pCi/Kg・乾)			⁹⁰ Sr (pCi/Kg・乾)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
0 9	久慈港	3	1 4.5	9.8±4.4	3	2 8.5	1 8.1±9.9	3	2 6.3	2 3.3±3.1	3	3.2	2.4±0.8
0 1 0	新川河口	3	6.8	5.2±1.4	3	1 5.6	8.5±7.7	3	2 0.1	1 7.2±3.1	3	5.5	3.1±2.2
0 1 1	阿字ヶ浦	3	6.5	4.9±1.7	3	1 4.4	9.4±4.4	3	2 1.5	1 9.2±2.0	3	3.5	2.7±0.8
平 均		9		6.6±3.5	9		1 2.0±8.1	9		1 9.9±3.6	9		2.7±1.3

表10-2 (続)

採取場所		⁹⁵ Zr (pCi/Kg・乾)			⁹⁵ Nb (pCi/Kg・乾)			²³⁹ ₂₄₀ Pu (pCi/Kg・乾)		
地点番号	地点名	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
0 7	河原子	—	—	—	—	—	—	1	—	6.2
0 9	久慈港	1	—	< 100	1	—	< 50	3	1 0.1	9.1±1.6
0 1 0	新川河口	1	—	< 90	1	—	< 50	3	3.5	2.3±1.1
0 1 1	阿字ヶ浦	2	< 80	< 75	2	< 50	< 45	3	3.2	2.9±0.3
0 1 5	大洗	—	—	—	—	—	—	1	—	1.6
平 均		4		< 70	4		< 48	1 1		4.6±3.2

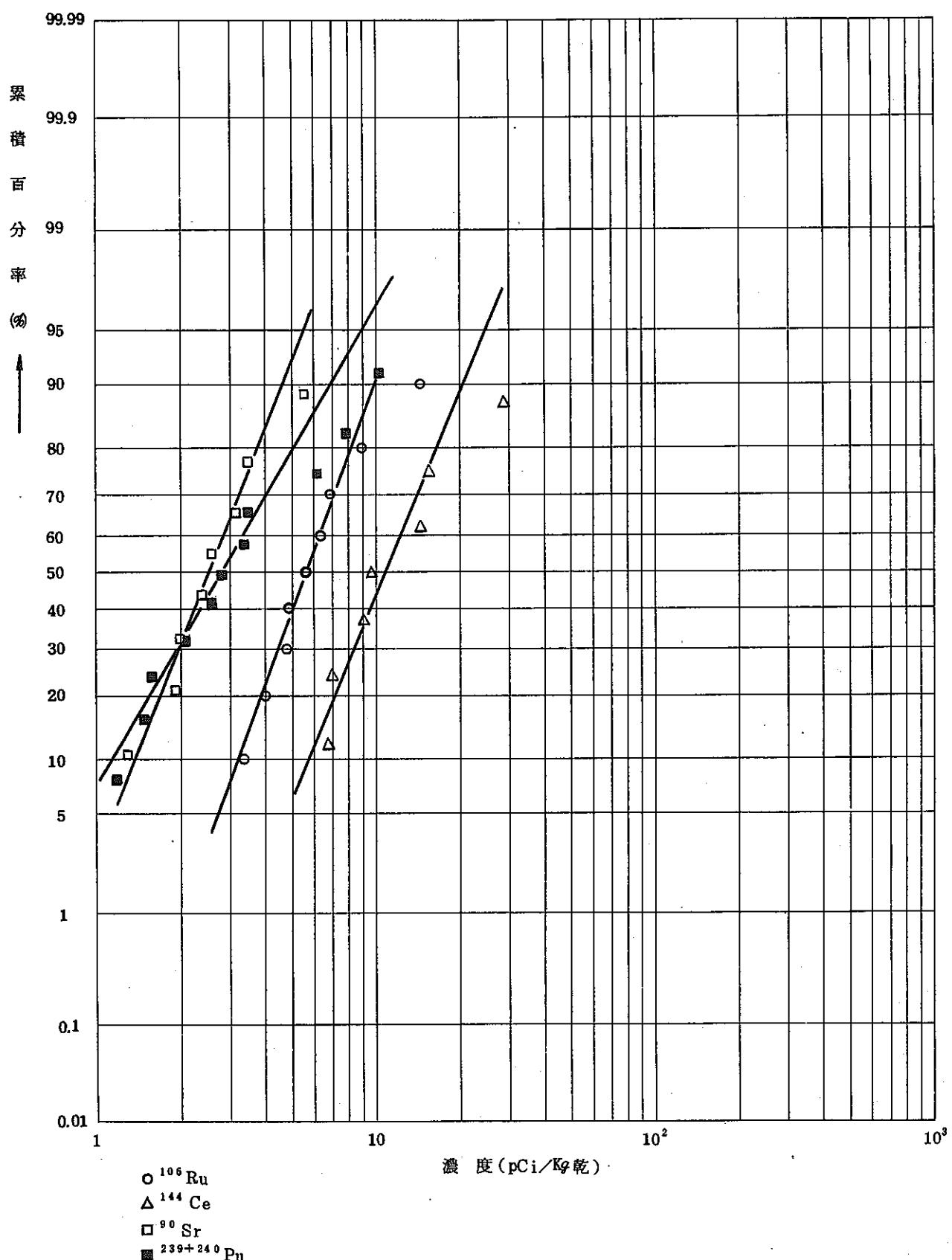
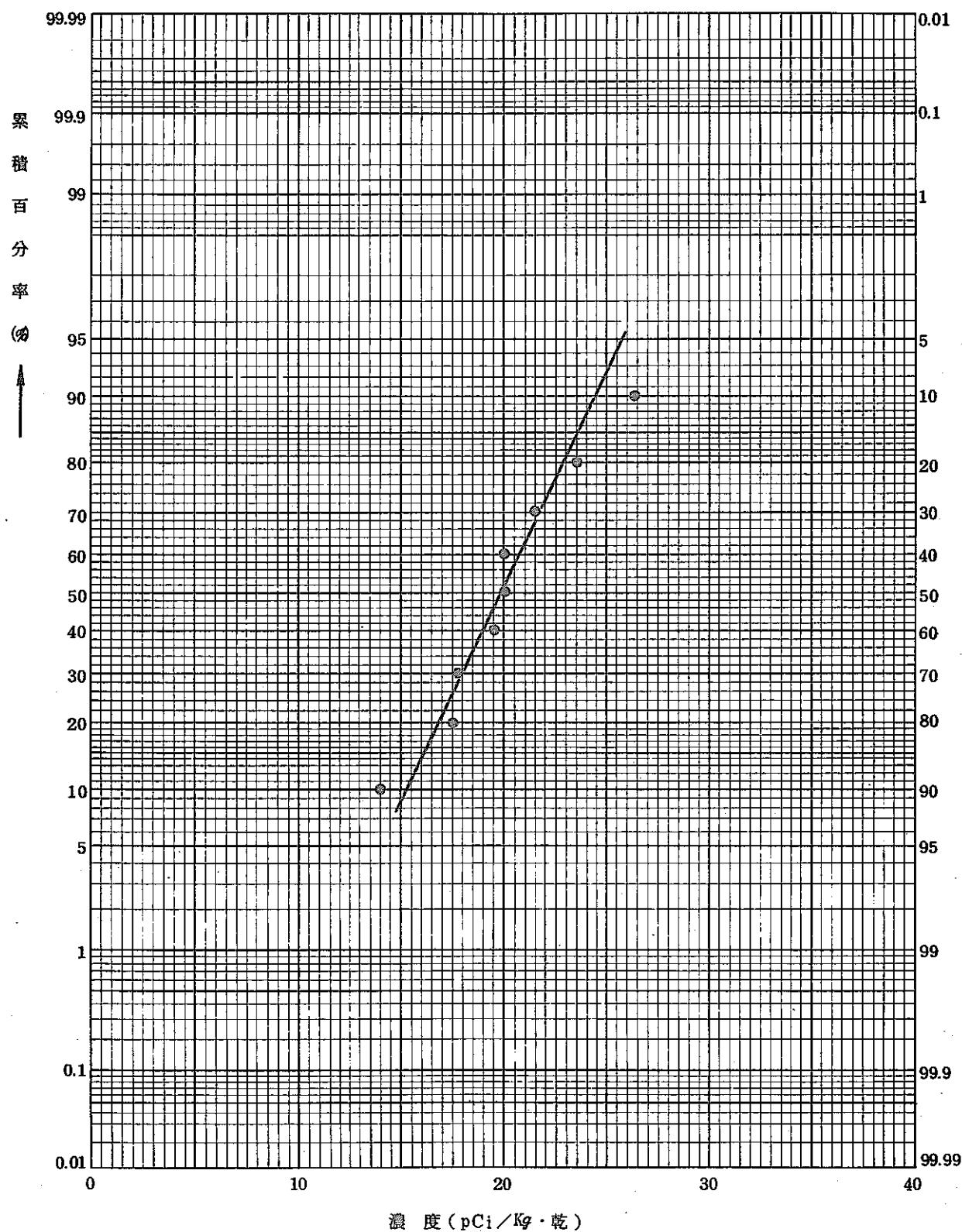


図 10-2 海岸砂中 ${}^{106}\text{Ru}$, ${}^{144}\text{Ce}$, ${}^{90}\text{Sr}$ および ${}^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の
対数正規確率プロット

図 10-3 海岸砂中¹³⁷Cs 濃度の正規確率プロット

11. 海産生物中放射性物質濃度

海産生物の採取は、おもに購入により行なった。採取後、海産生物は乾燥灰化し、全 β 放射能測定および接種分析を行なった。全 β 放射能測定はGM検出器で、接種分析は化学分析により、 ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{137}Cs , ^{90}Sr , $^{95}\text{Zr}/^{95}\text{Nb}$ および $^{239}_{+240}\text{Pu}$ 濃度の測定をした。

結果を、表11-1, 表11-2, 表11-3, 図11-1, 図11-2, 図11-3, 図11-4, 図11-5, 図11-6, 図11-7, および図11-8に記す。

表11-1 海産生物中全 β 放射能濃度

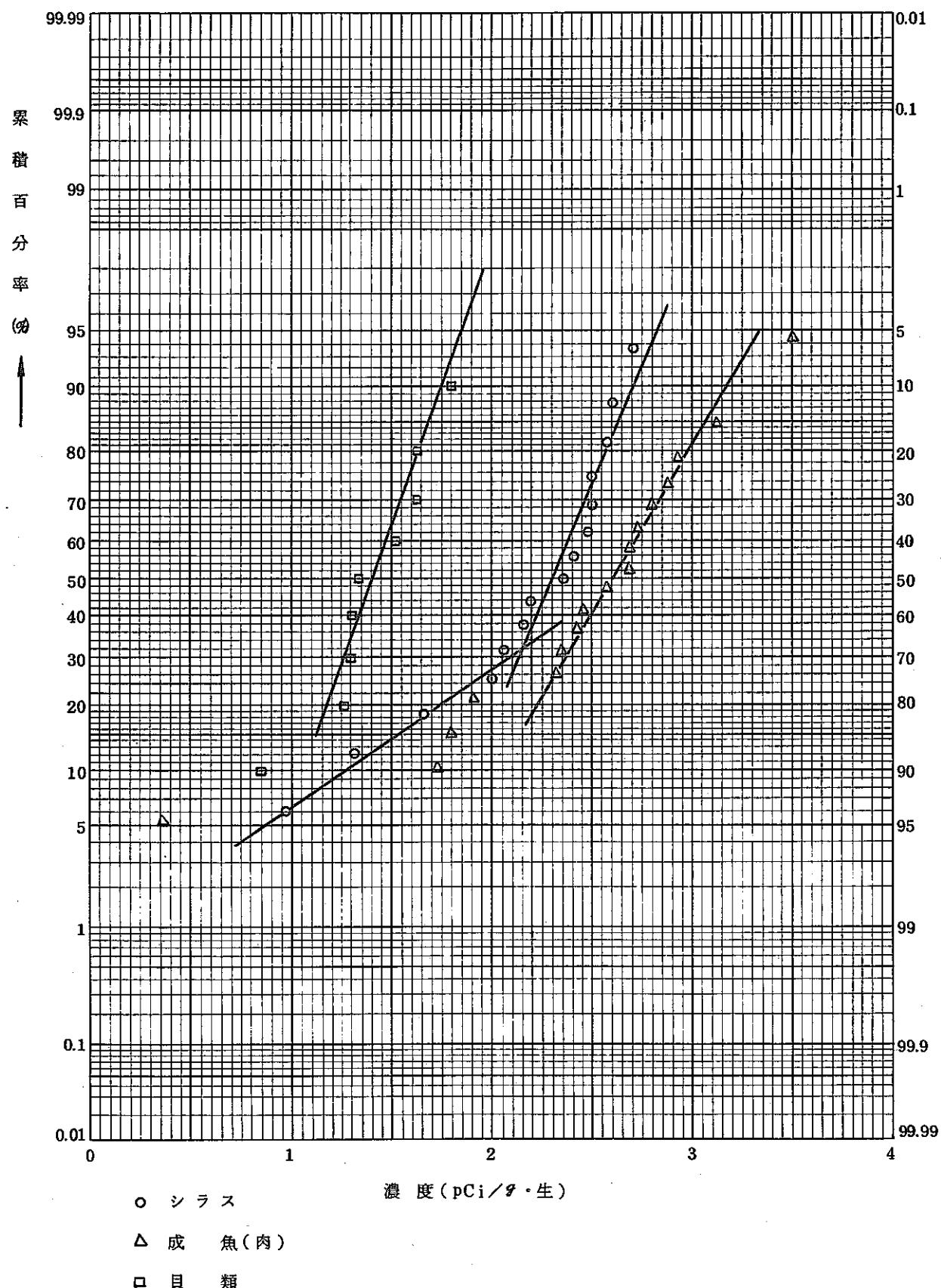
生物種別	全 β 放射能濃度 (pCi/g・生)		
	試料数	最大	平均
シラス	15	2.7	2.2±0.5
成魚(注1)肉	17	3.5	2.4±0.7
成魚骨	14	2.3	1.2±0.6
成魚内臓	15	4.2	2.4±0.9
貝類(注2)	9	1.8	1.4±0.3
海藻類(注3)	23	14.4	7.1±3.4
甲殻類	1	—	1.8
軟体類	3	2.1	2.0±0.1
平均(注4)	68		3.6±3.3

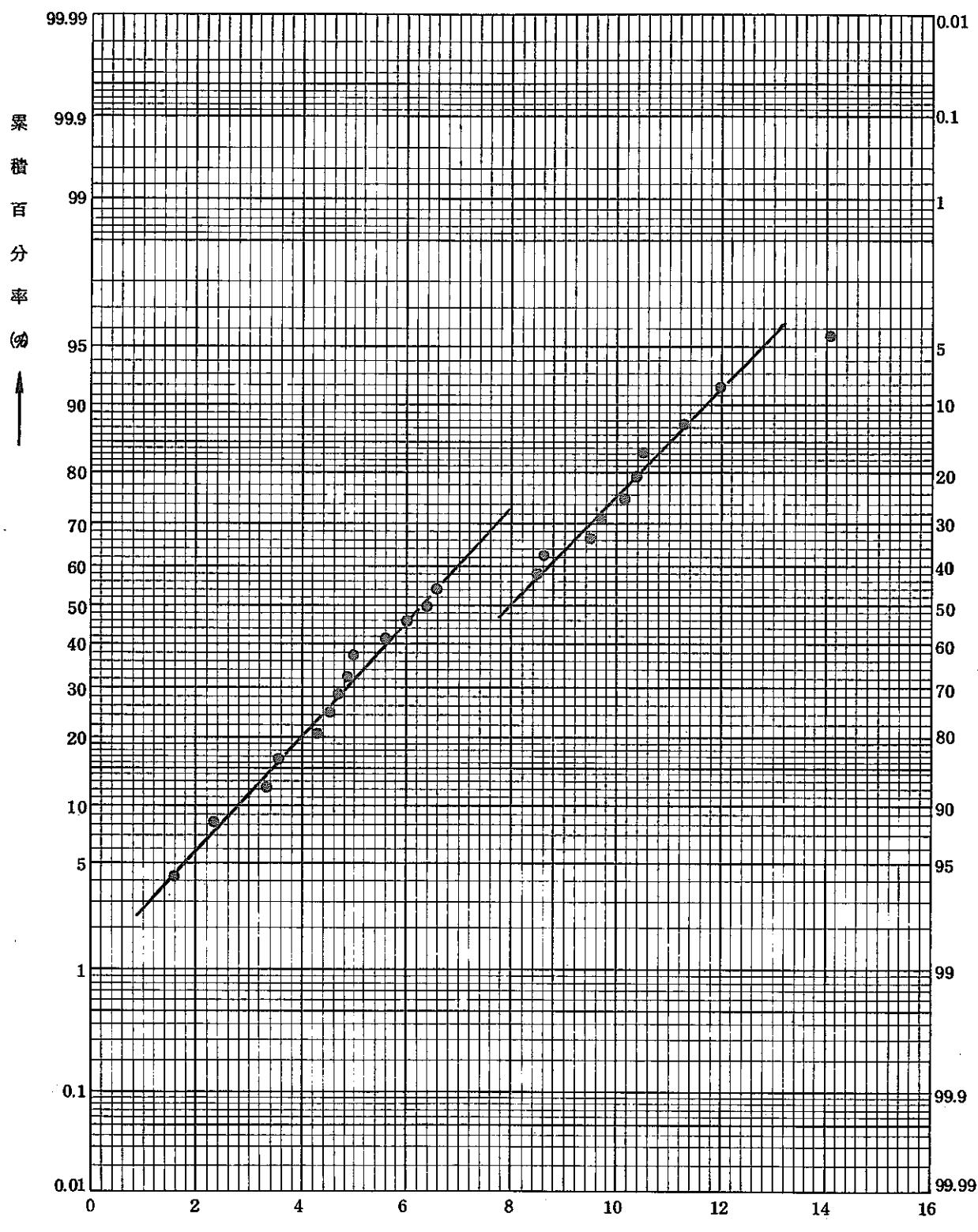
(注1) 成魚とは、カレイ、ヒラメ、イシモチ、メバル等である。

(注2) 貝類とは、平貝、アワビ等である。

(注3) 海藻類とは、ヒジキ、ワカメ、カジメ等である。

(注4) 平均値算出において成魚肉のデータを使用した。

図 11-1 海産生物中全 β 放射能濃度の正規確率プロット



(注) 直線が2本となるのは、ヒジキ中の全 β 放射能濃度が他の海藻と比較して高いためである。

図 11-2 海産生物中全 β 放射能濃度の正規確率プロット

表 11-2 海産生物中¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Ce および ¹³⁷Cs 濃度

生物種別	¹⁰⁶ Ru			¹⁴⁴ Ce			¹³⁷ Cs		
	(pCi/Kg・生)			(pCi/Kg・生)			(pCi/Kg・生)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
シラス 成魚肉)	17	4.10	0.80 ± 0.94	15	7.18	1.30 ± 1.78	18	7.05	5.46 ± 0.99
貝類	12	0.89	0.38 ± 0.29	11	1.60	0.58 ± 0.62	15	14.10	8.81 ± 1.50
海藻類	13	39.60	20.21 ± 17.10	12	17.96	10.23 ± 4.08	13	4.76	2.80 ± 1.19
甲殻類	14	14.52	9.92 ± 7.66	14	23.00	4.92 ± 5.63	14	12.70	6.54 ± 3.15
軟体類	1	—	6.32	1	—	2.64	1	—	4.22
平均	2	2.30	1.59 ± 1.00	4	3.25	1.48 ± 1.25	4	3.98	3.40 ± 0.50
平均	5.9		7.28 ± 11.67	5.7		3.97 ± 4.98	6.5		5.79 ± 2.74

表 11-3 海産生物中⁹⁰Sr, ⁹⁵Zr/⁹⁵Nb および ²³⁹₊₂₄₀Pu 濃度

生物種別	⁹⁰ Sr			⁹⁵ Zr/ ⁹⁵ Nb			²³⁹ ₊₂₄₀ Pu		
	(pCi/Kg・生)			(pCi/Kg・生)			(pCi/Kg・生)		
	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均	試料数	最大	平均
シラス	18	1.21	0.66 ± 0.32	14	9.70	3.25 ± 2.76	12	0.085	0.03 ± 0.02
成魚(肉)	15	1.85	0.67 ± 0.45	12	9.15	2.53 ± 2.55	10	0.064	0.018 ± 0.019
貝類	13	2.91	1.14 ± 0.67	9	14.24	5.74 ± 5.31	3	0.16	0.09 ± 0.063
海藻類	14	8.42	3.18 ± 1.75	11	28.20	10.29 ± 10.36	7	0.33	0.16 ± 0.10
甲殻類	1	—	5.27	1	—	2.11	1	—	0.13
軟体類	4	0.46	0.26 ± 0.14	3	13.90	5.54 ± 7.26	3	0.054	0.032 ± 0.023
平均	6.5		1.35 ± 1.44	5.0		5.19 ± 6.40	3.6		0.061 ± 0.075

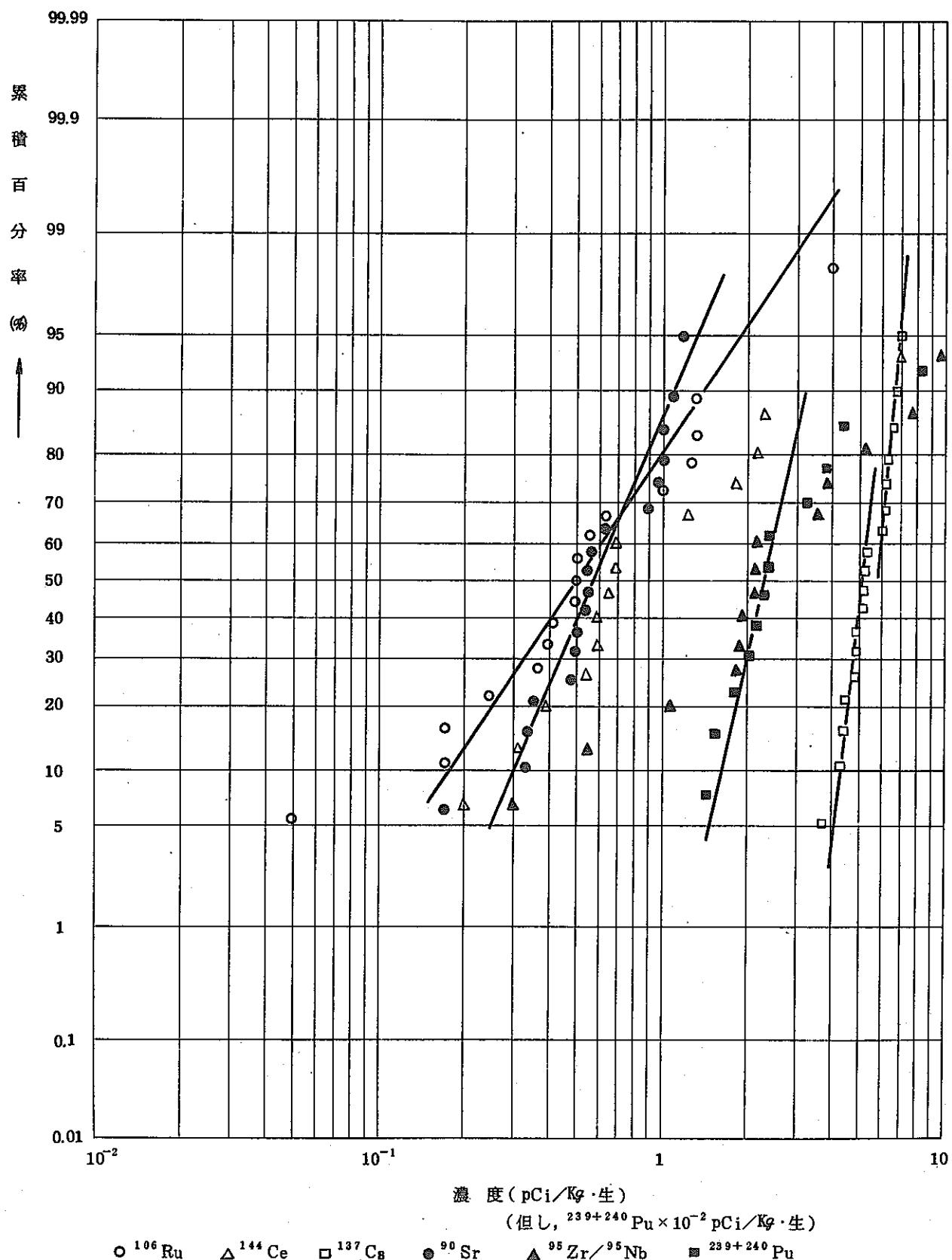


図 11-3 海産生物(シラス)中放射性核種の
対数正規確率プロット

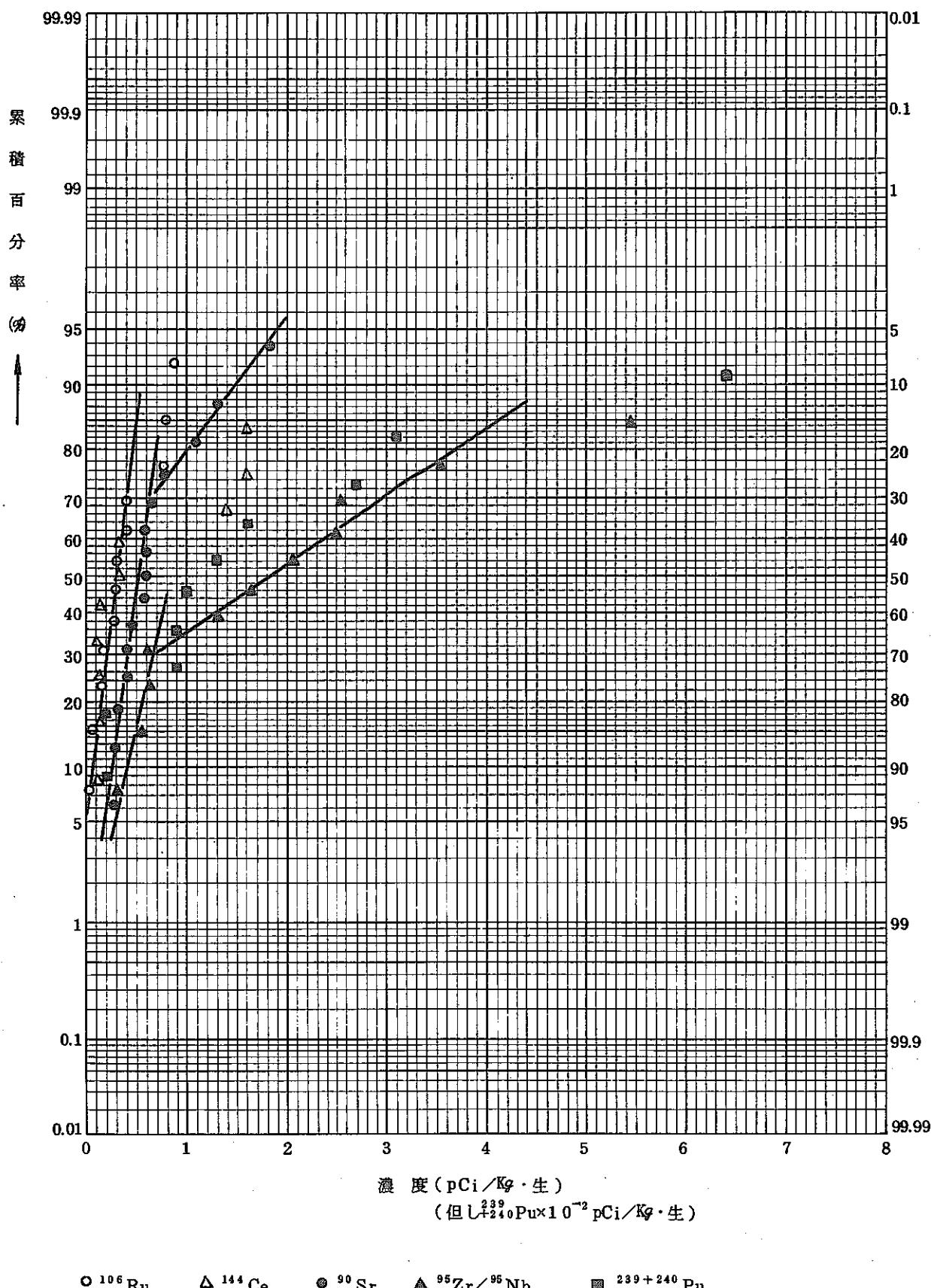


図 11-4 海産生物中（成魚一肉）放射性核種の正規確率プロット

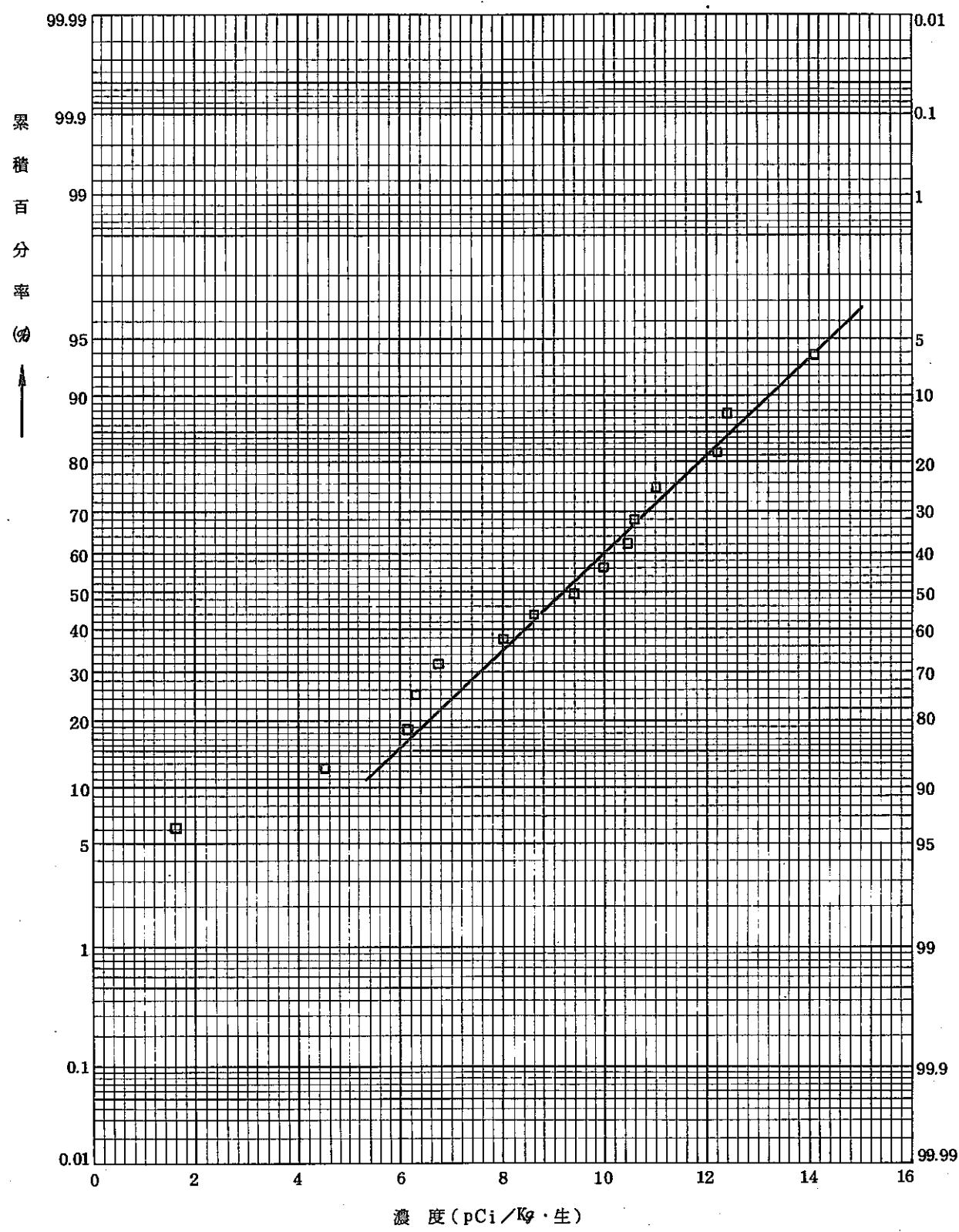


図 11-5 海産生物中(成魚一肉)放射性核種の正規確率プロット

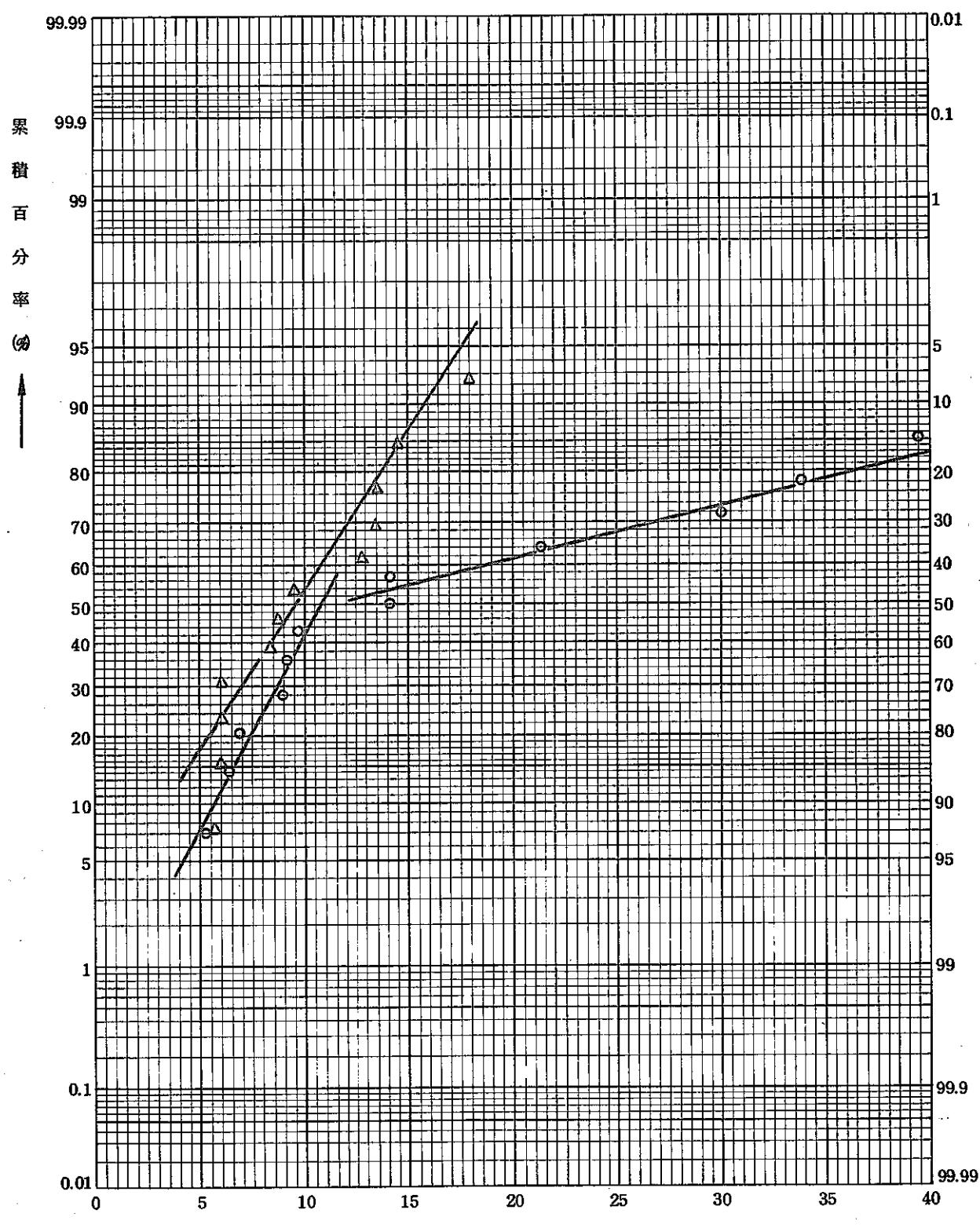


図 11-6 海産生物中(貝類)放射性核種の正規確率プロット

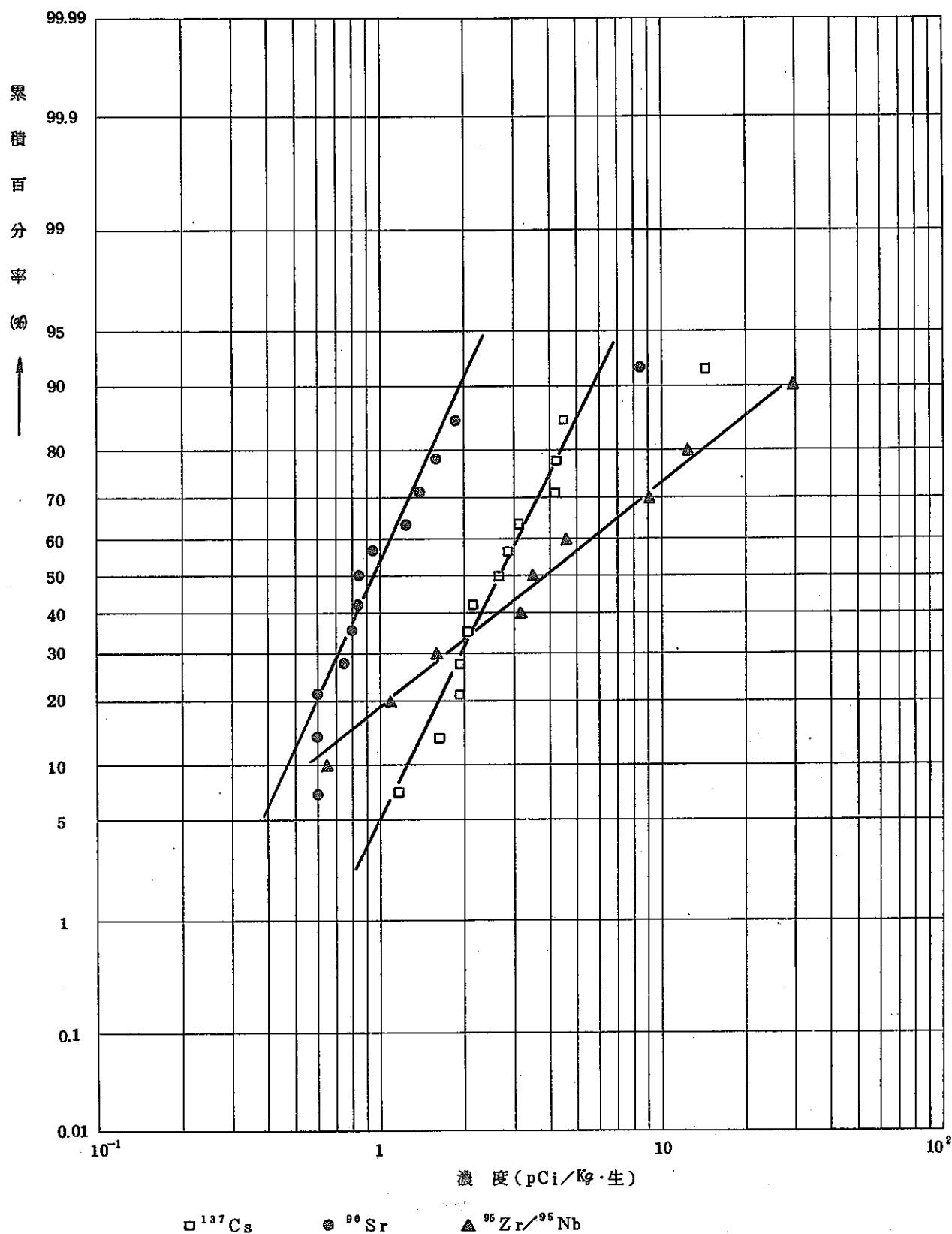


図 11-7 海産生物(貝類)中放射性核種の
対数正規確率プロット

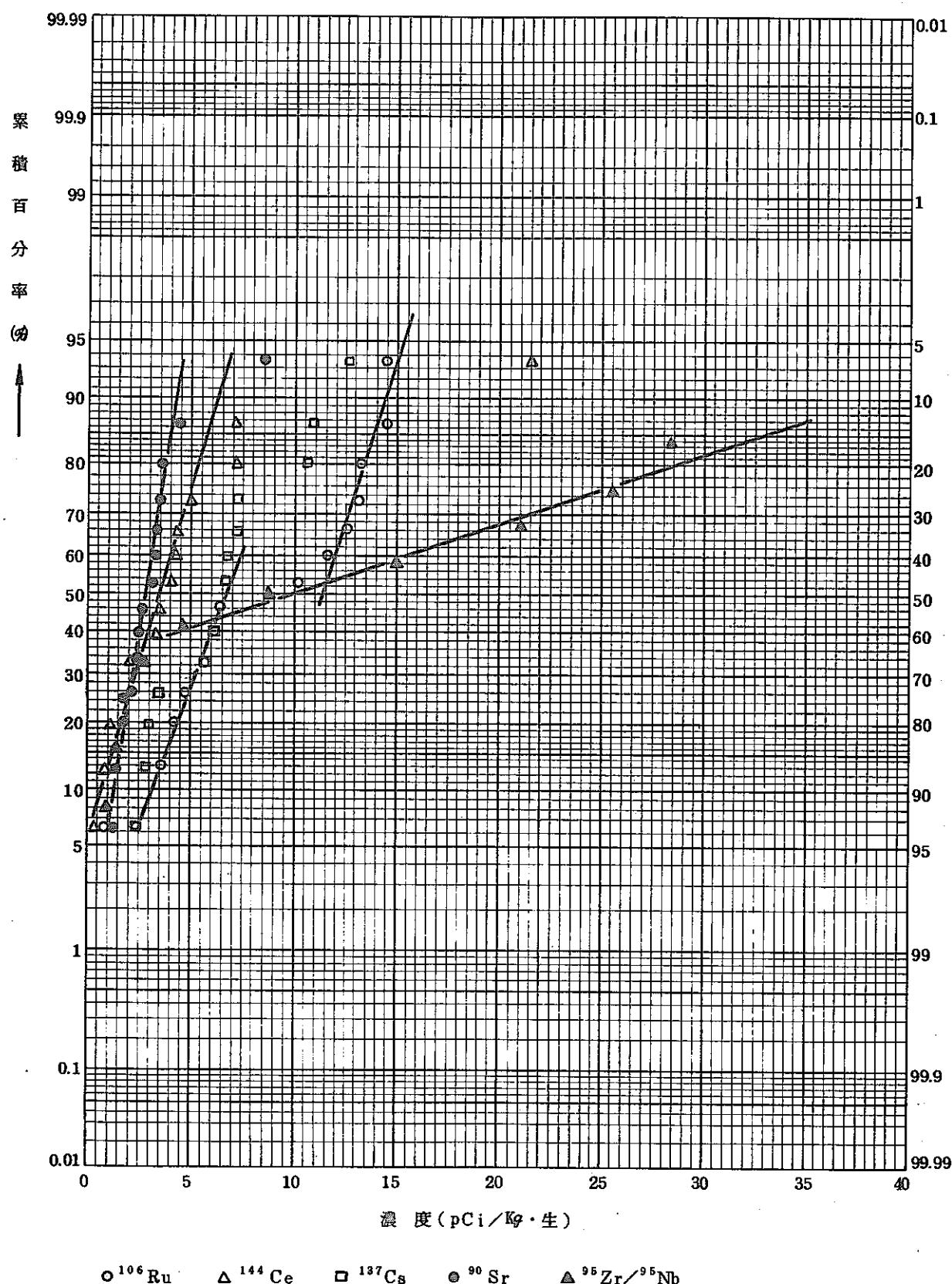


図 11-8 海產生物中(海藻類)放射性核種の正規確率プロット

12. 海岸砂、漁網および船体片の表面線量率

海岸砂については、海岸砂採取地点（付図3参照）において1回／年、また漁網および船体片については、モンタリング船「せいかい」に3ヶ月間設置した試料について4回／年、 $\beta(r)$ 表面計数率、および γ 表面線量率（照射線量率）を測定した。

測定は、 $\beta(r)$ 表面計数率については、横窓型GMサーベイメータ（富士電機製、NSM-100型）、また γ 表面線量率についてはNaIシンチレーション・サーベイメータ（Aloka製、TCS-121C型）で行なった。

昭和50年度の測定において、有意な値は検出されなかつた。

なお、測定法については今後、検討を加えてゆく必要がある。

結 語

今後の再処理工場周辺における環境モニタリングに対する技術的洞察を導くために、昭和50年度のデータをとりまとめた。とりまとめの過程で生じた議論は次のようなものである。

イ 特定の監視対象について、一定の期間ごとに環境試料を採取し、分析するという測定の結果得られるデータは、その解釈に当つて空間代表性および時間代表性の両者が問題となる。従つて得られた多数個のデータは、空間および時間双方について適切な群化を行い、まずは一群のデータとして取扱う必要がある。空間および時間についてどのような群化を行うべきかについては、少くとも統計的処理を施すに十分な個数であつて、監視測定の目的および方法に見合つた群を見出すようにする必要があると言えよう。この点については、まず個々の監視項目・分析項目ごとに検討すべきかと思われる。

連続的に試料を採取している項目、たとえば空气中浮遊塵については、空間代表性に対応する群化が必要である。このことは、連続的に測定している項目、例えは照射線量率についても同様である。さらに、一見皮肉なことだが、照射線量率のように連続的に、例えは1時間ごとに測定値が得られる場合は、極めて短かい時間の環境の変動にも応答するために、データの解釈には一層労力を要することになり、環境時系列データの解析手法、例えは、なめらか化の方法、モデリングによる施設寄与分の計算手法等を開発する必要が生じる。

ロ 昭和50年度のデータは、スプリング・バーストのような環境中放射能の一般的傾向は示していても、施設寄与を有意に見出しうるデータではない。将来の再処理工場のホット操業開始以後のデータは、施設寄与分を合せた複合もしくは混合分布をとるはずである。これに新たな他国の核実験の影響が加われば、様相はさらに複雑になる。従つて少くとも分布解析および相関分析を定常の環境監視測定結果のとりまとめにおいて行いうるようにならなければならない。

ハ 事前モニタリングにおいては、1年程度の期間で周辺地域の環境放射能についてかなりの知見が得られる。

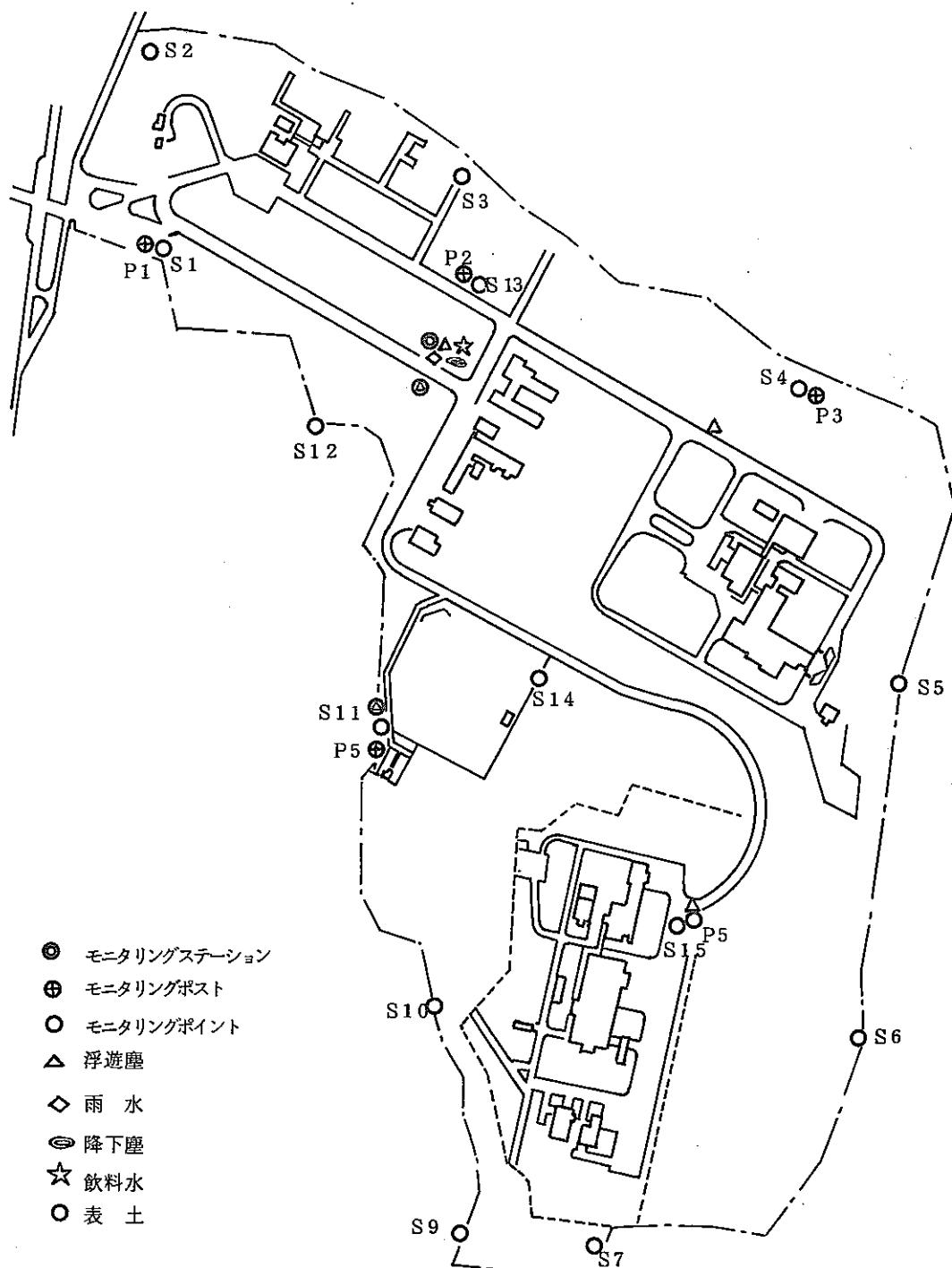
当地域については、事業団以外の諸機関・施設でもさまざまな角度から環境測定を行つてゐるので、技術レベルでのデータの相互交流を一層促進させることにより、ローカルな環境放射能の実態把握の機能をさらに増すことができると思われる。しかしながら海水全 β の測定値の分布例から明らかなるように分析測定法の相違により結果が有意に異なることがある。複数の測定機関によるデータを比較しようとする場合には分析測定法の相互の差を考慮に入れることが重要であるし、必要であれば分析測定法の基準統一化を促進することも重要である。

ニ 問題が長期的であればあるほど、過去の環境データおよび一層広範囲のデータが貴重となる。局地的もしくは局所的、または比較的短期の問題とも併せ、再処理工場を中心とする周辺環境データのバンキング・システム(データ・ベース)の開発利用をさらに促進することの意義は、

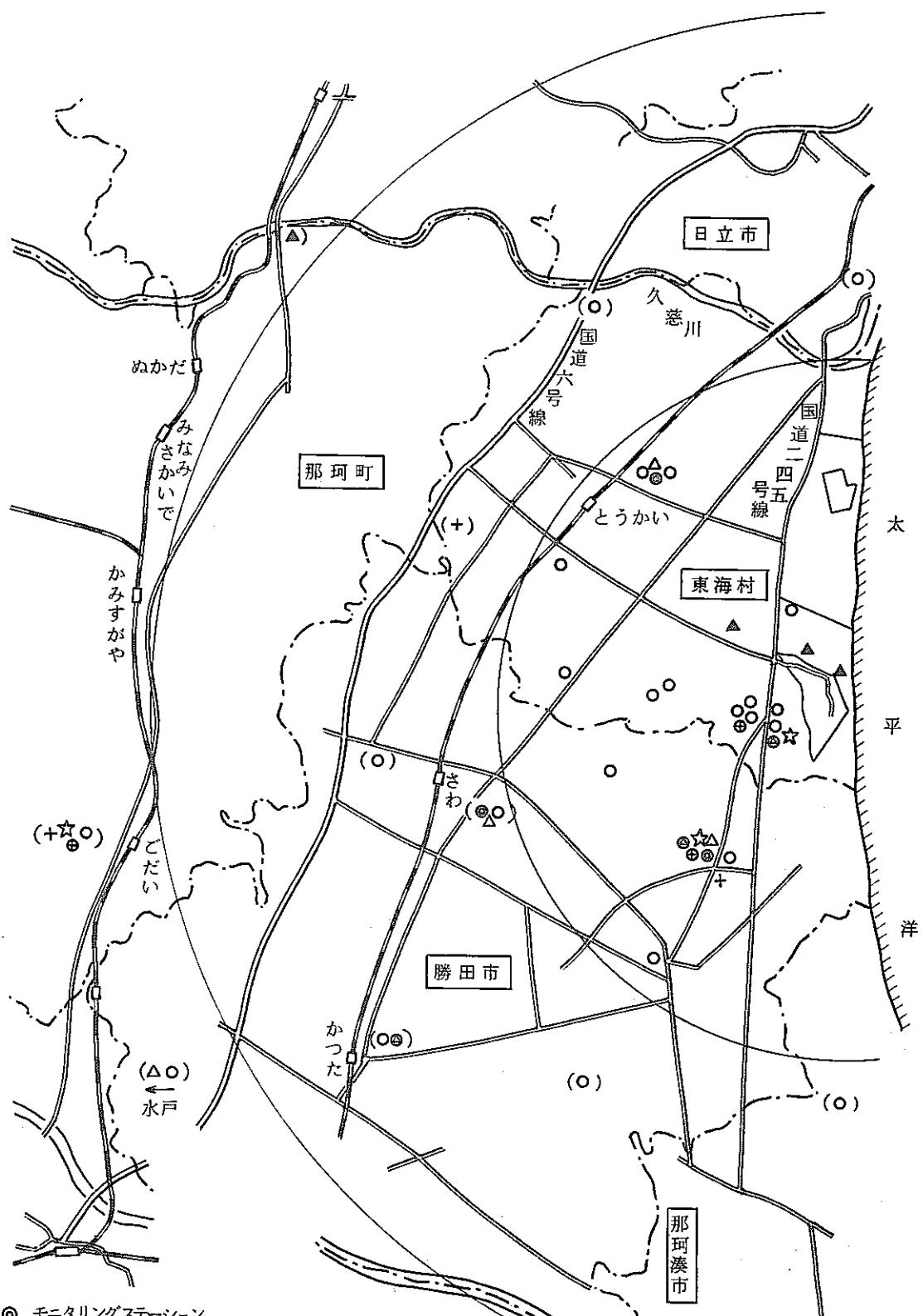
今後ますます大きくなるものと考えられる。

最後に、本報のとりまとめに当っては、米国ハンフォードの環境監視報告の最近の動向^{(1),(2)}を少なからず参考にした。実際のところ我が国における再処理工場周辺の環境モニタリングは初めてのことであり、関係識者各位の貴重な御意見、助言を得ながら暗中模索を続けている状態であるので、本報告についても御批判、御意見を御寄せ下さることを我々一同心から期待する次第である。

付図1 環境試料等の採取または測定場所(敷地内)



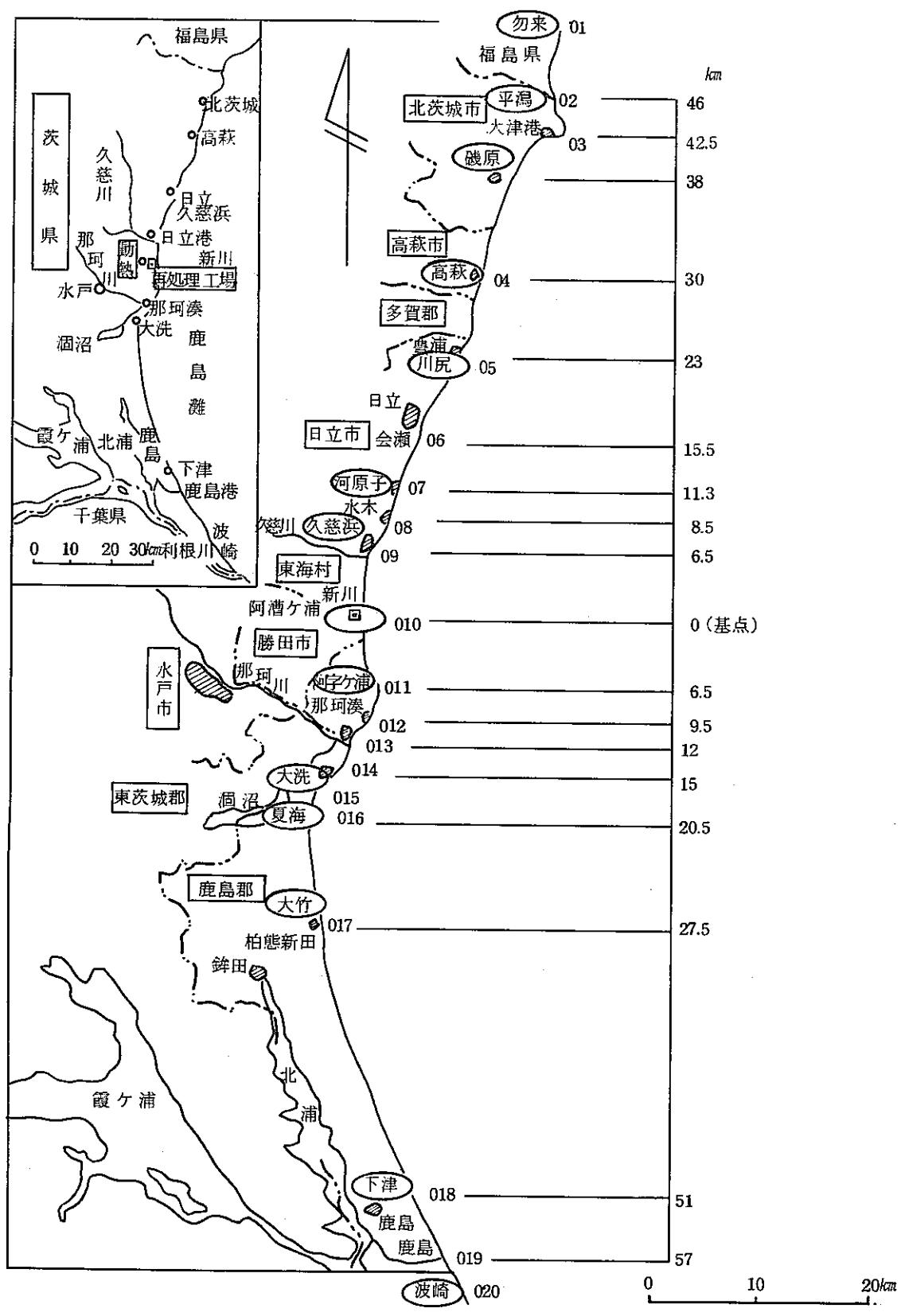
付図2 環境試料等の採取または測定場所(敷地外)



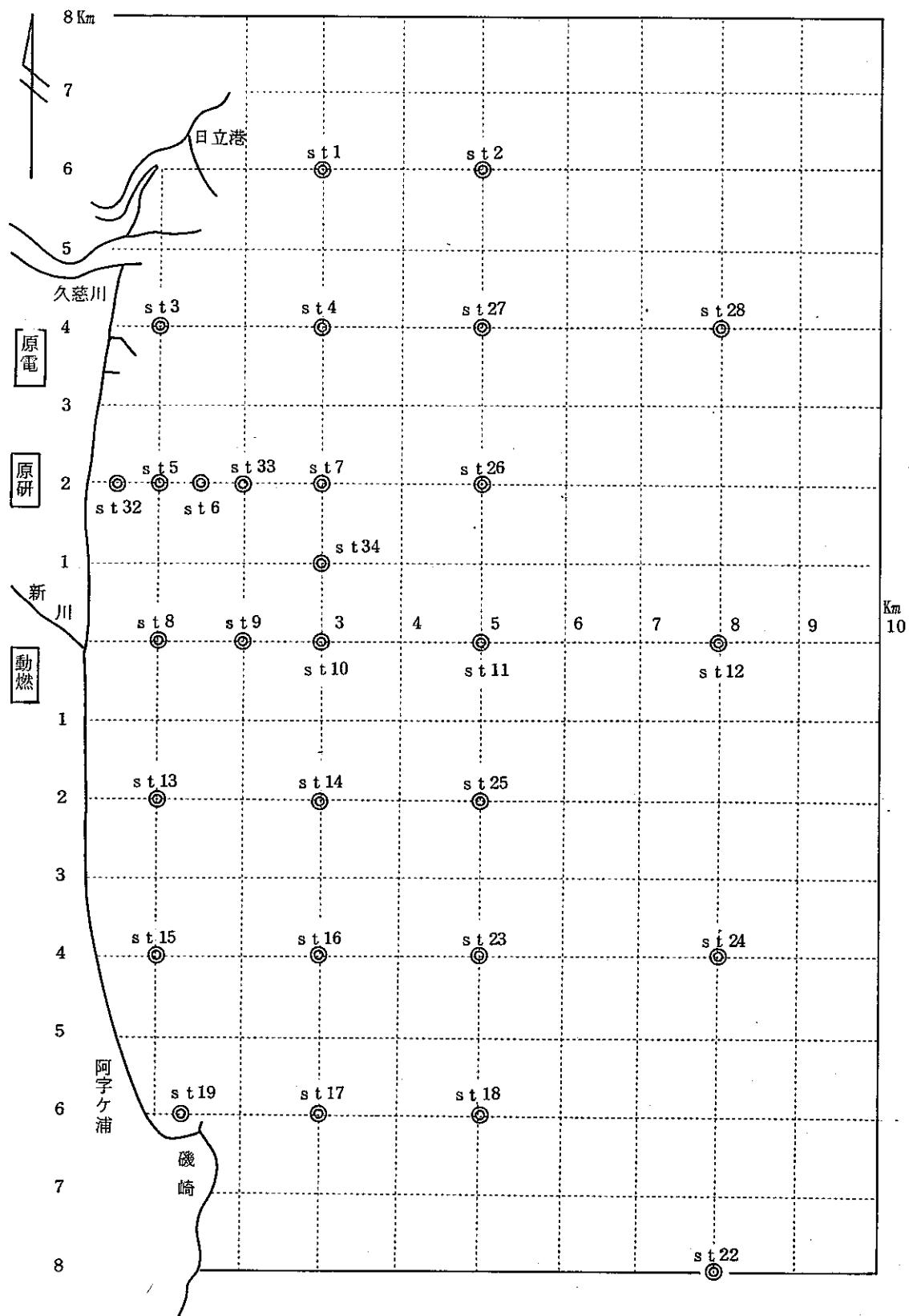
◎ モニタリングステーション
○ モニタリングポイント
◎ 表土
⊕ 米麦, 野

△ 河川水, 河底度
+ 牛乳
☆ 飲料水
△ 浮遊塵
() 比較対照

付図3 海岸水、海岸砂採取および海岸砂表面線量率測定場所



付図 4 海水採取場所 (S t .)



付録 1 分析法、測定器一覧

核種	試料	分析法	測定器
全 β 放射能	飲水 雨下川 降河牛	蒸発乾固法	2 π ガスフローカウンタ(低バックグラウンド自動測定装置) 二系統GM計数装置
	ダ土 表底作 河土物 農生 海物 海底 海砂	直接法	二系統GM計数装置
	海水 海岸	鉄バリウム共沈法	2 π ガスフローカウンタ(低バックグラウンド自動測定装置)
^{106}Ru	海水 海岸 底土 海生	蒸留法	低バックグラウンド線測定装置
^{90}Sr	農作物 牛乳 表土 海生 底土 海砂	^{90}Y ミルキング法	低バックグラウンド β 線測定装置
^{137}Cs	農作物 牛乳 岸水 海生 底土 海砂	リンモリブデン酸 アンモ沈殿 塩化白金酸セシウム法 γ スペクトロメトリ	低バックグラウンド β 線測定装置 Ge(Li)測定装置
^{144}Ce	海水 海岸 底土 海生	TBP抽出法	低バックグラウンド β 線測定装置
$^{95}\text{Zr}-^{95}\text{Nb}$	海水 海岸 底土 海生	TBP抽出法	低バックグラウンド β 線測定装置
	海底土	γ スペクトロメトリ (^{95}Zr と ^{95}Nb を分けて定量)	Ge(Li)測定装置
Pu	海水 表土 海砂 底土 海生 農作物	イオン交換法, α スペクトロメトリ	Si半導体測定装置
^3H	飲水 河水 海生 雨水 料川 岸	蒸留法	液体シンチレーションカウンタ シンチレータ:インスタゲル
^{131}I	大気 牛乳 牧野米 中ヨウ素 菜葉	γ スペクトロメトリ	Ge(Li)測定装置

付録2 正規確率紙およびワイブル確率紙の環境監視データへの応用

母集団 $N(m, \sigma^2)$ の確率密度関数

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}}$$

の累積確率分布は、

$$F(u) = \int_{-\infty}^u F(x) dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{(x-m)^2}{2\sigma^2}} dx$$

ここで、

$$\frac{x-m}{\sigma} = y \quad \text{とおけば、}$$

$$F(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\frac{u-m}{\sigma}} e^{-\frac{y^2}{2}} dy$$

正規確率紙は、縦軸に $N(0, 1)$ の累積確率が目盛されていて、横軸には変量 X の実現値を目盛るようになっている。よって正規分布をする母集団 $N(m, \sigma^2)$ は正規確率纸上に直線となつて示される。

また、逆に正規確率紙上に累積相対度数をプロットしていくことによって、正規分布に従っているか否かを近似的に判定することもできる。

正規確率紙（または、対数正規確率紙）の、環境監視データへの適用においては、一部を除いて、累積百分率の計算において、次の手法を用いた。

測定値 : $X_1, X_2, X_3, \dots, X_i, \dots, X_n$ (小さい順に並べる。)

$$\text{累積百分率 (\%)} \quad F(i) = \frac{i}{n+1} \times 100$$

ただ、環境監視データの正規確率への適合性は経験上あまり良いとは思われず、むしろ対数正規確率のほうがよく適合する。また、ワイブル確率紙には、最もよく適合するという報告⁽²⁾もある。

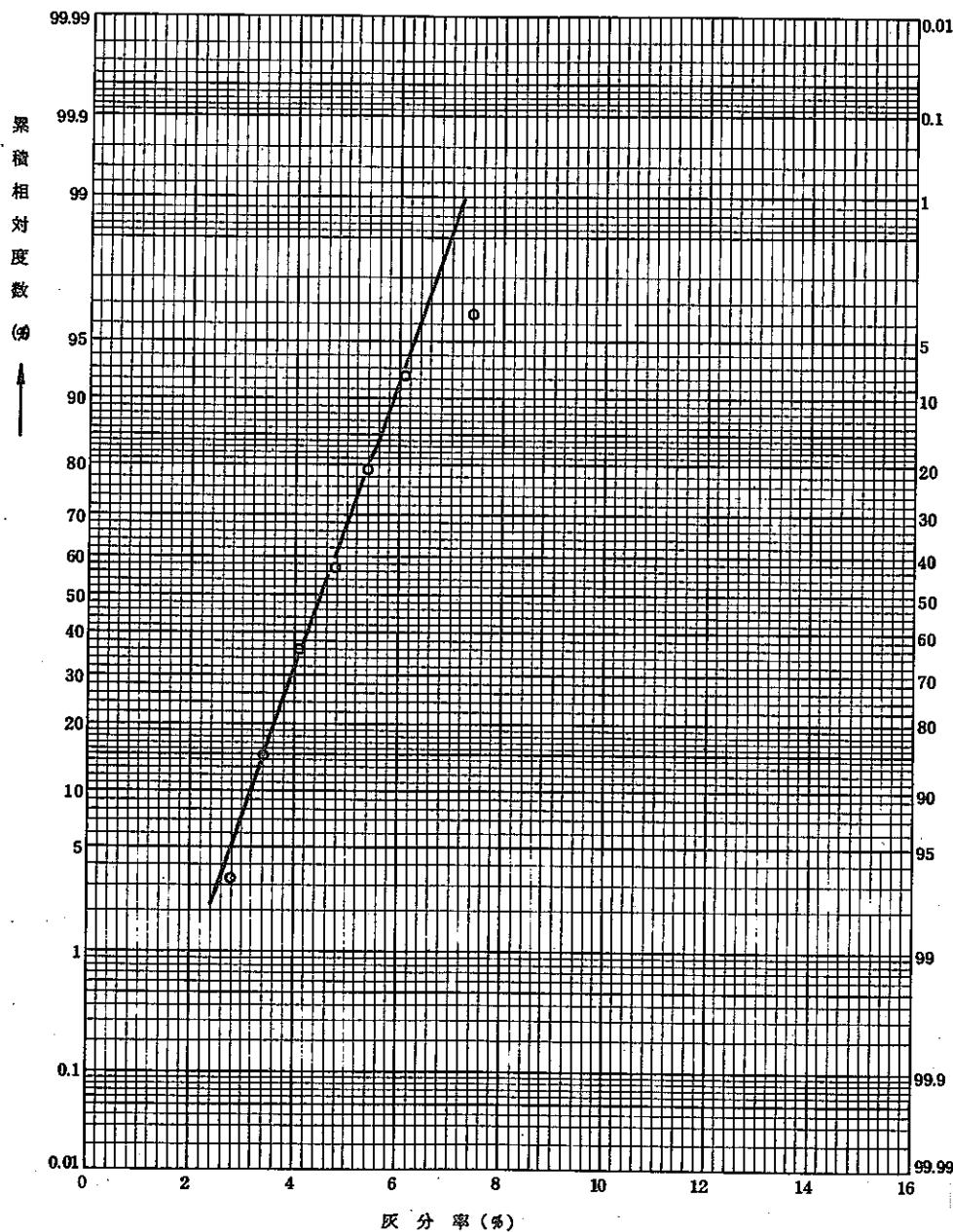
次の図は、海藻の灰分率（%）の、累積相対度数を正規確率紙にプロットしたものであるが、これは、データの度数分布を取り累積相対度数を求めたものであり、正規分布であることがわかる。

この図をもとにして、

$$\text{平均値} (50\%) = 4.5 (\%)$$

$$\begin{aligned}\text{標準偏差} &= \{ [(64\%) - (50\%)] + [(50\%) - (15.9\%)] \} / 2 \\ &= \{ [0.4 + 0.9] \} / 2 \\ &= 0.7 (\%) \end{aligned}$$

であることがわかる。すなわち 4.5 ± 0.7 (%) となる。

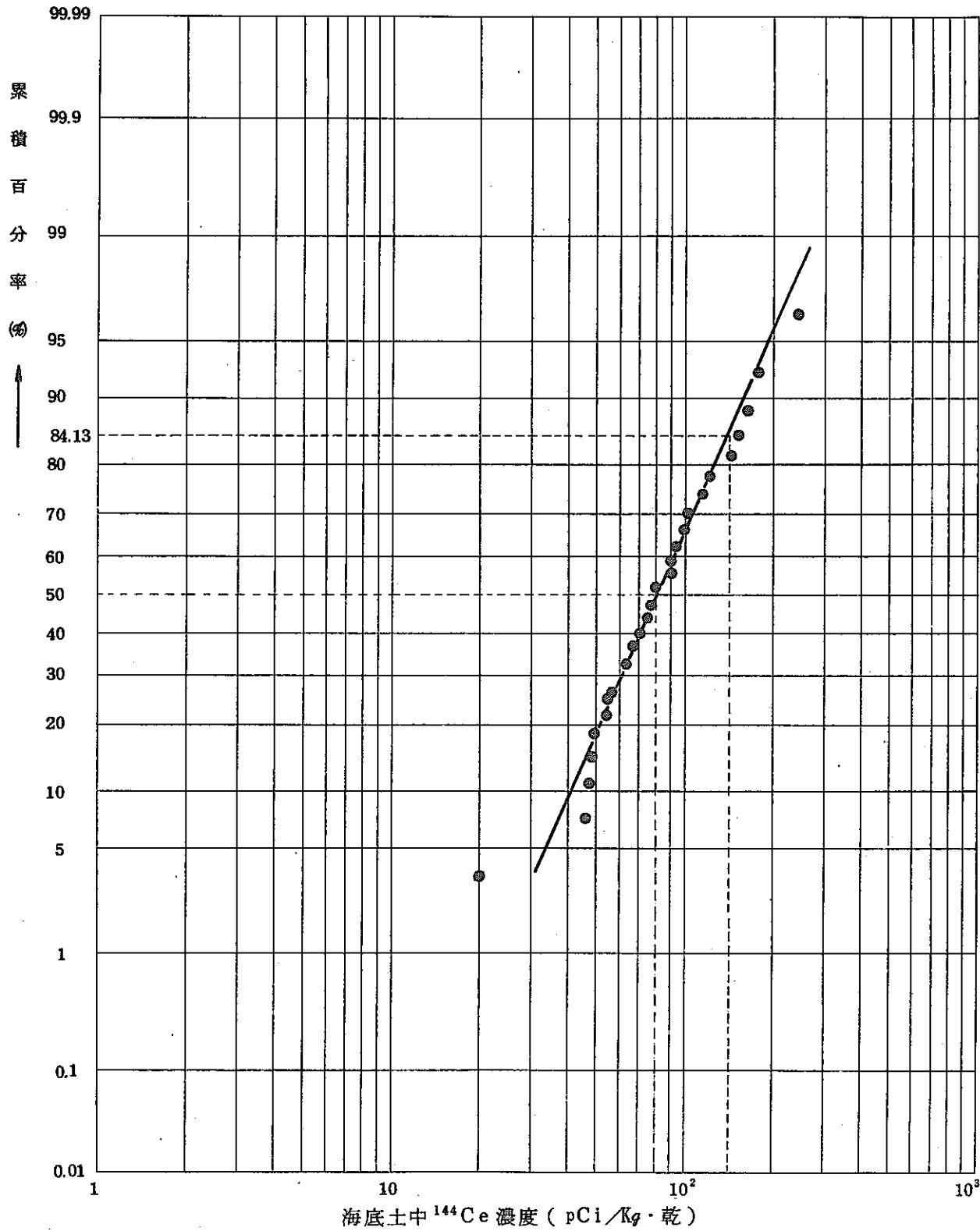


対数正規確率プロットは、次のように解釈できる。

$$\text{平均値} \quad (\text{50%値}) = 80.0 \text{ (pCi/kg・乾)}$$

$$\text{標準偏差} = (\text{84.13%値}) / (\text{50%値}) = 14.00 / 80.0$$

これは、 80.0 ± 1.75 と表わされる。



次に、ワイブル確率紙の環境データへの応用について述べておく。

なおワイブル分布関数については、斎藤嘉博著「信頼性の基礎数学」（電機大出版局）に詳しく述べられている。

ワイブル分布関数は、形のパラメータ (m)、尺度のパラメータ (t_0) を持つ関数として、

$$F(t) = 1 - e^{-\frac{t^m}{t_0}}$$

と表わすことができる。ワイブル確率紙は、縦軸に $F(t)$ 、横軸に t が目盛られており、プロットの方法は対数正規確率へのプロットと同様である。

環境データへの応用では、横軸に測定値を取り、縦軸に測定値の累積百分率を取ればよい。次ページは、表土中全 β 放射能濃度のワイブル確率プロットであるが、このプロットから平均値および標準偏差を求めることができる。Yは、累積百分率プロットの各点を通り目測で引いた直線であり、Xは、上側の横軸目盛りで1、右側の縦軸目盛で0の点Pを通り直線Yと平行な直線である。直線Xのy切片としての m と、直線Yのy切片から t_0 を求めることができる。

図から、 $m = 6.3$ 、直線Yのy切片 = -16.46 とわかる。

$$t_0 = e^{-(\text{直線Yのy切片})} \times 10^{-m\alpha}$$

であり、ここで α は横軸を目盛る時に、 α 桁だけ大きく目盛った事を補正するパラメータである。ここでは $\alpha = 0$ であるから

$$t_0 = e^{(-16.46)} = 14076300$$

$$\text{平均値: } \mu = t_0^{\frac{1}{m}} \Gamma(1 + \frac{1}{m})$$

$$\text{標準偏差: } \sigma = t_0^{\frac{1}{m}} \{ \Gamma(1 + \frac{2}{m}) - \Gamma^2(1 + \frac{1}{m}) \}^{\frac{1}{2}}$$

となる。より簡単には、図のA点 (μ/η)、B点 (σ/η) より求めることができ、

$$\eta = t_0^{\frac{1}{m}}$$

$$= t_0^{\frac{1}{6.3}}$$

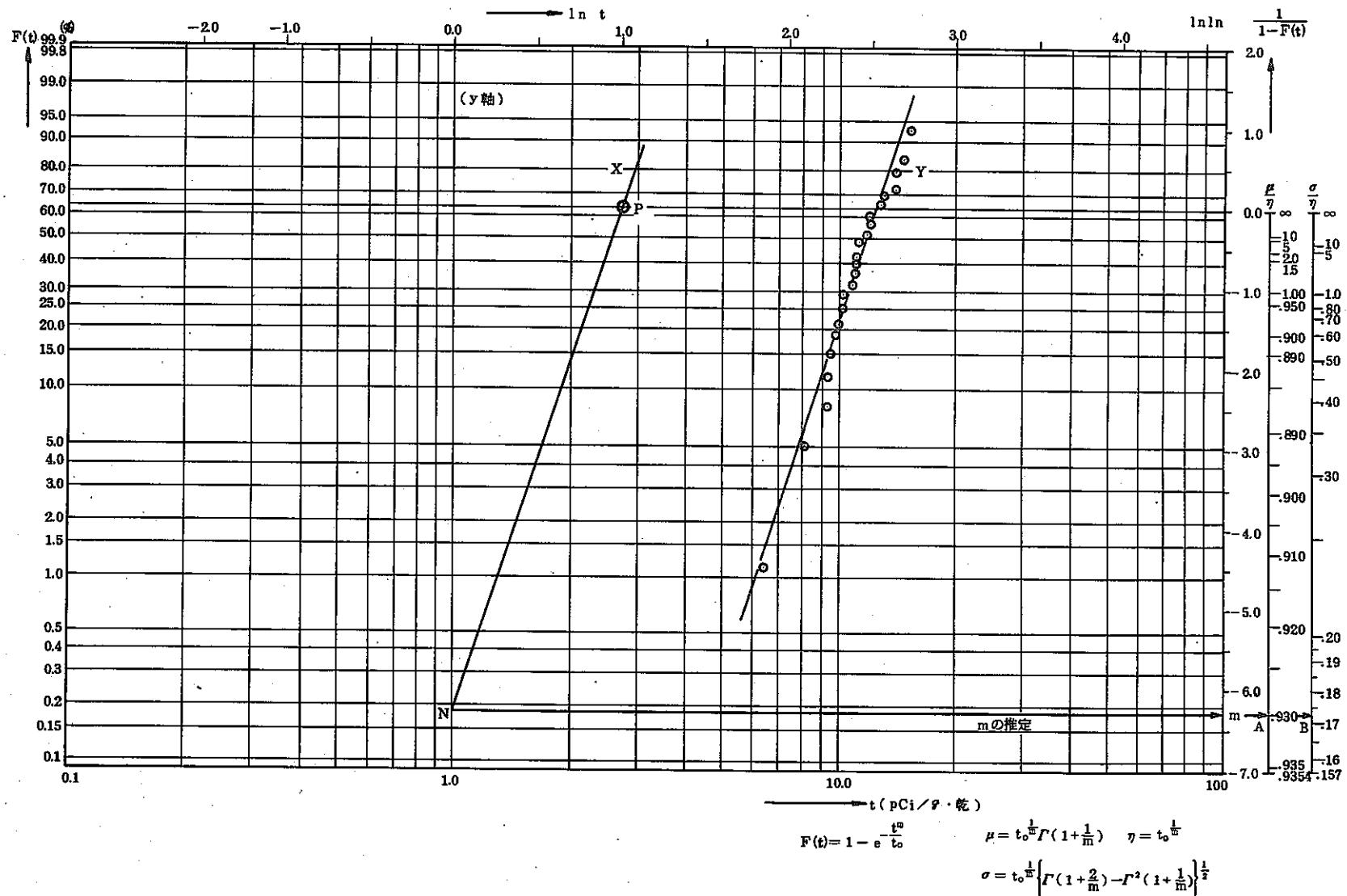
$$= 13.09$$

よって $\mu = 12.2$ (pCi/g乾)

$$\sigma = 2.2$$

であることがわかる。

正規確率紙あるいはワイブル確率紙の環境データへの応用において、確率紙上で直線で近似できる累積百分率のプロットは、測定値の母集団において特異な値が存在しないという有力な証拠であると考えられる。また2本以上の直線が現われる場合は、複数の確率分布母集団が存在することを示しており、原因としては、試料処理法の違い、分析法の相違といったことが考えられる。直線上から、明らかに、掛け離れた値が存在していると、まず考えられることは、自然界に存在する以上の特異な値であるということであるが、このデータのみから即断することはできない。



特別採取表土中全 β 放射能濃度のワイブル確率プロット
(日科技連ワイブル確率紙)

以上、正規確率（対数正規確率を含む）あるいはワイブル確率プロットの環境データへの応用について述べたが、今後様々な角度より検討を加えていくことが必要である。

(注) 正規確率での、平均値 \bar{X} (arithmetic mean) および標準偏差 σ (arithmetic standard deviation) と、対数正規確率での、平均値 \bar{X}_g (geometric mean) および標準偏差 σ_g (geometric standard deviation) との間には、次の関係がある。

$$\begin{aligned}\bar{X} &= e^{\alpha} \\ \alpha &= \ell_n \bar{X}_g + \frac{(\ell_n \sigma_g)^2}{2} \\ \sigma &= \bar{X} [e^{(\ell_n \sigma_g)^2} - 1]^{1/2}\end{aligned}$$

確率分布密度関数についてまとめると、

$$\begin{aligned}\text{正規確率: } F(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}\right\} \\ \text{対数正規確率: } F(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \frac{1}{x} \exp\left\{-\frac{(\ell_n x - \bar{x})^2}{2\sigma^2}\right\} \\ \text{ワイブル確率: } F(x) &= \frac{m(x-\gamma)^{m-1}}{x_0} \exp\left\{-\frac{(x-\gamma)^m}{x_0}\right\}\end{aligned}$$

\bar{x} : 平均値

σ : 標準偏差

m : 形のパラメータ

γ : 位置のパラメータ

x_0 : 尺度のパラメータ

参考文献

- (1) BNWL-B-477, "Environmental Status of the Hanford Site for CY-1975", June 1976
Battelle Pacific Northwest Laboratories.
- (2) "Statistical Distributions as Applied to Environmental Surveillance Data", D. R. Speer and D. A. Waite, Battelle Pacific Northwest Laboratories.
- (3) "信頼性の基礎数学", 斎藤嘉博著, 東京電機大学出版局
- (4) SN 844-76-01, "東海事業所における環境管理業務報告 -昭和48.4.9年度-"
1976年6月
動燃事業団東海事業所