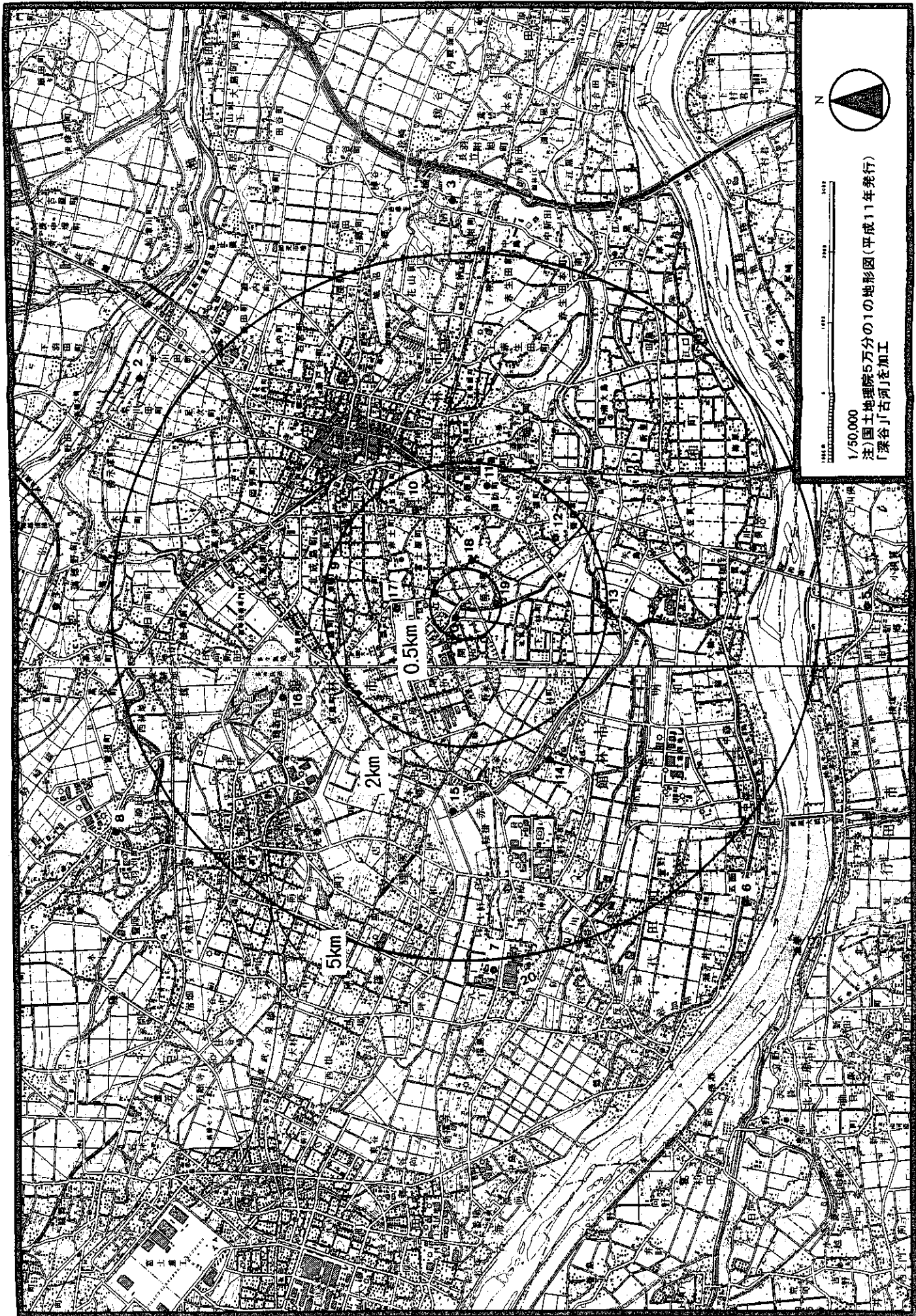


表 2.2 調査地点一覧

地点番号	発生源からの距離 (km)	発生源からの 方角	調査地点名
St.1	5850m	北	赤城神社
St.2	5650m	北東	神明宮
St.3	5750m	東	雷電神社
St.4	5750m	南東	諏訪神社
St.5	5650m	南	愛宕神社
St.6	5750m	南西	三橋神社
St.7	5650m	西	くらかけ公園
St.8	5900m	北西	神明神社
St.9	2000m	北	大谷神社
St.10	1550m	北東	富士岳神社
St.11	1750m	東	青柳公園
St.12	1600m	南東	龍積寺付近
St.13	2050m	南	谷田川橋付近
St.14	2500m	南西	雷電神社
St.15	3000m	西	長良神社
St.16	3000m	北西	多々良沼公園
St.17	1100m	北	第十小横 市営住宅公園
St.18	600m	東	菅原神社
St.19	500m	南	近藤橋付近
St.20	250m	西	近藤開拓共同墓地



1/50,000
 国土地理院5万分の1の地形図(平成11年発行)
 〔梁谷「古河」を加工〕

図 2.2 調査地点位置図

2.2.2 サンプルング・分析

サンプルング・分析は、基本的に、環境庁の「ダイオキシン類に係る土壌調査マニュアル」に従った。

サンプルングは、原則として5地点混合方式により行う。すなわち、1ヶ所の調査地点につき、中心1地点及び周辺の4方位の5 m～10 m離れた4地点の、合計5地点で試料を採取する。なお、採取地点の状況により、5地点の間隔が十分にとれない場合は、間隔を小さくして5地点から採取する。

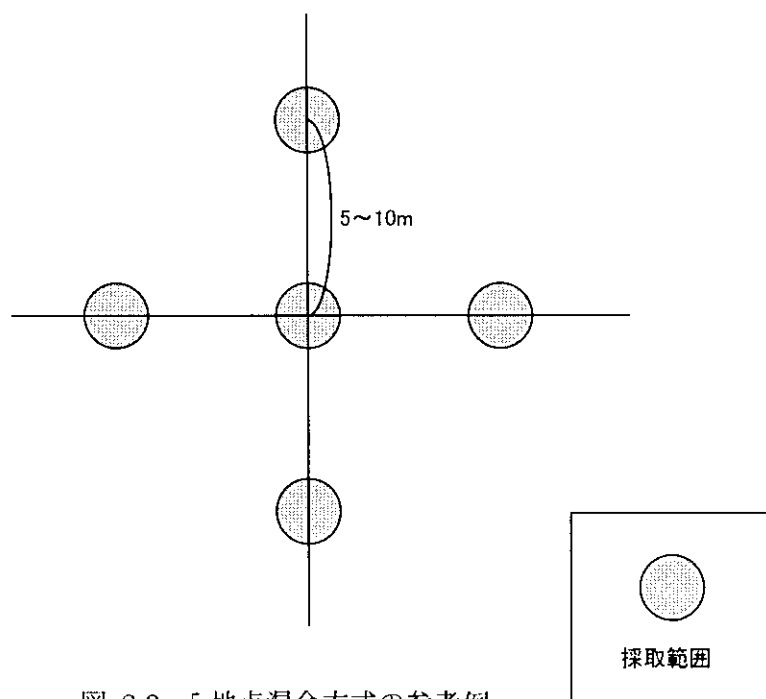


図 2.3 5 地点混合方式の参考例

2.3 測定分析

ダイオキシン類の測定は、『ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル』¹に従い実施した。詳細を以下に示す。

2.3.1 分析対象物質

分析対象物質は、表 2.3に示すポリ塩化ジベンゾ・パラ-ジオキシン (PCDDs) 9 化合物、ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs) 11 化合物、計 20 化合物の濃度および各同族体の総和濃度とし、さらに表 2.4に示すコプラナーPCB (Co-PCBs) 12 化合物も対象とした。

また、これらの濃度に毒性等価係数 (以下 TEF)²を乗じた毒性等量 (以下 TEQ)³を求めた。

計算に用いたダイオキシン類の TEF を表 2.5と表 2.6に示す。

¹ 「ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル」平成 12 年 1 月 環境庁水質保全局土壌農薬課

² 2,3,7,8-TeCDD 毒性等価係数；2,3,7,8-TeCDD Toxicity Equivalency Factor (WHO/IPCS-TEF(1998)). 1998 年に WHO/IPCS から提案された。

³ 2,3,7,8-TeCDD 毒性等量；2,3,7,8 - TeCDD Toxicity Equivalency Quantity.

表 2.3 分析対象物質一覧 (PCDDs 及び PCDFs).

塩素数	ポリ塩化-バラ-ジオキシン (PCDDs)	ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs)
4	1,3,6,8-TeCDD 1,3,7,9-TeCDD 2,3,7,8-TeCDD TeCDDs の総和	1,2,7,8-TeCDF 2,3,7,8-TeCDF TeCDFs の総和
5	1,2,3,7,8-PeCDD PeCDDs の総和	1,2,3,7,8-PeCDF 2,3,4,7,8-PeCDF PeCDFs の総和
6	1,2,3,4,7,8-HxCDD 1,2,3,6,7,8-HxCDD 1,2,3,7,8,9-HxCDD HxCDDs の総和	1,2,3,4,7,8-HxCDF 1,2,3,6,7,8-HxCDF 1,2,3,7,8,9-HxCDF 2,3,4,6,7,8-HxCDF HxCDFs の総和
7	1,2,3,4,6,7,8-PeCDD PeCDDs の総和	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF HpCDFs の総和
8	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF

表 2.4 分析対象物質一覧 (Co - PCBs).

コプラナーPCB (Co-PCBs)	
Non-ortho PCBs	3,3',4,4'-TeCB (#77)
	3,4,4',5'-TeCB (#81)
	3,3',4,4',5'-PeCB (#126)
	3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)
Mono-ortho PCBs	2,3,3',4,4'-PeCB (#105)
	2,3,4,4',5'-PeCB (#114)
	2,3',4,4',5'-PeCB (#118)
	2',3,4,4',5'-PeCB (#123)
	2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)
	2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)
	2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)
	2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)

※カッコ内は IUPAC No.⁴を表す.

⁴ IUPAC No. ; International Union of Pure and Applied Chemistry No.

表 2.5 PCDDs 及び PCDFs の毒性等価係数 (WHO/IPCS-TEF (1998)).

ポリ塩化・パラ-ジオキシン (PCDDs)	TEF	ポリ塩化ジベンゾフラン (PCDFs)	TEF
2,3,7,8-TeCDD	1	2,3,7,8-TeCDF	0.1
1,2,3,7,8-PeCDD	1	1,2,3,7,8-PeCDF	0.05
		2,3,4,7,8-PeCDF	0.5
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1
		2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1
1,2,3,4,6,7,8-PeCDD	0.01	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01
		1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01
1,2,3,4,6,7,8,9-OCDD	0.0001	1,2,3,4,6,7,8,9-OCDF	0.0001
その他の PCDDs	0	その他の PCDFs	0

表 2.6 Co-PCBs の毒性等価係数 (WHO/IPCS-TEF (1998)).

コプラナーPCB (Co-PCBs)	TEF
3,3',4,4'-TeCB (#77)	0.0001
3,4,4',5'-TeCB (#81)	0.0001
3,3',4,4',5'-PeCB (#126)	0.1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (#169)	0.01
2,3,3',4,4'-PeCB (#105)	0.0001
2,3,4,4',5'-PeCB (#114)	0.0005
2,3',4,4',5'-PeCB (#118)	0.0001
2',3,4,4',5'-PeCB (#123)	0.0001
2,3,3',4,4',5'-HxCB (#156)	0.0005
2,3,3',4,4',5'-HxCB (#157)	0.0005
2,3',4,4',5,5'-HxCB (#167)	0.00001
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (#189)	0.0001

2.3.2 分析方法

ダイオキシン類は、『ダイオキシン類に係る土壌調査測定マニュアル』¹⁾に従って前処理・クリーンアップを行い、高分解能ガスクロマトグラフ/二重収束型高分解能質量分析計（HRGC/HRMS）を用いて定量した。

ダイオキシン類の分析フローを図 2.4に示す。

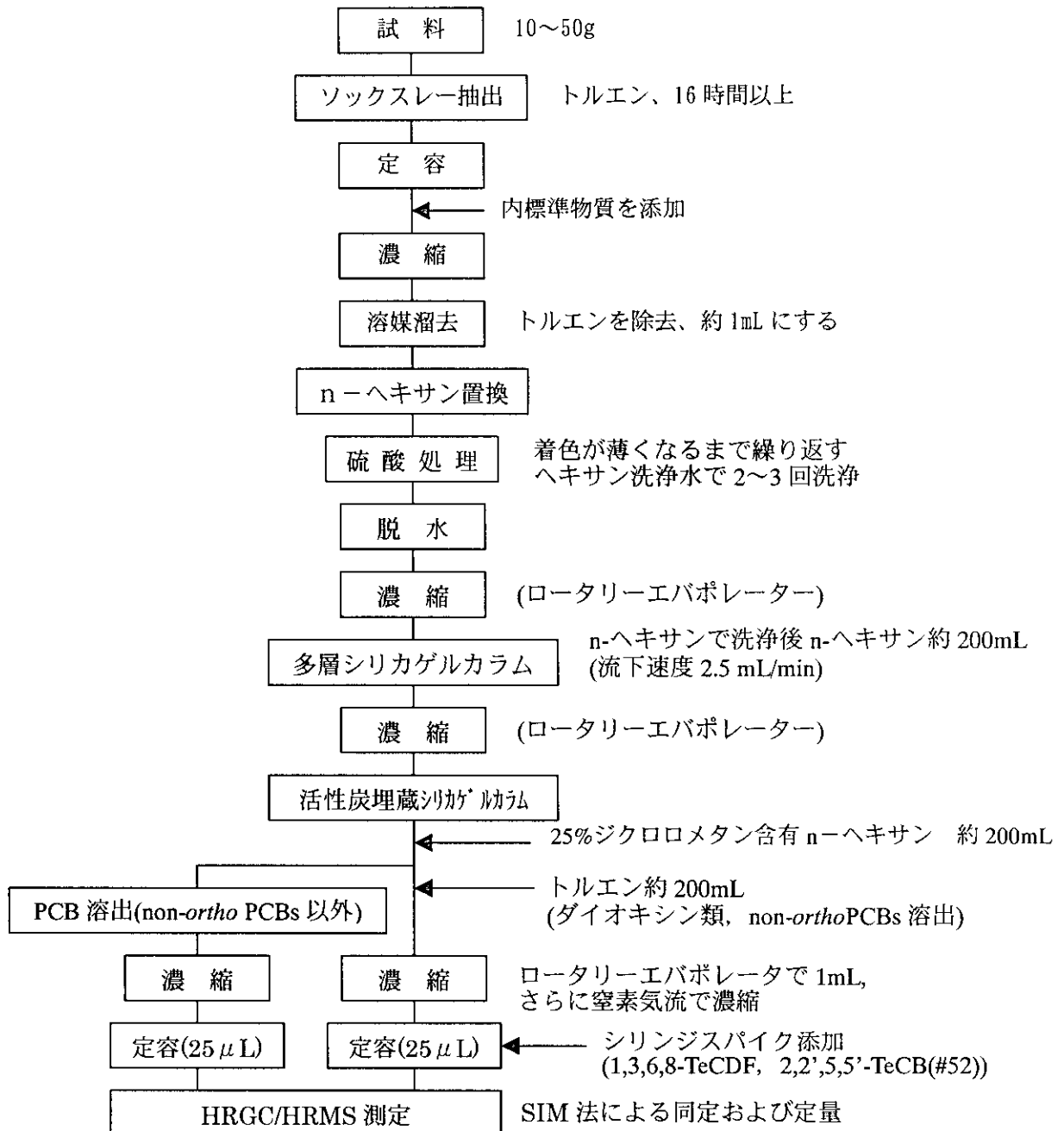


図 2.4 土壌の前処理フロー。

表 2.7 HRGC/HRMS の操作条件.

ガスクロマトグラフ (6890 series GC system, Hewlett Packard社製)				
試料注入口温度 : 300℃				
試料注入方法 : スプリットレス (6890 series injector 使用, Hewlett Packard社製)				
試料注入量 : 1.5 μl				
カラム恒温槽温度 :				
TeCDDs~OCDD, TeCDFs~OCDF ;				
130℃(1 min.)→(15℃/min.)→210℃(0 min.)→(5℃/min.)→320℃(hold)				
Co-PCBs ;				
130℃(1 min.)→(20℃/min.)→220℃(0 min.)→(5℃/min.)→320℃(hold)				
分離カラム : TeCDDs~OCDD, TeCDFs~OCDF ; 溶融シリカ+ビ°リ-カラム, BPX5(SGE 社製)				
PeCDFs, HxCDFs ; 溶融シリカ+ビ°リ-カラム, RH-17(INVENTX 社製)				
Co-PCBs ; 溶融シリカ+ビ°リ-カラム, HT8(SGE 社製)				
質量分析計 (Micromass社製, AutoSpec-Ultima)				
測定方法 : SIM				
インターフェース温度 : 300℃				
イオン源温度 : 320℃				
トラップカレント : 500 μA				
エレクトロンエネルギー : 30~40eV				
分解能 : 10,000以上				
加速電圧 : 約8,000V				
質量数補正 : ロックマス方式 (PFK使用)				
測定質量数				
PCDDs	TeCDDs	319.8965,321.8936	¹³ C-TeCDDs	331.9368,333.9339
	PeCDDs	353.8576,355.8546,357.8516	¹³ C-PeCDDs	367.8949,369.8919
	HxCDDs	389.8157,391.8127	¹³ C-HxCDDs	401.8559,403.8530
	HpCDDs	423.7766,425.7737	¹³ C-HpCDDs	435.8169,437.8140
	OCDD	457.7377,459.7348	¹³ C-OCDD	469.7779,471.7550
PCDFs	TeCDFs	303.9016,305.8987	¹³ C-TeCDFs	315.9419,317.9389
	PeCDFs	339.8597,341.8568	¹³ C-PeCDFs	351.9000,353.8970
	HxCDFs	373.8207,375.8178	¹³ C-HxCDFs	385.8610,387.8580
	HpCDFs	407.7818,409.7789	¹³ C-HpCDFs	419.8220,421.8191
	OCDF	441.7428,443.7399	¹³ C-OCDF	453.7830,455.7801
Co-PCBs	TeCBs	289.9224,291.9194	¹³ C-TeCBs	301.9626,303.9597
	PeCBs	325.8804,327.8775	¹³ C-PeCBs	337.9207,339.9177
	HxCBs	359.8415,361.8385	¹³ C-HxCBs	371.8817,373.8788
	HpCBs	393.8025,395.7995	¹³ C-HpCBs	405.8428,407.8398

3. 調査結果

3.1 分析結果

測定した20地点の結果を以下に示す。

表 3.1 ダイオキシン類測定結果

	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	5.5	100	0.42	5.9
st.5	10000	23	300	1.2	24
st.6	500	5.0	45	0.24	5.2
st.7	2100	20	180	1.1	21
st.8	4300	11	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0として計算した。

表 3.2 ダイオキシン類測定結果 総括表

PCDDs+PCDFs	
平均値	19
標準偏差	16
中央値	15
範囲	5.0~75
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	5.2~83

注：実測濃度がN.D.の場合、実測濃度を0として計算した。

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。

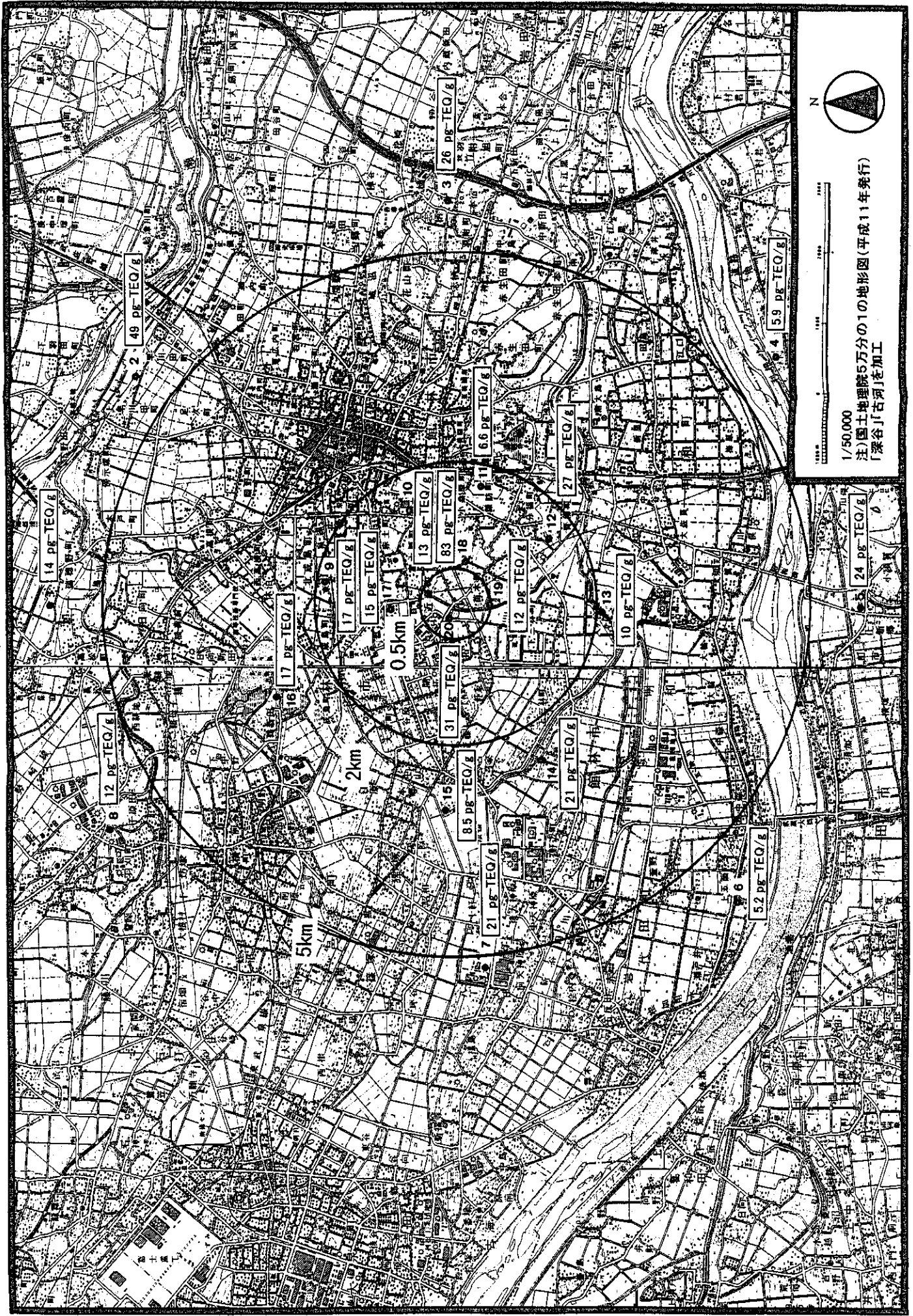


図 3.1 調査結果図

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。

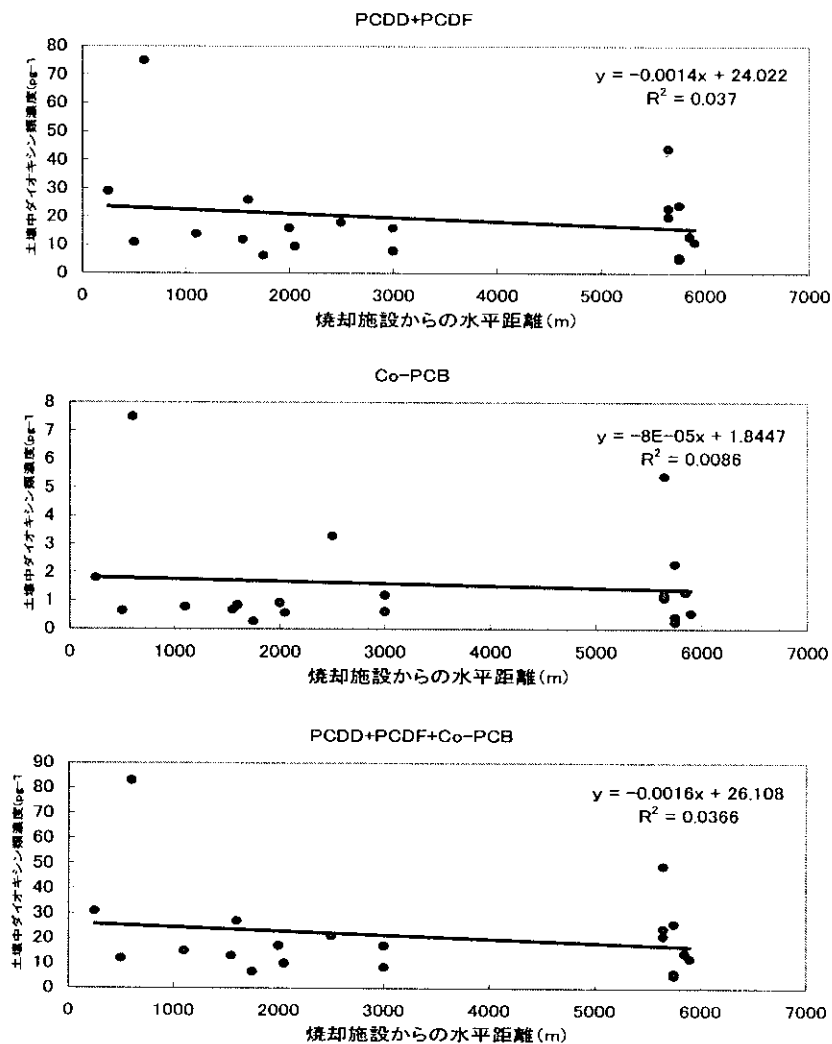


表 3.5 施設からの距離と土壤中ダイオキシン類濃度との関係

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。

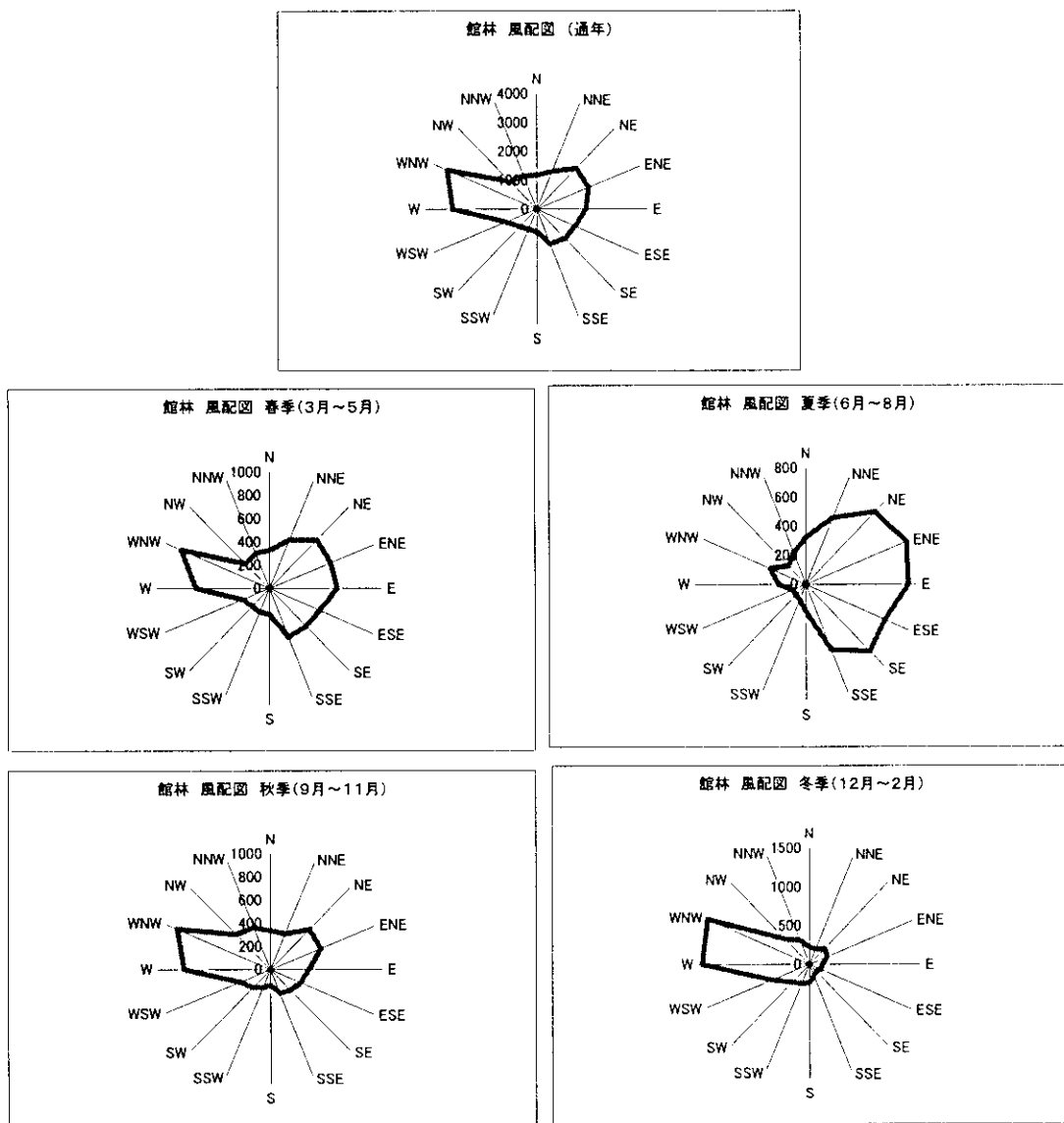


図 3.2 気象観測地点の風配図 (平成3~12年)

(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。

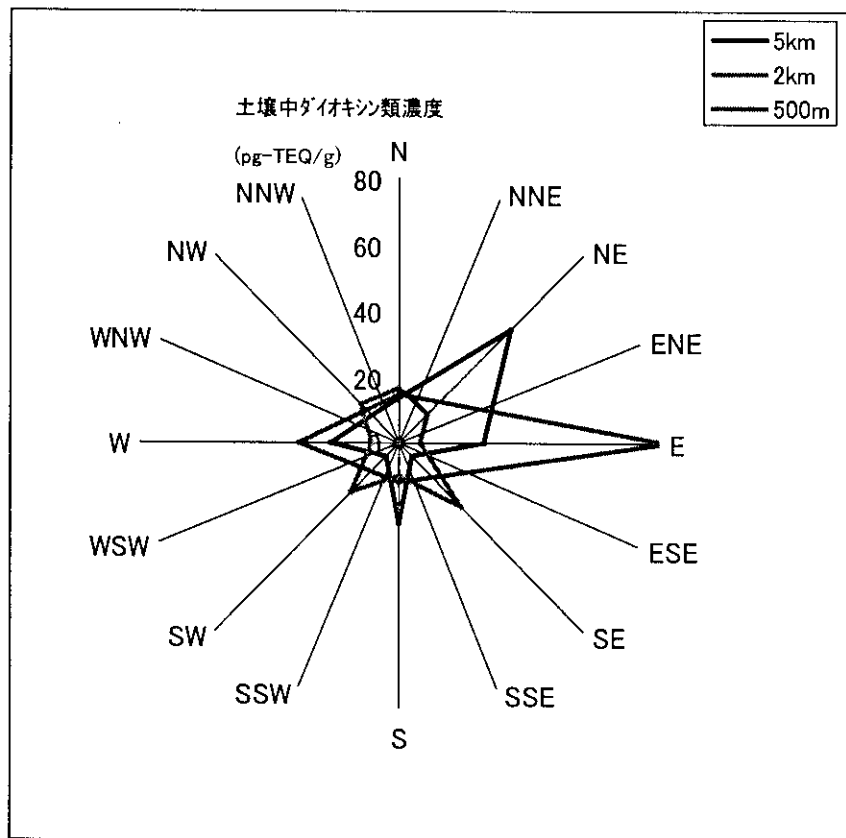


図 3.3 方位と土壤中ダイオキシン類濃度との関係

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たり、海辺にあたり、周辺地域に工場があたり、起伏の多い土地であたりと、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。

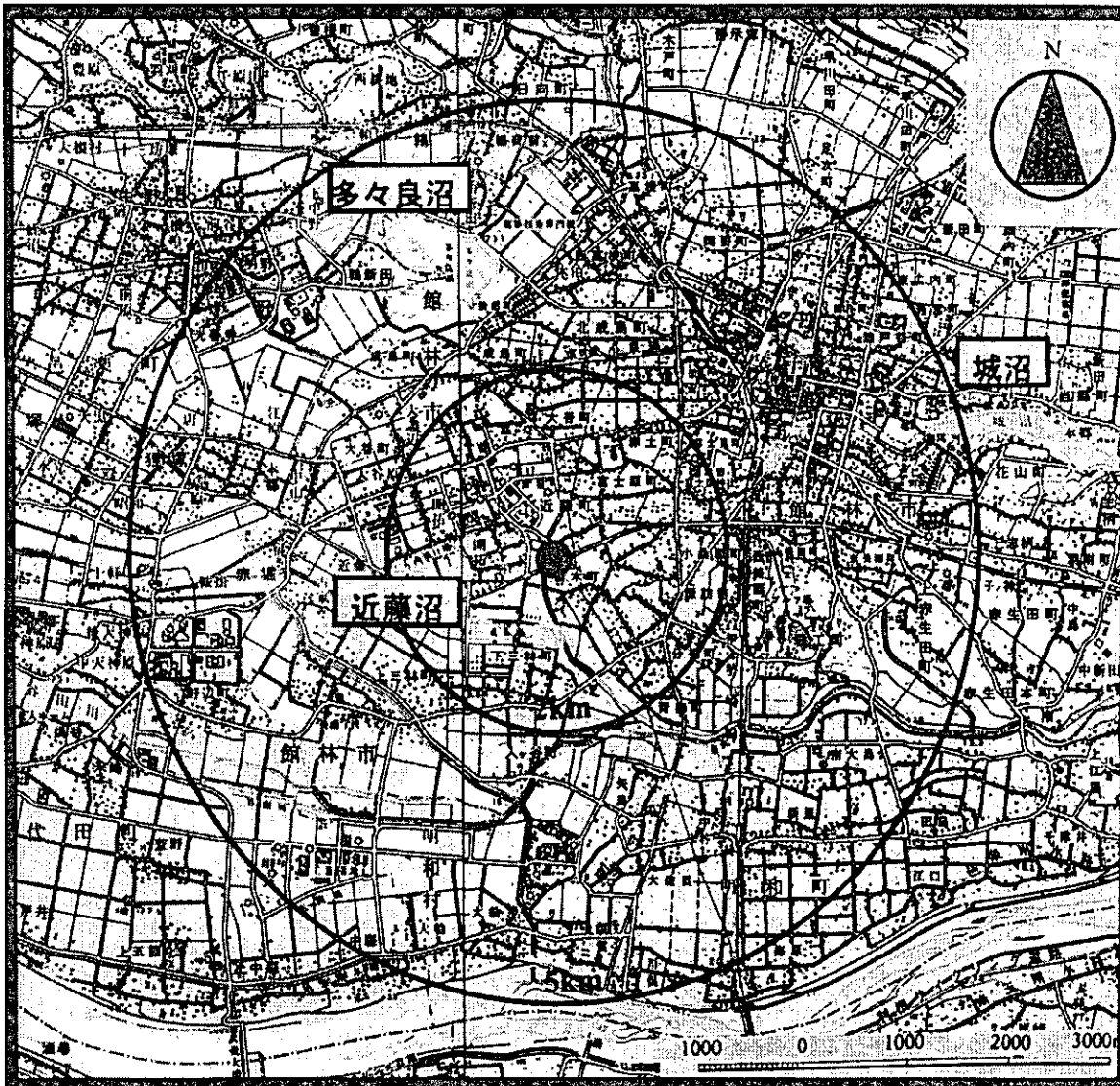


図 3.1 センター周辺の湖沼

(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、多々良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

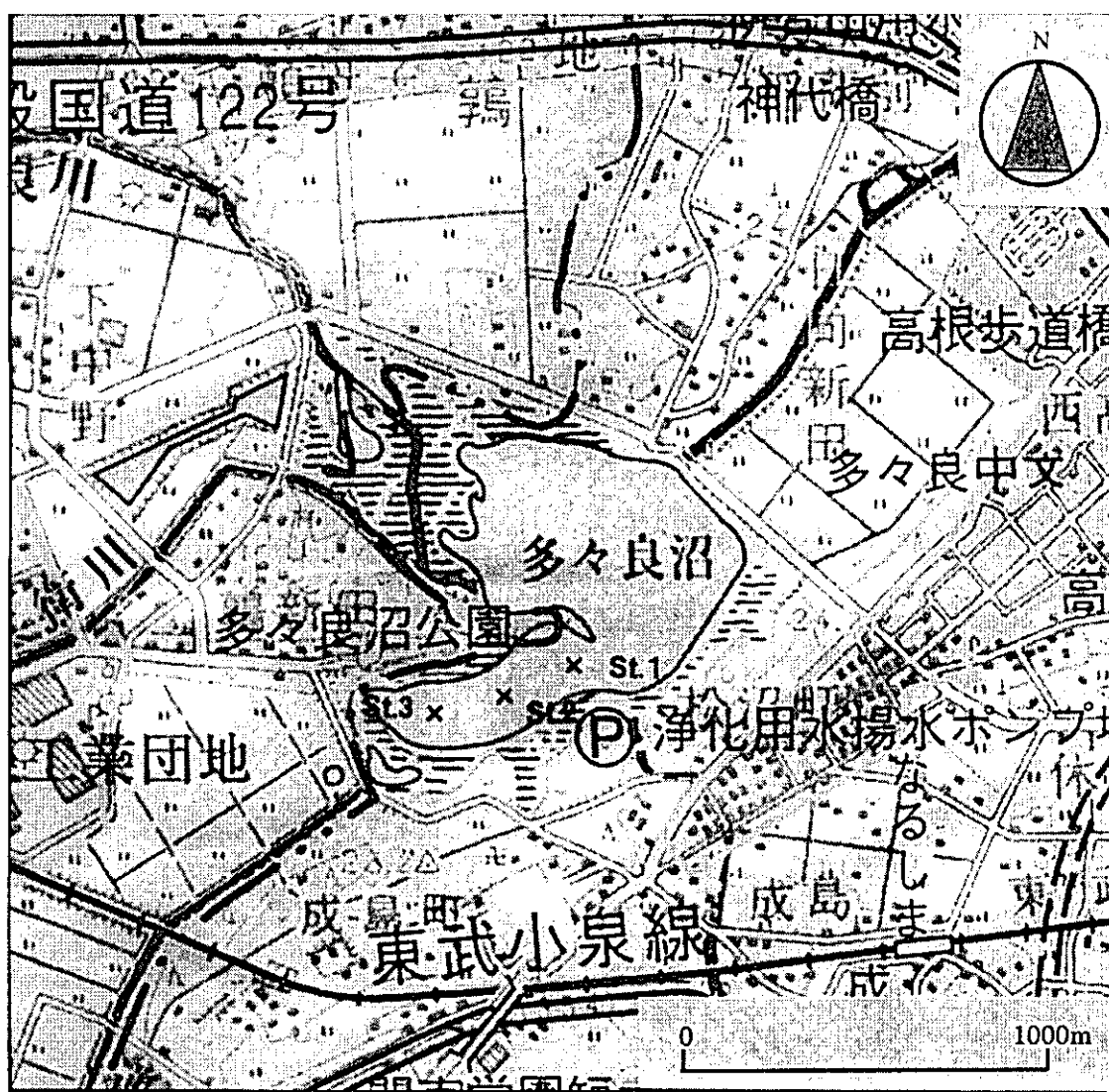


図 4.1 調査地点

4.2 試料の採取

潜水士が直径 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。

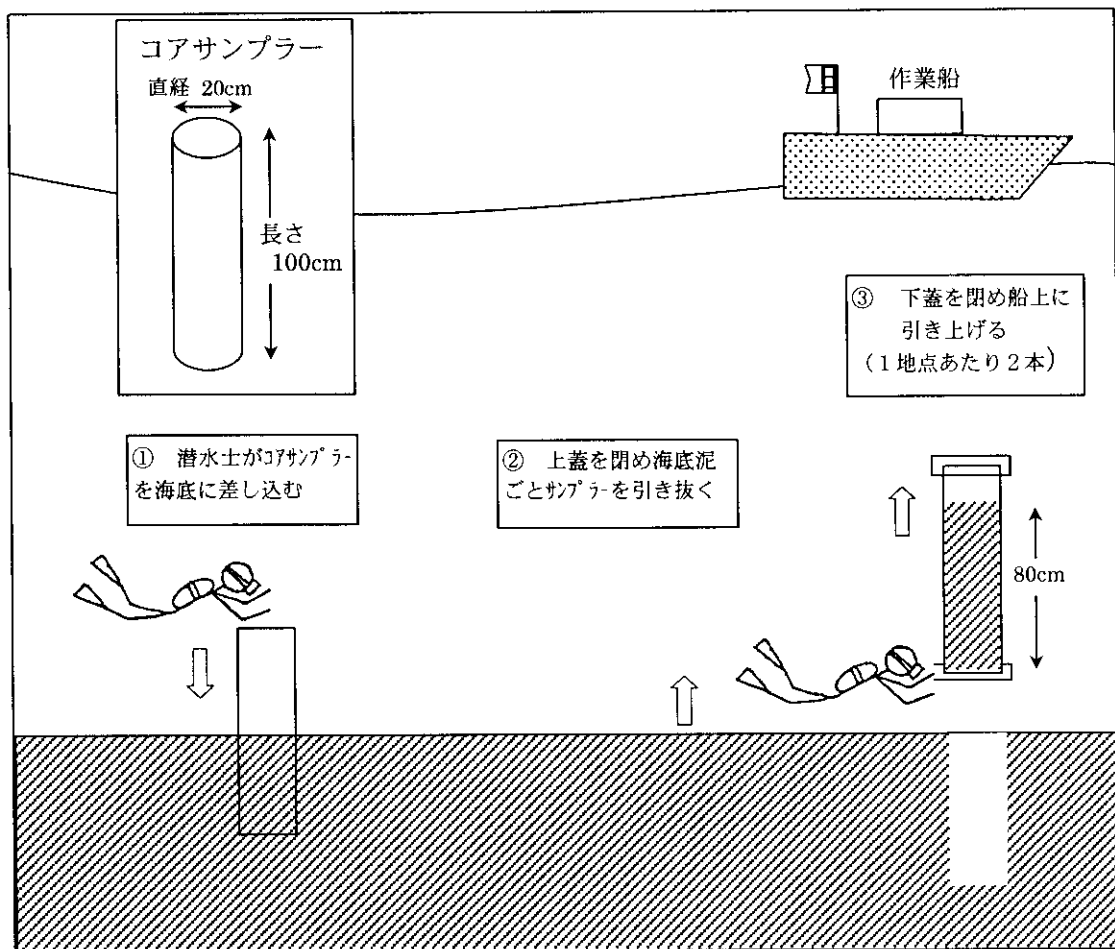


図 4.2 採泥方法