

表 3.3 ダイオキシン類測定結果 (参考値)

	PCDDs+PCDFs		Co-PCBs		PCDDs+PCDFs+
	実測濃度 (pg-TEQ/g)	毒性等量 (pg/g)	実測濃度 (pg-TEQ/g)	毒性等量 (pg/g)	Co-PCBs
					毒性等量 (pg-TEQ/g)
St.1	1800	13	240	1.3	14
St.2	3900	44	1000	5.4	49
St.3	3600	24	520	2.3	26
St.4	1200	5.6	100	0.42	6.0
St.5	10000	23	300	1.2	24
St.6	500	5.1	45	0.24	5.3
St.7	2100	20	180	1.1	21
St.8	4300	12	170	0.57	12
St.9	2000	16	200	0.92	17
St.10	940	12	150	0.68	13
St.11	570	6.3	100	0.28	6.6
St.12	11000	26	240	0.84	27
St.13	2600	9.5	150	0.58	10
St.14	2100	18	640	3.3	21
St.15	1700	7.9	160	0.62	8.5
St.16	12000	16	240	1.2	17
St.17	2000	14	200	0.79	15
St.18	5500	75	1200	7.5	83
St.19	2700	11	270	0.65	12
St.20	2300	29	950	1.8	31

注：実測濃度が N.D.の場合、実測濃度を検出下限値の 1/2 として計算した。

表 3.4 ダイオキシン類測定結果 総括表 (参考値)

PCDDs+PCDFs	
平均値	19
標準偏差	16
中央値	15
範囲	5.1~75
Co-PCBs	
平均値	1.6
標準偏差	1.8
中央値	0.88
範囲	0.24~7.5
PCDDs+PCDFs +Co-PCBs	
平均値	21
標準偏差	18
中央値	16
範囲	5.3~83

注：実測濃度が N.D.の場合、実測濃度を検出下限値の 1/2 として計算した。

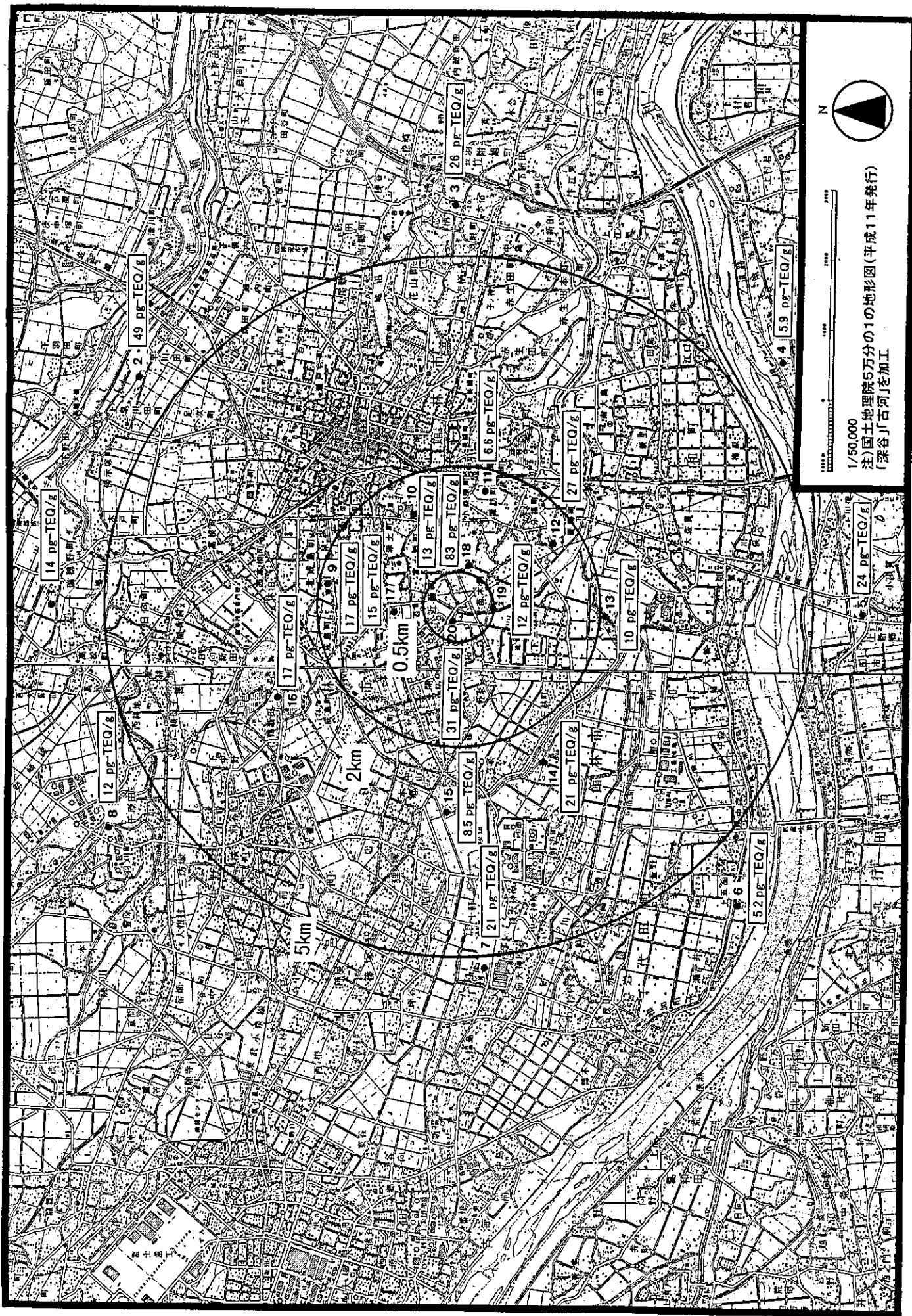


図 3.1 調査結果図

3.2 測定結果の解析

発生源からの距離や風向などの状況とダイオキシン類濃度との関係について解析を行った。

3.2.1 発生源からの距離とダイオキシン類濃度との関係

発生源から調査地点までの距離とダイオキシン類濃度との関係を表 3.5に示す。PCDDs+PCDFs、Co-PCBs、PCDDs+PCDFs+Co-PCBsとも、近似直線は右下がりであり、距離減衰がわずかながら見られた。

しかし、距離と濃度との相関係数は、PCDDs+PCDFsが0.19、Co-PCBsが0.093、PCDDs+PCDFs+Co-PCBsが0.19であり、それほど強い関係ではなかった。

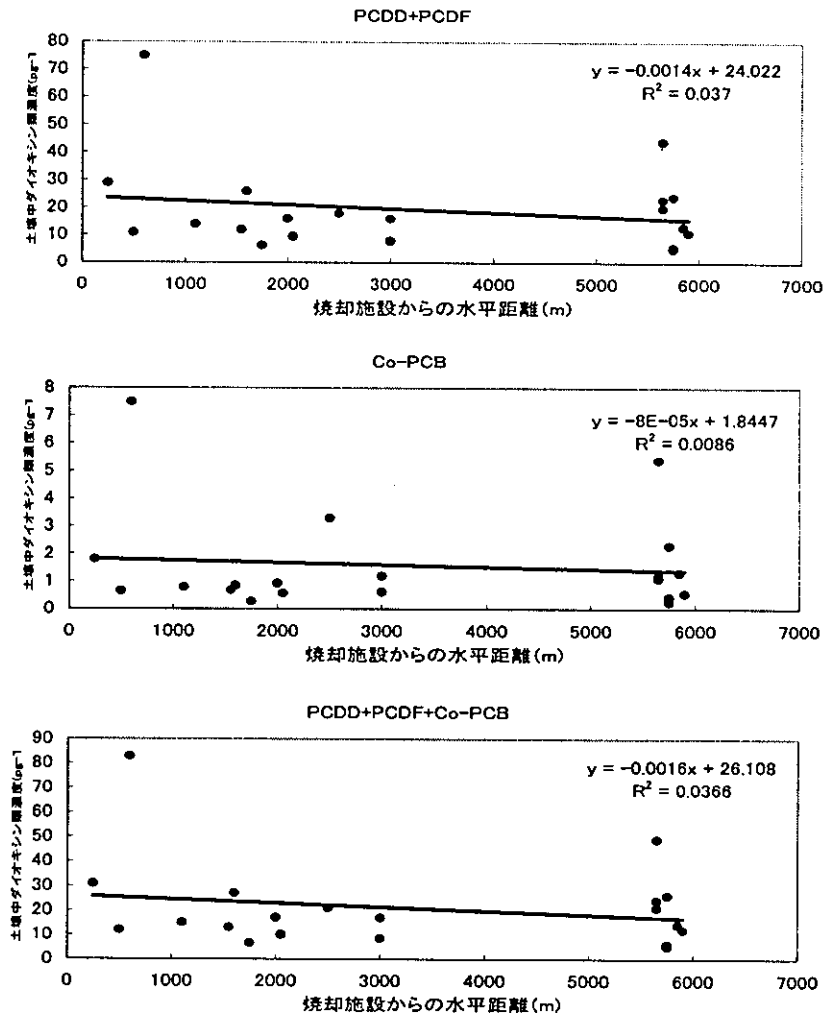


表 3.5 施設からの距離と土壤中ダイオキシン類濃度との関係

3.2.2 風向とダイオキシン類濃度との関係

(1) 風配図

館林地域気象観測所で測定された1時間おきの風向データ（2000年1月～2003年1月）を用い、風配図を作成した。図3.2に示す。

通年を通しては、東よりの風と西よりの風が特に卓越していた。

四季毎に見ると、春季は、通年と同様の傾向であり、夏季は、西よりの風が多い。秋季と冬季は、西北西もしくは西の風が卓越していた。

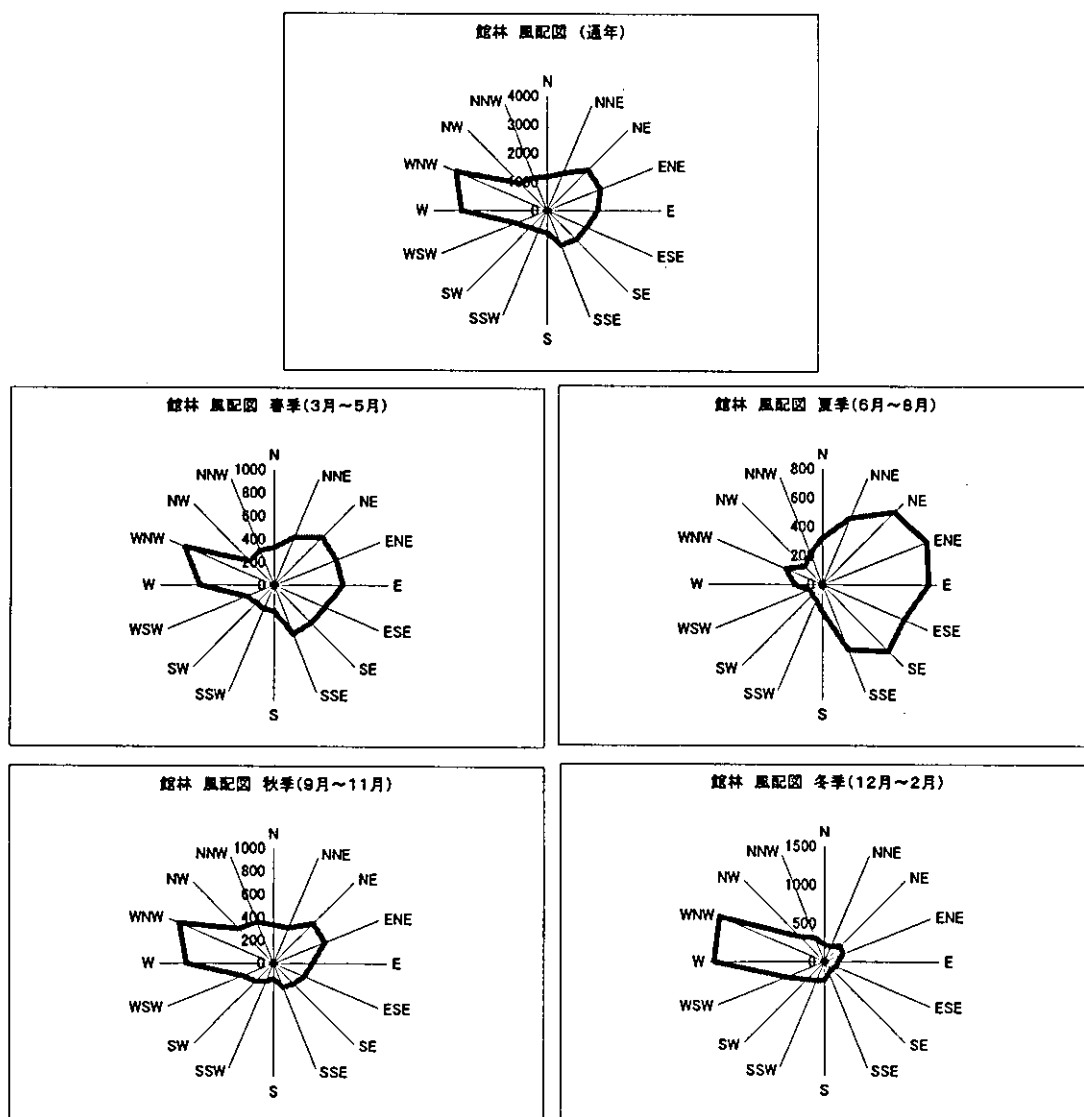


図 3.2 気象観測地点の風配図（平成3～12年）

(2) 方位と濃度の関係

土壤調査地点の焼却施設からの方位と、土壤中ダイオキシン類濃度を図 3.3に示す。

焼却施設からおよそ 500m 離れた 4 地点のうち、濃度が高かったのは、焼却施設の東に位置する地点 18 だった。また、焼却施設からおよそ 2km 離れた 8 地点のうち、最も濃度が高かったのは、南東に位置する地点 12 であった。これらの結果より、西からの風によって焼却施設の東側にダイオキシンが多く沈着していることが示唆される。

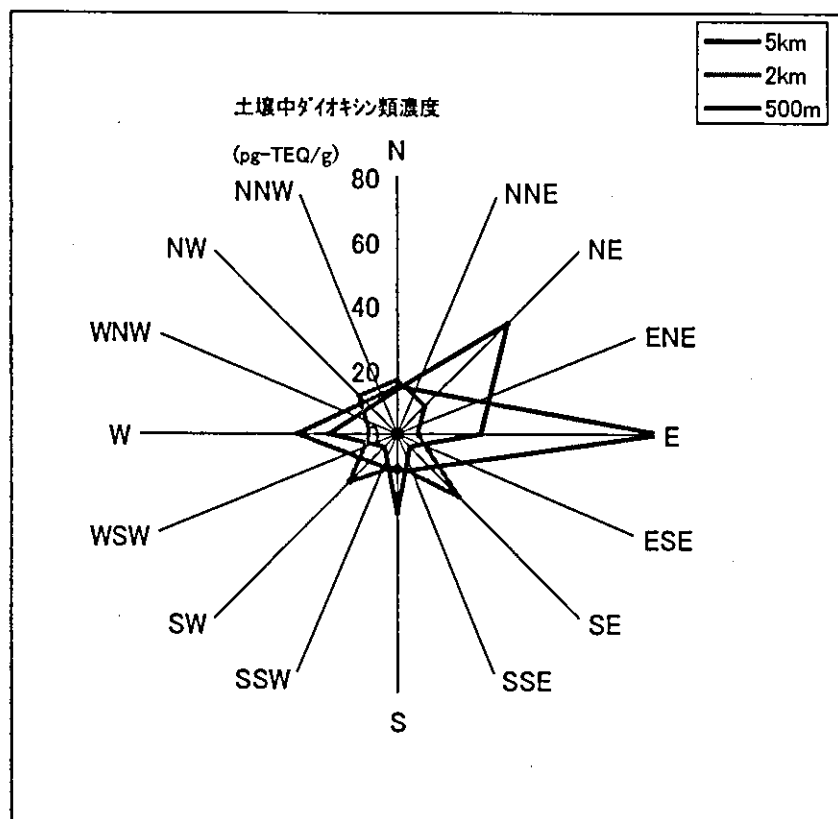


図 3.3 方位と土壤中ダイオキシン類濃度との関係

4. まとめ

廃棄物焼却施設からの距離と土壤中ダイオキシン類の関係を把握するために、調査地域周辺の20地点における土壤中ダイオキシン類濃度を測定した。結果を以下にまとめる。

- 1) 20地点の土壤を測定して、土壤中ダイオキシン類の平均値は21pg-TEQ/g、範囲は5.2～83pg-TEQ/gであった。
- 2) 発生源からの距離と土壤中ダイオキシン類濃度との関係には、わずかながらも距離減衰が認められた。
- 3) 土壤中ダイオキシン類濃度の高い地点は、焼却施設の東側に多く、西からの風が影響しているものと考えられる。

D 考察

ごみ焼却施設が排出されたダイオキシン類が大气から降下物として周辺土壤へ堆積される実態を調査する場合、該当するごみ焼却施設だけが主要な固定発生源であり、他の発生源の影響がほとんどない地域で、かつ平坦な土地であることが望ましい。しかし、多くの施設は山中にあったり、海辺にあったり、周辺地域に工場があったり、起伏の多い土地であったりと、現実には理想的な調査環境は少ない。その中から、選定条件を満足した数施設から1施設周辺を調査することができた。測定・分析には時間がかかり来年度前半に結果が判明する予定である。しかし、1施設の分析値では本研究班で対象とする全国の50～60もの施設の周辺における曝露実態の推定値としては極めて不十分であり、選定条件を満足しつつ他に土地環境における調査も必要であると考えている。それは予算が許す限り来年度以降に実施したい。

E. 結論

全国のごみ焼却施設の中から発生源由来のダイオキシン類濃度と発生源からの距離との関係を推定するのに最適と思われる施設を選定し、その1カ所について合計20カ所の土壤試料を採取した。平成14年度も同様に、選定された施設から半径5kmの円内の20地点の土壤を測定したものであるが、ダイオキシン類の平均値は21pg-TEQ/g、範囲は5.2-83pg-TEQ/gの通常レベルの値であった。ただ、施設からの距離とダイオキシン類濃度との関係にはわずかながらも距離減衰が認められた。平成15年度の調査結果は、測定・分析に相当の時間がかかるため来年度に判明する予定である。

E. 研究発表

特になし。

ごみ焼却施設周辺の湖沼底質年代評価に関する研究 (化学物質リスク研究事業) 分担研究報告書

研究者 内山巖雄 京都大学工学部教授
研究者 田中勝 岡山大環境理工学部教授
研究者 国包章一 国立保健医療科学院水道工学部長
研究者 丹後俊郎 国立保健医療科学院技術評価部長

研究要旨：ごみ焼却施設周辺に居住している住民の悪性新生物死亡状況の経年的推移と施設との関連性で超過リスクを検討する本研究の目的から、本分担研究ではごみ焼却施設周辺の湖沼底質中のダイオキシン類濃度及び低質項目について年代測定を行うことにより、周辺地域におけるダイオキシン類汚染の経年変化に関する情報を獲得することを目的とする。平成14年度に実施した調査結果が平成15年度前半に判明したので、まずそれを報告する。平成14年度の結果は、1948年で4.3pg-TEQ/g、1960年頃で15pg-TEQ/g、1975年頃で34pg-TEQ/gと濃度が上昇し、その後、年代が同定された3時点（1988、1996、2002年）では40pg-TEQ/g程度で濃度の変動は少なかった。本年度も同様に、焼却施設周辺の湖沼を選定し、錯乱がないと思われる場所より測定コアを用いて底質を採取して年代測定を行うとともに、底質に含まれていたダイオキシン類を測定した。分析結果は来年度前半にわかる予定。

A. 研究目的

ごみ焼却施設周辺に居住している住民の悪性新生物死亡状況の経年的推移と施設との関連性で超過リスクを検討する本研究の目的から、本分担研究ではごみ焼却施設周辺の湖沼底質中のダイオキシン類濃度及び低質項目について測定を行うことにより、周辺地域におけるダイオキシン類の経年変化（時間的分布）を追い、曝露年代を推定することを目的とする。

B. 研究方法

1. はじめに

平成14年の調査方法は平成14年度の報告書に一部記載されているが、方法と結果との関係から理解しやすさを考慮してここでも重複して記述することにした。平成15年度の調査についても、選定したごみ焼却施設の違いはあるが、同様の方法で実施した。

2. 調査構成

本調査は、以下のような構成となっている。

- ・ 調査対象地域の選定
- ・ 現地調査（採泥）
- ・ 底質コアの年代測定
 - 鉛-210法
 - セシウム-137法
- ・ ダイオキシン類測定

3. 調査対象地域の選定

本調査の対象地域は、「平成 14 年度発生源由来の土壌ダイオキシン類測定調査」と同一とし、群馬県館林清掃センター周辺とした。

3.1 調査対象湖沼の選定

群馬県館林清掃センターの周辺には、近藤沼、多々良沼、及び城沼等の湖沼が存在する(図 3.1)。このうち、攪乱がないと思われる池より測定用コア(柱状コア)を用いて底質を採取し、年代測定を行うとともに、底質に含まれているダイオキシン類を測定する。

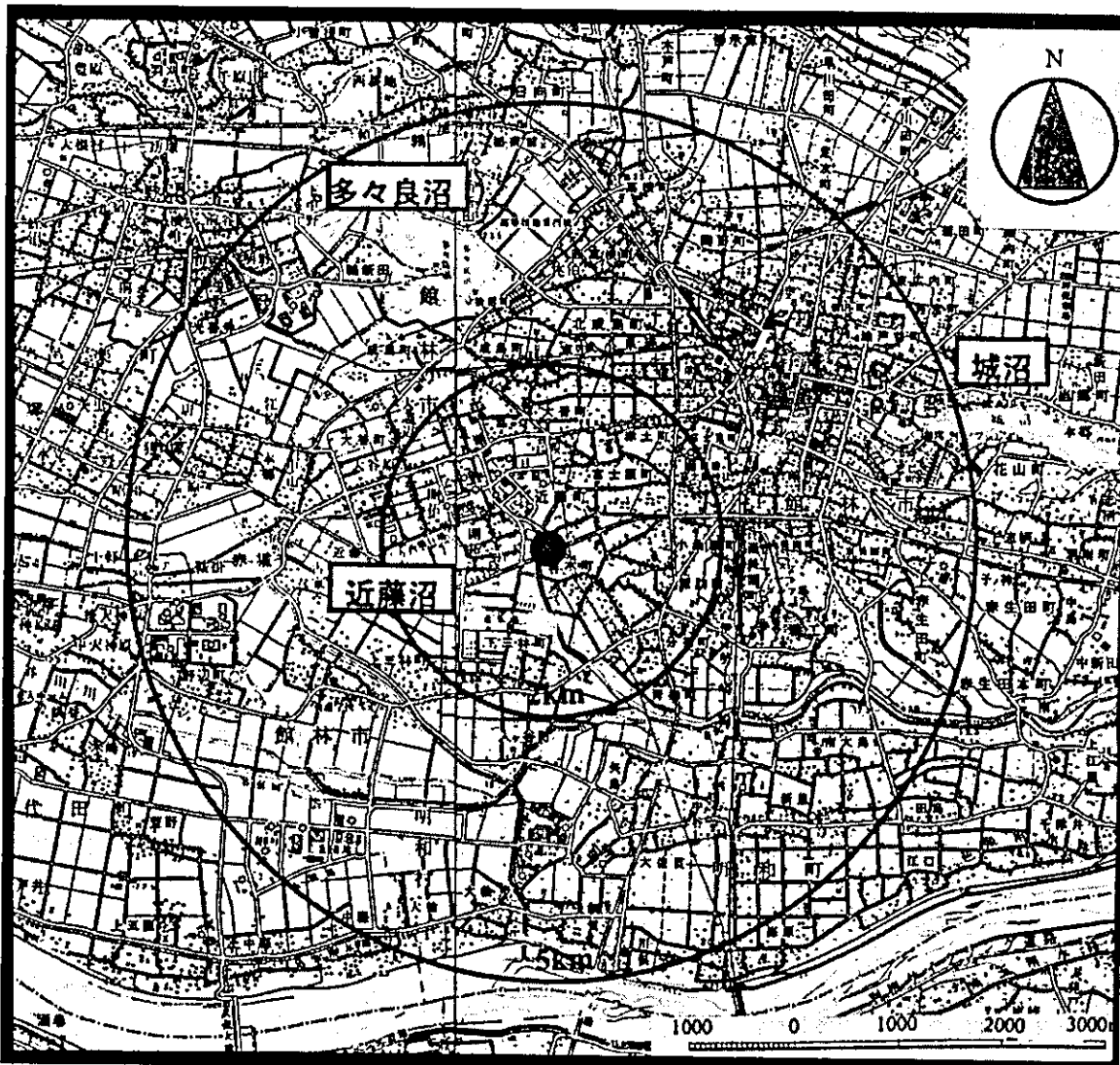


図 3.1 センター周辺の湖沼

(国土地理院 1/50000 地形図「深谷」「古河」(平成 11 年発行)を加工)

表 3.1 に各湖沼の概要を挙げた。3 湖沼とも現地踏査やヒアリングによると、いずれも過去に浚渫・護岸工事を行っていたが、多々良沼の南部のみ浚渫記録がなかったため、多々良沼の南部で調査を行うこととした。

表 3.1 (1) 湖沼概要

		成因	湖沼型	面積 (km ²)	最大水深 (m)	平均水深 (m)	湖岸線 延長 (km)	埋立干拓 面積 (km ²)	流出入 河川		自然 湖岸 (%)	半自然 湖岸(%)	人工 湖岸 (%)	水面 (%)
									入	出				
多々良沼	昭和 54 年	堰止	富栄養	0.74	2.7		2.5	0.0	2	2	100	0	0	0
	昭和 62 年			0.83	2.7		5.8	0.41	2	2	93.1	6.0	0	0
	平成 3 年			0.83	7.4		5.8	0.41	2	2	93.1	6.0	0	0
城沼	昭和 54 年	堰止	富栄養	0.45	1.6	0.8	6.0	0.05	3	1	60.34	0	39.66	0
	昭和 62 年			0.58	1.6	0.8	5.4	0.05	3	1	60.34	0	39.66	0
	平成 3 年			0.58	1.6	0.8	5.4	0.05	3	1	60.34	0	39.66	0
近藤沼	昭和 54 年	堰止	富栄養	0.17	12.0		2.5	0.11	---	---	0	0	100	0
	昭和 62 年			0.17	12.0		2.5	0.11	---	---	0	0	100	0
	平成 3 年			0.17	12.0		2.5	0.11	---	---	0	0	100	0

表 3.1 (2) 湖沼概要

	湖岸土地利用 (%)				
	自然地		農業地	市街地、 工業地、 その他	水面
	樹林地	その他の 自然地			
多々良沼	3.45	3.45	86.21	6.9	0.0
城沼	0.0	0.0	60.34	39.66	0.0
近藤沼	0.0	0.0	100	0.0	0.0

3.2 県・市との調整

調査の開始にあたり、群馬県館林市土木事務所及び館林市市民環境部環境課環境係より沼の浚渫記録などの情報をいただき、沼の選定の参考にさせていただいた。それぞれ河川管理者である群馬県知事と館林市市長宛てに依頼文を提出した。

また、館林市市民環境部環境課環境係に館林市資源対策課（館林市清掃センター内）をご紹介いただき、依頼文を提出。さらに、多々良沼の調査にあたっては、多々沼の漁業権を管轄している日向漁協協同組合をご紹介いただき、ご挨拶に伺った。又、現地調査にあたり、漁協協同組合長より沼に詳しい船頭をご紹介いただいた。

4. 現地調査

4.1 概要

現地調査は以下の要領で行った。

日程 : 平成 14 年 12 月 10 日 10 時～15 時

採取場所 : 多々良沼南部の 3 地点 (St.1～3)

調査員 : 当社の調査員 4 名、船頭 1 名 (日向漁業協同組合より紹介)

使用船 : 船外機つきボート 1 艘、手こぎボート 3 艘

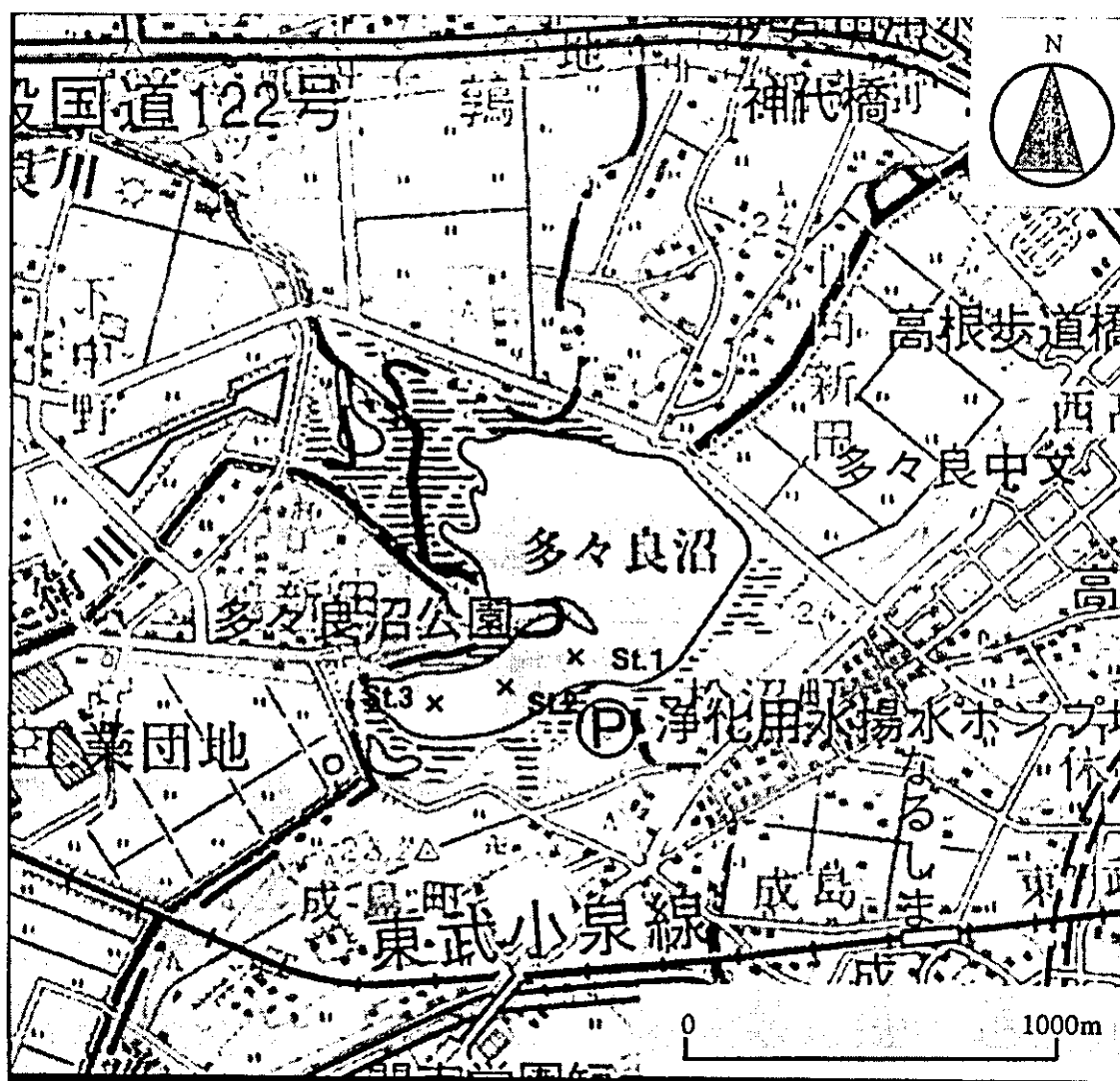


図 4.1 調査地点

4.2 試料の採取

潜水土が直径 10cm、長さ 100cm のアクリルコアサンプラーを用いて、採泥を行った。採泥は同

一地点にて2試料（合計6本）とし、採泥厚は80cm程度とした。模式図を図4.2に示す。
採取した試料は冷暗所に保管し、分析室まで運搬した。

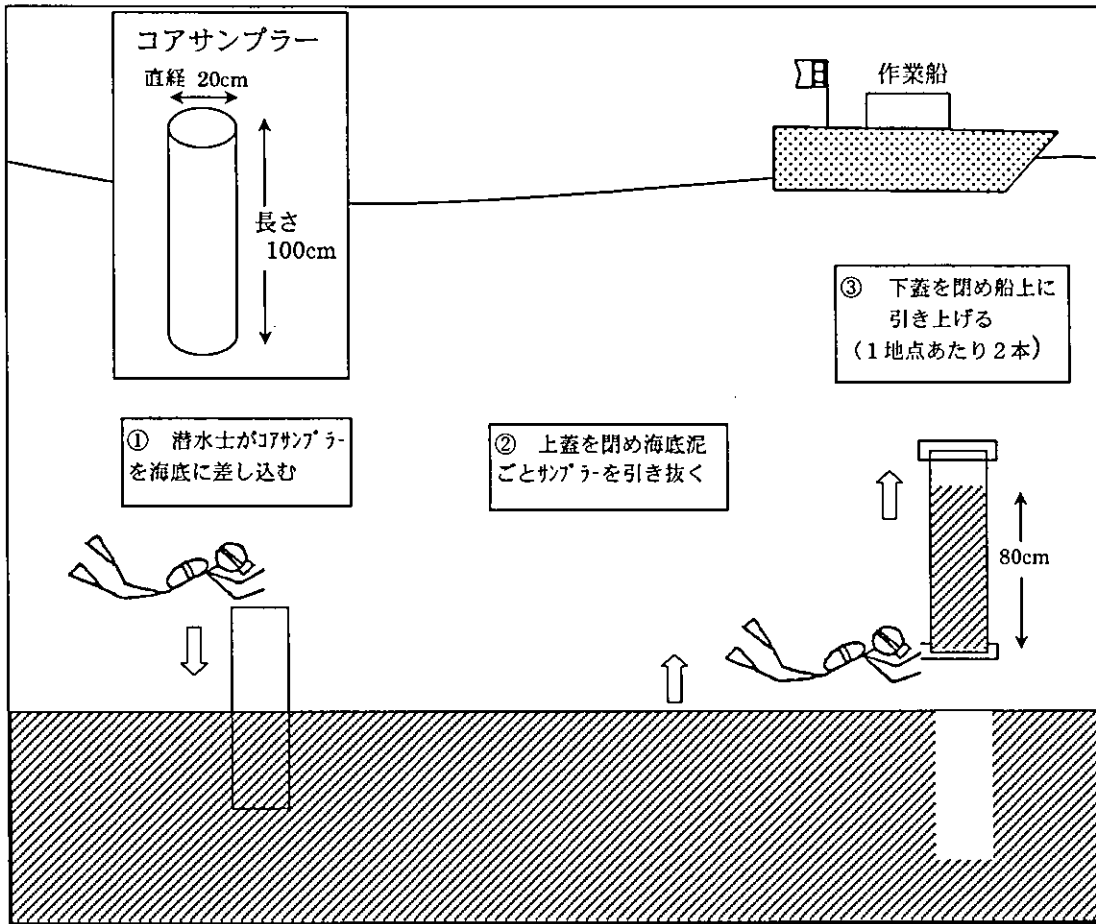


図 4.2 採泥方法

表 5.2 st.1 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)
0~1	86.5	19.7	25~26	68.8	15.7	50~52	64.4	15.4
1~2	83.1	19.7	26~27	68.8	16.0	52~54	63.4	15.4
2~3	81.2	17.9	27~28	67.7	15.7	54~56	63.3	15.3
3~4	80.5	17.5	28~29	67.9	15.6	56~58	64.0	15.4
4~5	80.4	18.3	29~30	67.6	15.7	58~60	63.4	15.4
5~6	81.0	18.8	30~31	67.1	15.6	60~62	63.8	15.4
6~7	80.9	18.7	31~32	67.1	15.7	62~64	63.8	17.1
7~8	81.1	18.9	32~33	66.5	16.0	64~66	64.4	15.6
8~9	80.5	18.4	33~34	66.0	15.5	66~68	63.6	16.4
9~10	81.9	20.0	34~35	66.0	16.5	68~70	62.5	14.8
10~11	81.0	19.4	35~36	65.9	16.6	70~72	63.3	14.8
11~12	80.5	18.6	36~37	66.3	15.6	72~74	61.9	14.7
12~13	80.1	18.5	37~38	66.1	15.7			
13~14	79.0	17.4	38~39	65.6	15.4			
14~15	79.2	17.1	39~40	65.8	15.8			
15~16	77.2	17.5	40~41	65.7	15.6			
16~17	78.1	17.1	41~42	65.8	15.6			
17~18	77.3	16.3	42~43	65.3	15.4			
18~19	76.4	16.2	43~44	65.4	15.5			
19~20	68.9	11.0	44~45	64.9	16.6			
20~21	60.0	7.3	45~46	63.2	19.1			
21~22	57.5	6.9	46~47	64.1	15.8			
22~23	62.9	10.1	47~48	65.1	15.6			
23~24	68.4	14.5	48~49	64.8	15.6			
24~25	68.4	15.5	49~50	64.5	15.6			

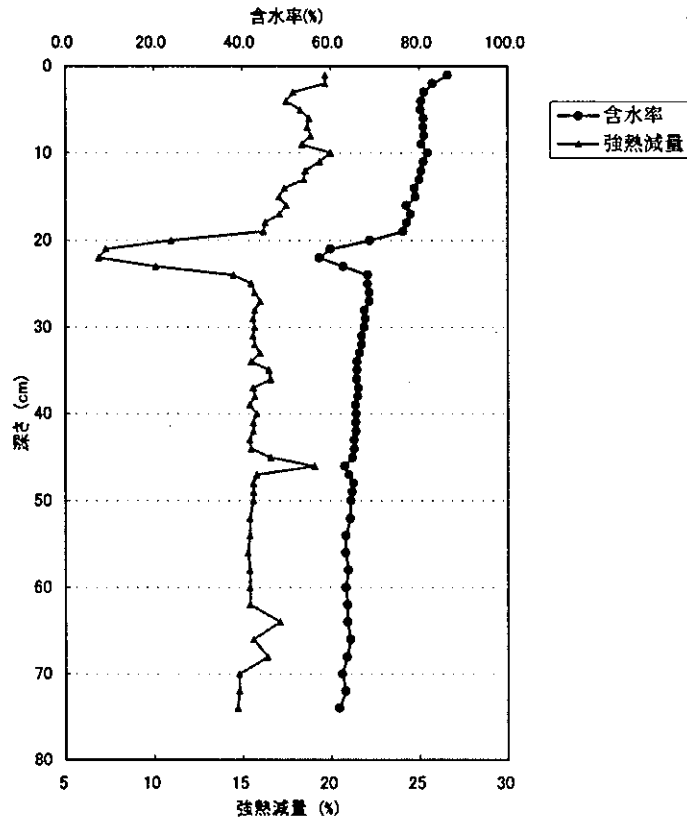


図 5.2 st.1 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

表 5.3 st.2 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)
0~1	90.5	21.8	25~26	78.5	19.4	50~52	66.3	15.1
1~2	87.6	21.5	26~27	77.6	18.7	52~54	66.6	15.8
2~3	84.0	21.8	27~28	76.1	17.6	54~56	67.3	16.2
3~4	83.6	21.5	28~29	80.0	19.9	56~58	66.6	15.7
4~5	83.8	21.5	29~30	74.9	16.6	58~60	66.3	15.8
5~6	83.7	21.6	30~31	76.3	17.3	60~62	66.5	15.7
6~7	83.3	21.6	31~32	72.4	14.6	62~64	66.5	15.6
7~8	82.9	21.4	32~33	75.1	16.0	64~66	66.4	16.0
8~9	83.8	21.5	33~34	71.9	14.0	66~68	67.8	15.6
9~10	84.2	21.4	34~35	70.9	14.6	68~70	65.7	15.7
10~11	82.4	21.1	35~36	70.8	14.5			
11~12	83.5	21.4	36~37	70.3	14.6			
12~13	85.3	21.4	37~38	69.0	13.7			
13~14	82.5	21.0	38~39	68.3	13.9			
14~15	82.8	21.1	39~40	72.4	15.9			
15~16	83.3	21.1	40~41	69.0	14.8			
16~17	81.8	20.7	41~42	65.1	12.3			
17~18	81.7	21.1	42~43	66.2	13.5			
18~19	82.7	20.8	43~44	68.0	13.8			
19~20	81.3	20.5	44~45	67.1	13.4			
20~21	80.9	20.4	45~46	66.1	14.2			
21~22	81.0	20.9	46~47	65.6	14.3			
22~23	80.7	20.8	47~48	66.3	14.4			
23~24	80.3	20.3	48~49	65.2	13.7			
24~25	81.6	21.7	49~50	65.9	14.7			

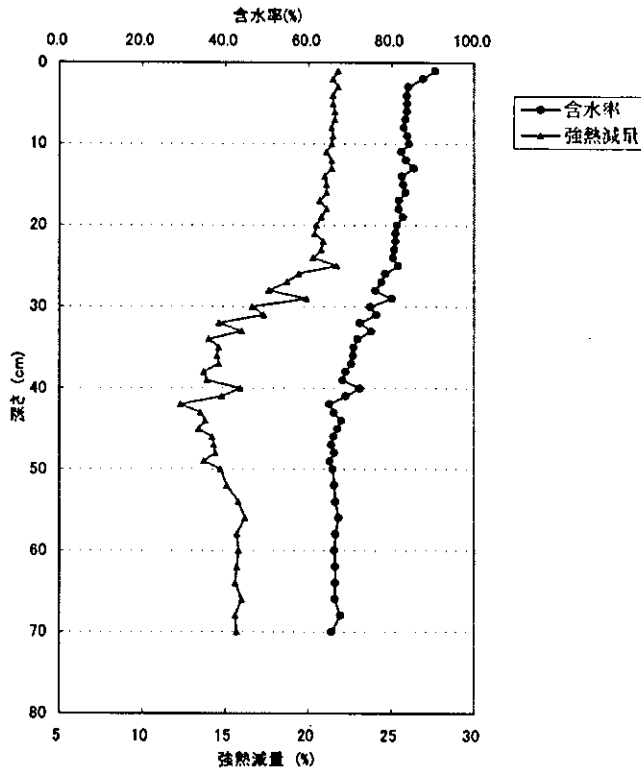


図 5.3 st.2 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

表 5.3 st.3 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)	深さ (cm)	含水率 (%)	強熱減量 (%)
0~1	89.5	22.6	25~26	78.1	19.4	50~52	72.8	20.2
1~2	87.0	23.2	26~27	76.9	19.1	52~54	72.7	20.5
2~3	85.3	23.1	27~28	76.5	19.3	54~56	72.8	20.6
3~4	84.4	22.8	28~29	75.7	19.7	56~58	72.1	20.0
4~5	83.8	22.6	29~30	75.3	19.9	58~60	71.8	19.3
5~6	83.6	22.9	30~31	75.0	20.0	60~62	71.6	19.7
6~7	83.3	22.9	31~32	73.9	20.2	62~64	67.5	17.4
7~8	83.0	22.4	32~33	73.8	20.1	64~66	66.0	17.1
8~9	82.8	22.6	33~34	73.3	20.0	66~68	65.1	17.3
9~10	82.8	22.6	34~35	74.0	20.6	68~70	65.1	18.2
10~11	82.7	22.8	35~36	73.5	20.0	70~72	65.9	18.3
11~12	83.1	22.9	36~37	73.1	19.4			
12~13	82.9	22.8	37~38	72.7	19.3			
13~14	83.1	23.2	38~39	73.1	19.4			
14~15	82.3	22.5	39~40	73.1	19.4			
15~16	82.1	22.3	40~41	72.8	19.6			
16~17	82.2	22.8	41~42	73.1	19.9			
17~18	81.7	22.5	42~43	72.9	20.2			
18~19	81.7	22.1	43~44	73.1	20.4			
19~20	81.7	22.6	44~45	72.4	19.2			
20~21	81.0	21.9	45~46	72.2	19.2			
21~22	81.3	21.7	46~47	72.3	19.7			
22~23	80.6	21.4	47~48	72.5	20.1			
23~24	79.9	21.5	48~49	72.8	20.6			
24~25	79.0	20.5	49~50	72.5	20.4			

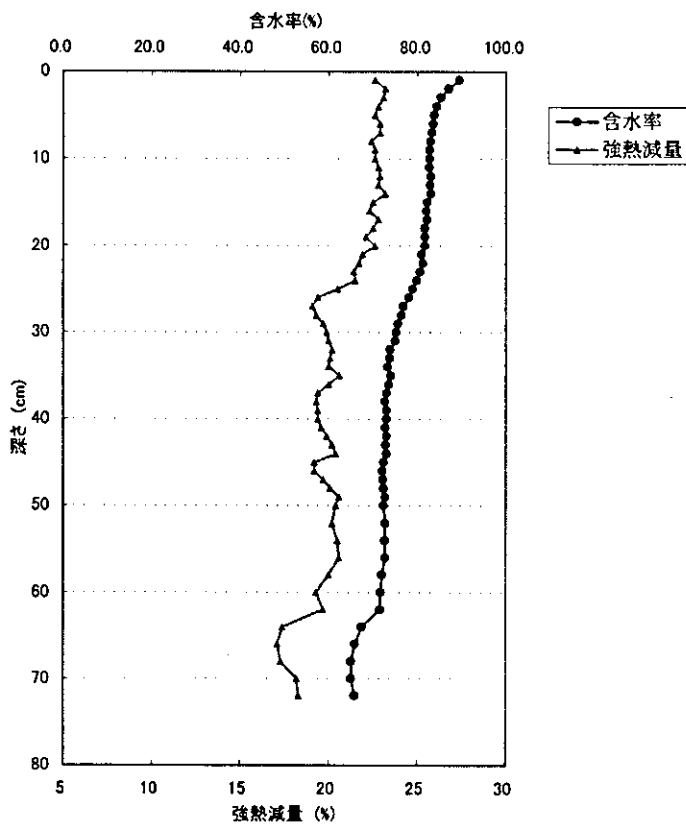


図 5.4 st.3 の柱状泥の含水率と強熱減量の結果

C. 結果

5.2 年代測定（鉛-210法）

5.2.1 概論

鉛-210の供給源は地殻であり、空気中に存在するラドンガスから常に生まれ続けている。ラドンガスが大気中に放出される強さは温泉地などで強い。鉛-210は微小粒子の形で風に乗って空気中を循環しており、微小粒子は雨に出会えば洗い落とされるため、気象現象に支配されながら水圏へ移動する。水中で鉛-210は沈降粒子とともに沈降する。だいたい毎年決まった量だけ泥に移行する。

分析手順としては次のとおりである。

- ①一定の厚さにスライスした柱状泥試料の水分を測定する。
- ②スライスした底質を一般の鉛の底質分析と同様に分解し、白金電極を用いて電着を行い、最終的には鉛を硫酸鉛として回収する。
- ③その後、低バックグラウンドガスフローカウンターで乾燥泥に含まれる鉛-210由来のビスマス-210が壊変する数をカウントし、放射能の強さ（単位：dpm）を求める。半減期22.3年と鉛直方向の1gあたりの放射能の強さ及び圧密効果の補正により堆積年代が推定できる。

あくまでアクリルコア内の泥が攪乱されていないことが前提であり、生物などにより表層泥のみが攪乱されている場合は表層付近で鉛-210のカウント値が一定である。この放射性鉛-210法は、ここ100年程度の泥の厚さまでに対して適用され、それより昔の泥は対象外である。22.3年で放射能の強さが半減する。半減を5回繰り返すのに約100年かかり、放射能の強さは最初の3%に減り、測定が難しくなるからである。

5.2.2 測定方法

各地点3本採取した柱状泥のうち亀裂や砂層のない試料を1本選定した。この試料を2cmごとに層切りし、乾燥させ、乳鉢にてすりつぶした後、適量をるつぼに計り取り、電気炉を用いて有機物を分解した。その状況を図5.5に示した。その後、試料を三角フラスコに移し、酸を加え鉛を溶解させた。その状況を図5.6に示した。

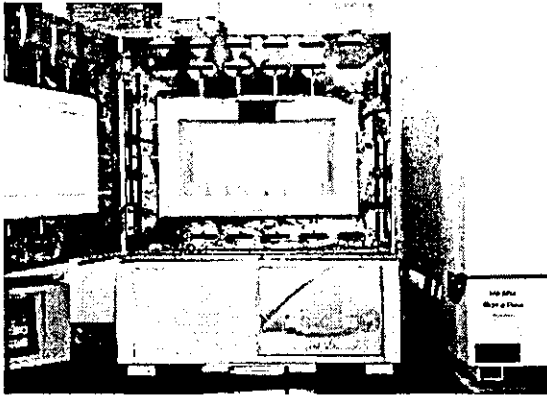


図 5.5 電気炉を用いた有機物の分解

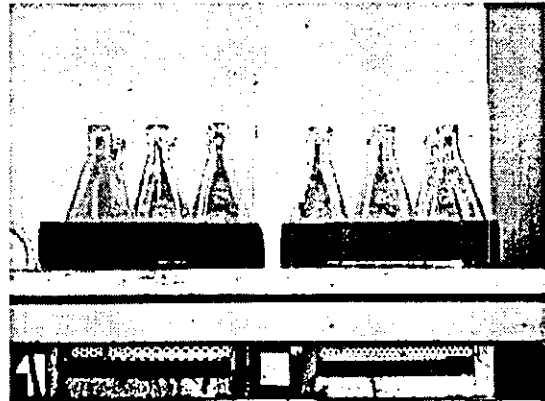


図 5.6 鉛の溶解

酸を用いて溶解させた試料をろ過し、白金を用いた電着装置にかけ、鉛を抽出した。電着状況を図 5.7 に示した。その後、電着した鉛を硫酸鉛として取り出し、ろ紙上に回収した状況を図 5.8 に示した。

ろ紙上に回収された硫酸鉛は、放射平衡にするため 40 日間以上放置した。

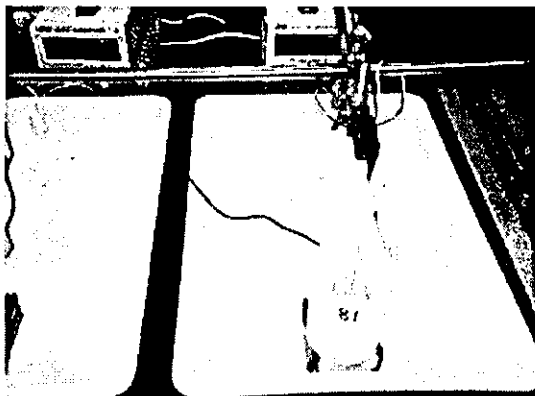


図 5.7 鉛の電着

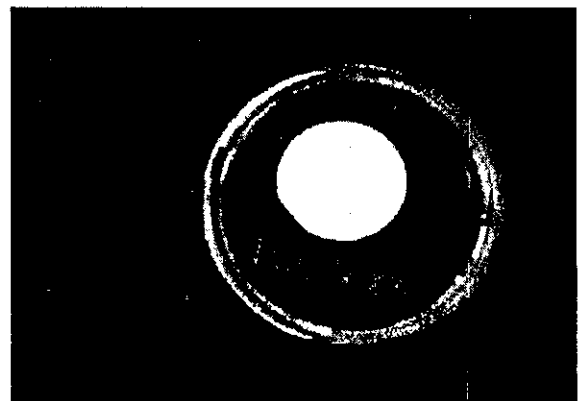


図 5.8 硫酸鉛

40 日以上放置し、放射平衡に達した試料を図 5.9 に示した低バックグラウンドガスフローカウンター（ β 線測定装置）を用いて、24 時間測定を行った。低バックグラウンドガスフローカウンターにセットした状況を図 5.10 に示した。

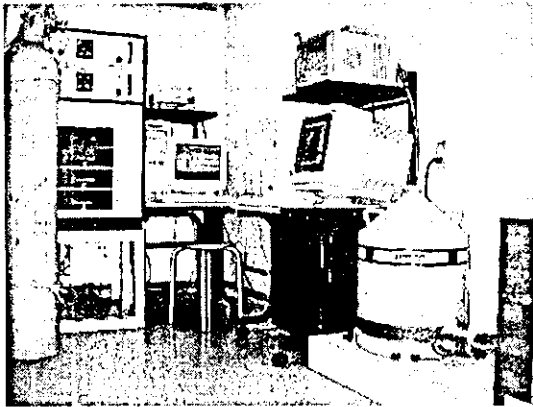


図 5.9 向かって左 β線測定装置
向かって右 γ線測定装置

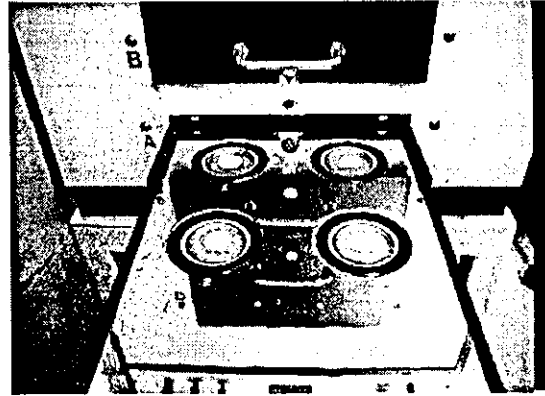


図 5.10 鉛-210測定

5.2.3 年代の計算方法 (鉛-210法)

①ろ紙上に回収された鉛を低バックグラウンドガスフローカウンターを用いてβ線(ビスマス210、1.1MeV)を測定した。得られた値=cpm¹からdpm/g²を算出した。この算出方法を次式に示した。

$$\text{dpm/g} = \text{cpm} / \text{採泥量} \times \text{計数効率} / \text{回収率}(\%) / 100$$

・計数効率について

鉛-210のβ線基準源(712Bq)を用いて各検出器の計数効率を求めたものを表5.4に示した。

表 5.4 各検出器の計数効率

検出器	標準線源(Bq)	Count time(s)	Total Count	B.G.Count	Net Count	Net cps	係数効率
A-1	712	600	207868	474	207394	346	2.06
A-2	712	600	207773	486	207287	345	2.06
A-3	712	600	210170	528	209642	349	2.04
A-4	712	600	207105	576	206529	344	2.07
B-1	712	600	207502	468	207034	345	2.06
B-2	712	600	205328	438	204890	341	2.09
B-3	712	600	204973	450	204523	341	2.09
B-4	712	600	207213	402	206811	345	2.07
C-1	712	600	216296	438	215858	360	1.98
C-2	712	600	217844	426	217418	362	1.96
C-3	712	600	218494	444	218050	363	1.96
C-4	712	600	218332	480	217852	363	1.96

¹ cpm(count per minute) 放射線測定器で放射線能を測定したときの毎分当たりの係数値に付ける記号。同じ線源でも、線源と測定器との距離、測定器の種類や性能により異なる。

² dpm(disintegration per minute) 毎分当たり放射性物質が壊変する絶対的な係数値に付ける記号。cpm 値を放射

・回収率(%)=分解後から最後まで回収率(%)である。

これは、分解後の試料に鉛として添加したものを白金を用いて電気分解を行い電着させた。その後鉛を取り出し、硫酸を適量加え硫酸鉛とし、ろ紙上に硫酸鉛を回収した。このろ紙上になっている鉛の重さを計り、回収率を求めた。

- ② 各層の dpm/g(鉛-210 濃度)の値と含水率を縦軸に、積算重量深度³を横軸にとりグラフ化し、そのグラフから含水率が落ち着き、鉛-210 濃度が一定になる値(水中のラジウム-226 から生成してくる鉛-210)を求めた。
- ③ 各層の dpm/g(鉛-210 濃度)の値からこの一定値になった鉛-210 濃度を差し引き、過剰鉛-210 (Pb210_{ex})⁴を求めた。
- ④ 片対数紙上に積算重量深度に対し過剰鉛-210 をプロットし、この直線の傾きより平均重量堆積速度⁵を求めた。この平均重量堆積速度から平均堆積速度⁶及び堆積年数⁷を求めた。

線測定器の性能や測定試料の幾何学的条件で決まる測定器の計数効率を掛けて得られる値が dpm である。

³ 積算重量深度(g/cm²)=W とする。 1cm²当たりの堆積粒子の積算重量

$$W = (100 - \text{間隙率}) / 100 \times \text{泥の密度} \times \text{深さ (cm)}$$

⁴ 各層の dpm/g 値 = (水中のラジウム-226 から生成してくる鉛-210) + 過剰鉛-210

次に過剰鉛-210 = A_{ex}(W)とすると、

A_{ex}(W) = 各層の dpm/g 値 - 水中のラジウム-226 から生成してくる鉛-210

⁵ 平均重量堆積速度 = ω (g/cm²/年) は片対数紙上に積算重量深度に対し過剰鉛-210 (Pb210_{ex}) をプロットしたグラフの直線の式を下の式に代入する事により求める事が出来る。

直線の式が Y = A e^{-ax} の場合 (Y = 過剰鉛-210、A = 切片、a = 傾き)

$$A_{ex}(W) = A_{ex}(0) \exp(-\lambda W/\omega) \quad \lambda = 0.693/22.2$$

$$A_{ex}(W) = Y \quad (Y = \text{過剰鉛} - 210)$$

$$A_{ex}(0) = A \quad (A = \text{切片})$$

$$-\lambda/\omega = -a \quad (a = \text{傾き})$$

$$\omega = \lambda/a$$

よって、平均重量堆積速度 (ω) = (0.693/22.2) / 傾き

⁶ 平均堆積速度 (cm/年) = ω / ((100 - 間隙率) / 100 × 堆積粒子の密度)

⁷ 堆積年数 (年) = 積算重量深度 (g/cm²) / ω

5.2.4 年代測定の結果

③の柱状泥を2cm毎に層切りし、6-2及び6-3に示した方法で分析した結果を表5.5に示した。また、積算重量深度に対する鉛-210濃度と含水率の結果を図5.11に示した。

各層の鉛-210濃度には、大気中で鉛-210となり堆積物と一緒に降り積もったものと、水・底質のラジウム-226から生成してくる鉛-210(以下バックグラウンド値と示す)とが含まれていることから、各層の鉛-210濃度からバックグラウンド値を差し引きPb210exを求めた。このPb210exの結果を図5.12に示した。

バックグラウンド値は、通常含水率と鉛-210の値がほぼ一定となった層(44-45cm層以降)の鉛-210濃度を平均して求めた結果、バックグラウンド値は 0.76 ± 0.015 であった。

表5.5 st.3の柱状泥のPb210濃度、Pb210ex、及び各層の分析結果

地点	深さ (cm)	含水率 (%)	泥の密度 (g/cm ³)	湿潤密度 (g/cm ³)	間隙率(%) (%)	積算重量深度 (g cm ⁻²)	鉛-210濃度 (dpm/g)		Pb210ex (dpm/g)		
0-1	0.5	89.5	2.186	1.060	94.9	0.06	-	-	-	-	
1-2	1.5	87.0	2.205	1.076	93.7	0.18	5.00	± 0.014	4.24	± 0.020	
2-3	2.5	85.3	2.208	1.087	92.8	0.33	4.15	± 0.012	3.39	± 0.019	
3-4	3.5	84.4	2.228	1.094	92.3	0.50	4.45	± 0.012	3.69	± 0.019	
4-5	4.5	83.8	2.200	1.097	91.9	0.67	4.55	± 0.012	3.78	± 0.019	
5-6	5.5	83.8	2.217	1.099	91.9	0.85	4.29	± 0.012	3.53	± 0.019	
6-7	6.5	83.3	2.208	1.101	91.7	1.03	4.44	± 0.012	3.68	± 0.019	
7-8	7.5	83.0	2.229	1.103	91.6	1.22	4.41	± 0.012	3.65	± 0.019	
8-9	8.5	82.8	2.253	1.106	91.6	1.41	4.71	± 0.014	3.95	± 0.020	
9-10	9.5	82.8	2.223	1.105	91.5	1.60	3.85	± 0.012	2.89	± 0.019	
10-11	10.5	82.7	2.296	1.108	91.6	1.79	3.73	± 0.012	2.97	± 0.019	
11-12	11.5	83.1	2.303	1.106	91.9	1.98	4.41	± 0.012	3.85	± 0.019	
12-13	12.5	82.9	2.166	1.101	91.3	2.18	3.69	± 0.011	2.93	± 0.018	
13-14	13.5	83.1	2.249	1.104	91.7	2.35	4.02	± 0.012	3.25	± 0.019	
14-15	14.5	82.3	2.328	1.112	91.5	2.54	4.14	± 0.012	3.38	± 0.019	
15-16	15.5	82.1	2.216	1.109	91.0	2.74	4.63	± 0.014	3.87	± 0.020	
16-17	16.5	82.2	2.319	1.113	91.5	2.94	4.08	± 0.011	3.32	± 0.018	
17-18	17.5	81.7	2.256	1.113	91.0	3.14	4.29	± 0.012	3.53	± 0.019	
18-19	18.5	81.7	2.270	1.114	91.0	3.34	3.78	± 0.012	3.02	± 0.019	
19-20	19.5	81.7	2.265	1.114	91.0	3.55	3.64	± 0.012	2.87	± 0.019	
20-21	20.5	81.0	2.257	1.118	90.6	3.76	3.82	± 0.012	3.06	± 0.019	
21-22	21.5	81.3	2.225	1.115	90.6	3.97	3.80	± 0.012	3.04	± 0.019	
22-23	22.5	80.6	2.327	1.124	90.6	4.18	3.73	± 0.012	2.97	± 0.019	
23-24	23.5	79.9	2.352	1.131	90.3	4.40	3.42	± 0.011	2.66	± 0.019	
24-25	24.5	79.0	2.326	1.136	89.7	4.64	2.99	± 0.010	2.23	± 0.018	
25-26	25.5	78.1	2.292	1.141	89.1	4.88	2.76	± 0.010	2.02	± 0.018	
26-27	26.5	76.9	2.322	1.151	88.5	5.14	2.54	± 0.010	1.78	± 0.017	
27-28	27.5	76.5	2.288	1.152	88.2	5.41	1.90	± 0.009	1.14	± 0.017	
28-29	28.5	75.7	2.348	1.162	88.0	5.68	1.30	± 0.008	0.54	± 0.017	
29-30	29.5	75.3	2.246	1.159	87.3	5.97	-	±	-	-	
30-31	30.5	75.0	2.363	1.169	87.6	6.26	1.09	± 0.008	-	-	
31-32	31.5	73.9	2.313	1.174	86.8	6.56	1.14	± 0.008	-	-	
32-33	32.5	73.8	2.335	1.176	86.8	6.86	1.21	± 0.008	0.45	± 0.017	
33-34	33.5	73.3	2.308	1.178	86.4	7.17	1.04	± 0.008	-	-	
34-35	34.5	74.0	2.369	1.177	87.1	7.48	1.00	± 0.008	0.24	± 0.016	
35-36	35.5	73.5	2.370	1.181	86.8	7.79	-	±	-	-	
36-37	36.5	73.1	2.334	1.182	86.4	8.11	1.05	± 0.007	-	-	
37-38	37.5	72.7	2.314	1.183	86.0	8.43	-	±	-	-	
38-39	38.5	73.1	2.369	1.184	86.6	8.75	-	±	-	-	
39-40	39.5	73.1	2.296	1.179	86.2	9.07	0.97	± 0.007	0.21	± 0.016	
40-41	40.5	72.8	2.287	1.181	86.0	9.39	-	±	-	-	
41-42	41.5	73.1	2.256	1.176	86.0	9.71	-	±	-	-	
42-43	42.5	72.9	2.006	1.157	84.4	10.02	-	±	-	-	
43-44	43.5	73.1	2.266	1.177	86.0	10.34	-	±	-	-	
44-45	44.5	72.4	2.308	1.185	85.8	10.66	0.69	± 0.007	-	-	
45-46	45.5	72.2	2.312	1.187	85.7	10.99	-	±	-	-	
46-47	46.5	72.3	2.297	1.185	85.7	11.32	-	±	-	-	
47-48	47.5	72.5	2.307	1.185	85.9	11.64	-	±	-	-	
48-49	48.5	72.8	2.326	1.184	86.2	11.97	-	±	-	-	
49-50	49.5	72.5	2.321	1.186	86.0	12.29	0.75	± 0.007	-	-	
50-52	50.5	72.8	2.31	1.182	86.1	12.78	-	±	-	-	
52-54	51.5	72.7	2.339	1.185	86.2	13.42	-	±	-	-	
54-56	52.5	72.6	2.358	1.186	86.3	14.07	-	±	-	-	
56-58	53.5	72.1	2.289	1.186	85.5	14.72	-	±	-	-	
58-60	54.5	71.8	2.318	1.191	85.5	15.39	0.87	± 0.008	-	-	
60-62	55.5	71.6	2.399	1.198	85.8	16.06	-	±	-	-	
62-64	56.5	67.5	2.365	1.231	83.1	16.80	-	±	-	-	
64-66	57.5	66.0	2.55	1.261	83.2	17.63	-	±	-	-	
66-68	58.5	65.1	2.492	1.264	82.3	18.50	-	±	-	-	
68-70	59.5	65.1	2.509	1.266	82.4	19.38	0.74	± 0.008	-	-	
70-72	60.5	65.9	2.486	1.256	82.8	20.25	-	±	-	-	
バックグラウンド値							0.76	± 0.015			

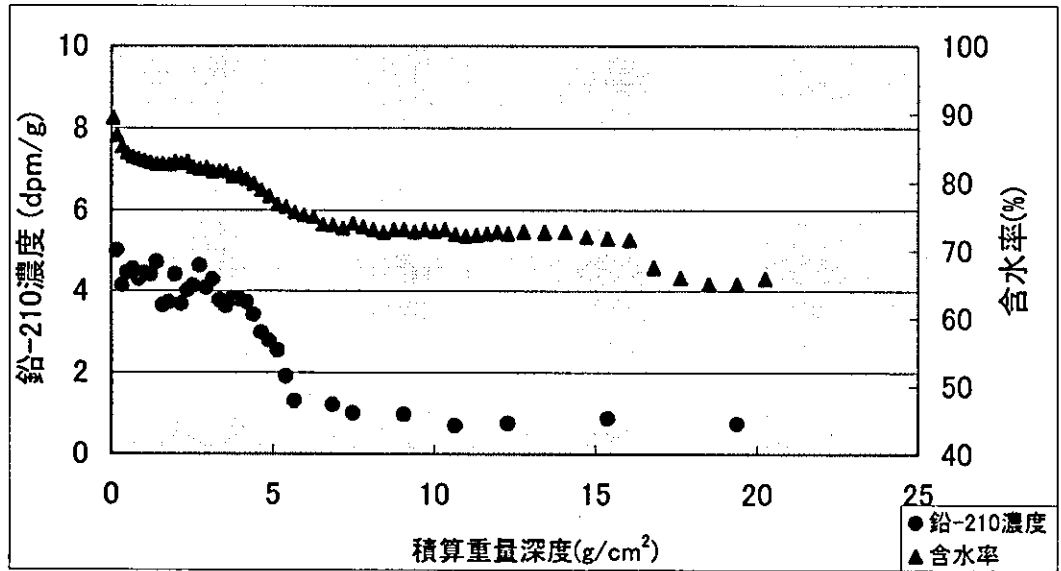


図 5.11 st.3 の積算重量深度に対する鉛-210 濃度と含水率の結果

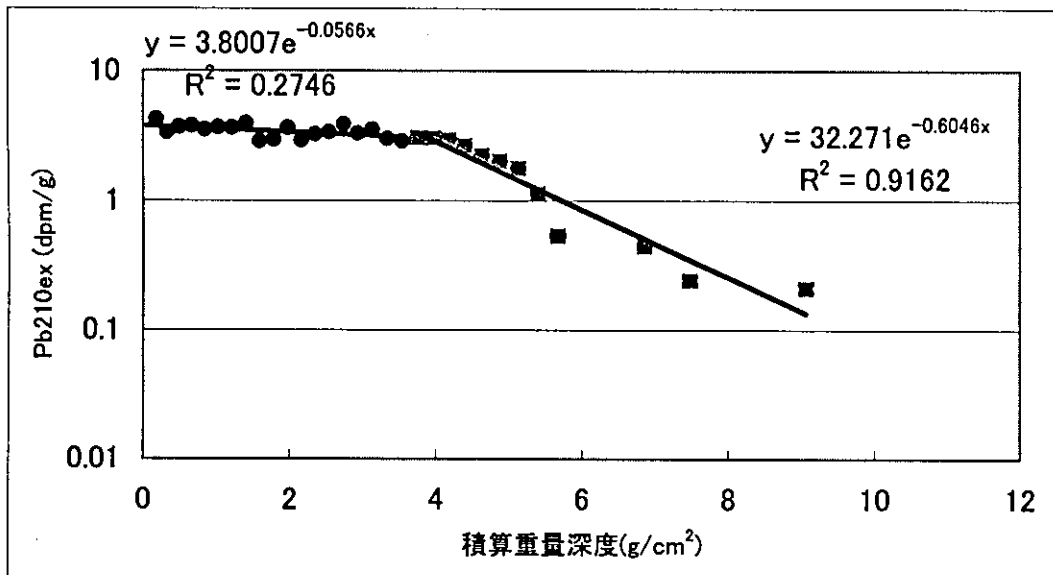


図 5.12 st.3 の積算重量深度に対する Pb210ex の結果

図 5.12 で得られた直線式① $y=3.8007e^{-0.0566x}$ ② $y=32.271e^{-0.6046x}$ を前項の方法に従い平均重量堆積速度($g/cm^2/年$)を求めた結果、① $0.55g/cm^2/年$ 、② $0.052g/cm^2/年$ と推定できた。

また、表層 0-2cm の条件での平均堆積速度($cm/年$)は、 $4.95cm/年$ と推定できた。