

平成20年度

アスベスト大気濃度調査計画策定等調査

報告書

平成21年3月

財団法人 日本環境衛生センター

## 目次

### 業務成果の概要

1. 業務の目的	1
2. 業務の実施期間	1
3. アスベスト大気濃度調査に関する検討会の開催	1
4. 業務の概要	1

### Summary

1. Objective of the Project	9
2. Period of Project Implementation	9
3. Airborne Asbestos Concentration Study Group	9
4. Outline of the Project Implementation	10

## 本文

### 第Ⅰ章 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

1. 測定対象地点案の作成と測定項目	17
2. 測定日の調整及びスケジュール管理	19
3. 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の実施内容等	21

### 第Ⅱ章 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

1. 全測定地点の調査結果	26
2. 総合的な検証・評価等	37
i) 風向・風速の影響について	37
ii) 地域分類別の測定結果	40
iii) 道路沿線における交通量と石綿繊維数濃度との比較	44
iv) 過去の調査結果との比較	47

### 第Ⅲ章 測定法に関する調査研究

1. 分散染色法及び電子顕微鏡法を用いたアスベストの計数結果	54
--------------------------------	----

### 第Ⅳ章 アスベストモニタリングマニュアル改訂案の作成

1. アスベストモニタリングマニュアル改訂に向けての来年度の検討方針（案）	59
---------------------------------------	----

添付資料 1 海外の気中アスベスト測定方法に関する調査結果	資1-1
-------------------------------	------

添付資料 2 風の解析結果	資2-1
---------------	------

# 業務成果の概要

## 1. 業務の目的

環境省では、平成17年12月27日付け「アスベスト問題に係る総合対策」（アスベスト問題に関する関係閣僚による会合決定）に基づき、全国の大気中の石綿濃度の調査を行っており、平成20年度についても平成17年度～平成19年度に引き続き石綿による大気汚染の状況を把握するために実施するものである。

本業務は大気中の石綿濃度の調査を効率的かつ円滑に実施していくとともに、「平成19年度アスベスト大気濃度調査計画策定等調査」の際に明らかになった測定法又は分析法上の課題について、引き続き検討を行い、「アスベストモニタリングマニュアル」の改訂案を作成することを目的とする。

## 2. 業務の実施期間

平成20年4月23日 ～ 平成21年3月31日

## 3. アスベスト大気濃度調査に関する検討会の開催

本調査を行うに当たっては、学識経験者等（下表）からなるアスベスト大気濃度調査に関する検討会（以下「検討会」という。）を開催し、調査内容全般にわたって検討をいただいた。

### 検討会の構成委員

（敬称略、五十音順）

氏名	所属及び役職等
神山 宣彦※	東洋大学経済学部経済学科 自然科学研究室 教授
小坂 浩	元兵庫県立健康環境科学研究所 大気環境部 研究員
小西 淑人	社団法人 日本作業環境測定協会 調査研究部 部長
平野 耕一郎	横浜市環境科学研究所

※ 座長

### (1) 第1回検討会

日時：平成20年7月22日（火） 14:00～16:00

議事：平成20年度アスベスト大気濃度調査について  
今年度のアスベスト測定の精度管理について  
アスベストモニタリングマニュアル改訂について

### (2) 第2回検討会

日時：平成21年2月2日（月） 14:00～16:00

議事：平成20年度アスベスト大気濃度調査について  
平成20年度アスベスト大気濃度調査に係る精度管理について  
平成20年度アスベスト大気濃度調査（前期調査）結果について  
アスベストモニタリングマニュアル改訂の方向性について  
蛍光顕微鏡を用いる測定方法について

### (3) 第3回検討会

日時：平成21年3月26日（木） 14:00～16:00

議事：平成20年度アスベスト大気濃度調査結果について  
アスベストモニタリングマニュアル改訂方針について

## 4. 業務の概要

### 4. 1 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

#### (1) 測定対象地点案の作成

平成19年度調査の調査結果等をもとに、平成20年度の測定地点案を選定した。測定対象と

した地点数は、総計で50地域、149地点、559試料とした。なお、このうち、29地域、60地点、360試料は平成7年度、平成17年度～平成19年度に実施した地点と同一である。

本調査では、「アスベストモニタリングマニュアル第3版」（平成19年5月環境省 水・大気環境局大気環境課）により測定を行った。この他、一部の調査地域については、測定法に関する調査研究の目的で、分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法による測定を併せて行った（下記4. 3参照）。

#### (2) 測定実施日の調整

測定の実施について調整した結果、全調査を平成20年10月7日～平成21年3月7日に実施した。

#### (3) 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の開催

学識経験者を委員とした検討会において検討した上で、精度管理計画書案を作成し、石綿濃度の測定を実施する測定業者に対して、検討会委員を講師とした環境省指定講習会を開催した。

### 4. 2 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

アスベスト大気濃度調査結果の採用に当たって、発生源周辺地域（旧石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等、解体現場等、蛇紋岩地域、高速道路及び幹線道路沿線）については、サンプリング時における採取時の風向・風速等の状況を確認し、計数結果の妥当性を判定した上で採用値とした。

地域分類別の測定結果の集約表を表-1に示す。なお、排気口等における調査結果については参考として示した。

#### (1) アスベスト大気濃度調査（光学顕微鏡法）による計数結果

アスベスト大気濃度調査（光学顕微鏡法）による計数結果を集約したところ、石綿繊維数濃度は総合計231データ（82地点×年2回＋解体現場（67地点）×年1回）のうち、全データが1.0本/L以下（うち126データが検出限界0.06本/L未満）であった。

表-1 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果集約表

【石綿繊維数】

地域分類		地域	地点数	測定データ数	石綿繊維数		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06未満	0.07	0.06
	廃棄物処分場等	10	20	40	0.06未満	0.08	0.06
	解体現場等(敷地周辺)	10	40	40	0.06未満	0.17	0.06
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.06未満	0.08	0.06
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.06未満	0.08	0.06
バックグラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.06未満	0.08	0.06
	商工業地域	5	10	20	0.06未満	0.07	0.06
	農業地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
	内陸山間地域	4	7	14	0.06未満	0.07	0.06
	離島地域	4	8	16	0.06未満	0.06	0.06
合計		50	122	204			

(参考)排気口等における調査結果	地域	地点数	測定データ数	石綿繊維数		
				最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
解体現場等(前室付近)	(10)	11	11	0.06未満	0.25	0.06
解体現場等(排気口付近)	(10)	16	16	0.06未満	0.19	0.07
合計	(10)	27	27			

【総繊維数】

地域分類		地域	地点数	測定データ数	総繊維数		
					最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06	0.24	0.09
	廃棄物処分場等	10	20	40	0.06	1.05	0.26
	解体現場等(敷地周辺)	10	40	40	0.06	12.50	0.18
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.06	0.63	0.21
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.10	1.31	0.30
バックグラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.06	0.80	0.21
	商工業地域	5	10	20	0.06	0.43	0.18
	農業地域	1	2	4	0.09	0.31	0.17
	内陸山間地域	4	7	14	0.06	0.72	0.19
	離島地域	4	8	16	0.06	0.30	0.14
合計		50	122	204			

(参考)排気口等における調査結果	地域	地点数	測定データ数	総繊維数		
				最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
解体現場等(前室付近)	(10)	11	11	0.06	21.37	0.29
解体現場等(排気口付近)	(10)	16	16	0.06	20.92	0.23
合計	(10)	27	27			

注1) 「敷地周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が出入りする際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口」付近とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。

注2) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、注3の場合を除き、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

注3) 解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。

注4) ND(不検出)の場合には「計数した視野(100視野)で1本の繊維が計数された」と仮定して算出した値に「未満」を付けて記載している。

注5) 表中の( )内の数値は地域数における内数である。

注6) 総繊維数濃度は、位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。

また、光学顕微鏡法による石綿計数結果について平成17～20年度の調査結果を調査地域分類別に集計した結果を表-2に示す。

表-2 平成17～20年度の調査地域分類別の調査結果

地域分類		幾何平均値(本/L)			
		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	0.31	0.19	0.34	- (0.06)
	廃棄物処分場等	0.64	0.38	0.44	0.06
	解体現場等(大防法届出対象)(周辺)	0.26	0.26	0.41	0.06
	解体現場等(大防法届出対象を除く)(周辺)	0.36	0.25	-	-
	蛇紋岩地域	0.23	0.28	0.42	0.06
	高速道路及び幹線道路沿線	0.45	0.39	0.52	0.06
バックグ ラウンド 地域	住宅地域	0.25	0.22	0.33	0.06
	商工業地域	0.23	0.27	0.26	0.06
	農業地域	0.26	0.40	0.40	0.06
	内陸山間地域	0.20	0.30	0.38	0.06
	離島地域	0.11	0.26	0.33	0.06

(参考)排気口等における調査結果	幾何平均値(本/L)			
	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
旧石綿製品製造事業場等(出入口付近)	0.36	0.27	1.45	-
解体現場等(大防法届出対象)(前室付近)	0.44	0.67	0.67	0.06
解体現場等(大防法届出対象)(排気口付近)	0.28	0.46	0.52	0.07

注1) 継続して調査を行っている地域以外のデータも含まれている。

注2) 平成20年度現在、特定粉じん発生施設は全て廃止されている。旧石綿製品製造事業場等の地域分類の欄には、過去からの分類にそって測定結果を示している。

注3) 解体現場等における「大防法届出対象」または「大防法届出対象を除く」とは、平成18年度調査時点での分類である。平成17年度調査時点では届出の対象でなかった現場であっても、その後の法改正により届出の対象となったものについては、「大防法届出対象」に分類している。

注4) 平成17年度の石綿製品製造事業場等(出入口付近)の調査結果には、「排気口付近」のデータが含まれている。

以上の調査結果から次のように総括される。

- ① 飛散の懸念された旧石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等及び解体現場(施設周辺)等では、絶対値としては特に高い濃度ではなかった。ただし、参考値として測定している解体現場の前室、排気口付近で総繊維数濃度が一部高い値が見られたため、電子顕微鏡法で測定を行ったところ、アモサイトが確認された。
- ② その他の地域分類においては特に高い濃度は見られず、問題になるレベルではないと思われる。

(2) 過去の調査結果との比較

本年度の調査のうち29地域60地点については、過去の調査結果との比較対照を目的に、過去（平成7年度、平成17～19年度調査）と同一地域において調査を実施した。当該地域について調査地域分類別に集計・整理した平成20年度の結果は、表-3に示すとおりである。また、過去の調査結果との比較を表-4に、そのグラフを図-1に示す。これらから、石綿濃度は低いレベルで推移していると考えられる。

表-3 過去と同一調査地域における平成20年度調査結果

【石綿繊維数】

地域分類	地域	地点数	測定データ数	最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06未満	0.07	0.06
廃棄物処分場等	3	6	12	0.06未満	0.06	0.05
蛇紋岩地域	2	4	8	0.06未満	0.08	0.06
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.06未満	0.08	0.06
住宅地域	7	13	26	0.06未満	0.08	0.06
商工業地域	5	10	20	0.06未満	0.07	0.06
農業地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
内陸山間地域	3	5	10	0.06未満	0.07	0.06
離島地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
合計	29	60	120			

【総繊維数】

地域分類	地域	地点数	測定データ数	最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06	0.24	0.09
廃棄物処分場等	3	6	12	0.06	0.79	0.23
蛇紋岩地域	2	4	8	0.06	0.63	0.21
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.10	1.31	0.30
住宅地域	7	13	26	0.06	0.80	0.21
商工業地域	5	10	20	0.06	0.43	0.18
農業地域	1	2	4	0.09	0.31	0.17
内陸山間地域	3	5	10	0.07	0.72	0.20
離島地域	1	2	4	0.06	0.22	0.11
合計	29	60	120			

注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間（4時間×3回）測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

注2) 調査地域の分類に当たっては、過去の調査結果においては異なる分類を行っていた地域もあるが、平成20年度の調査地域に合わせて分類した。

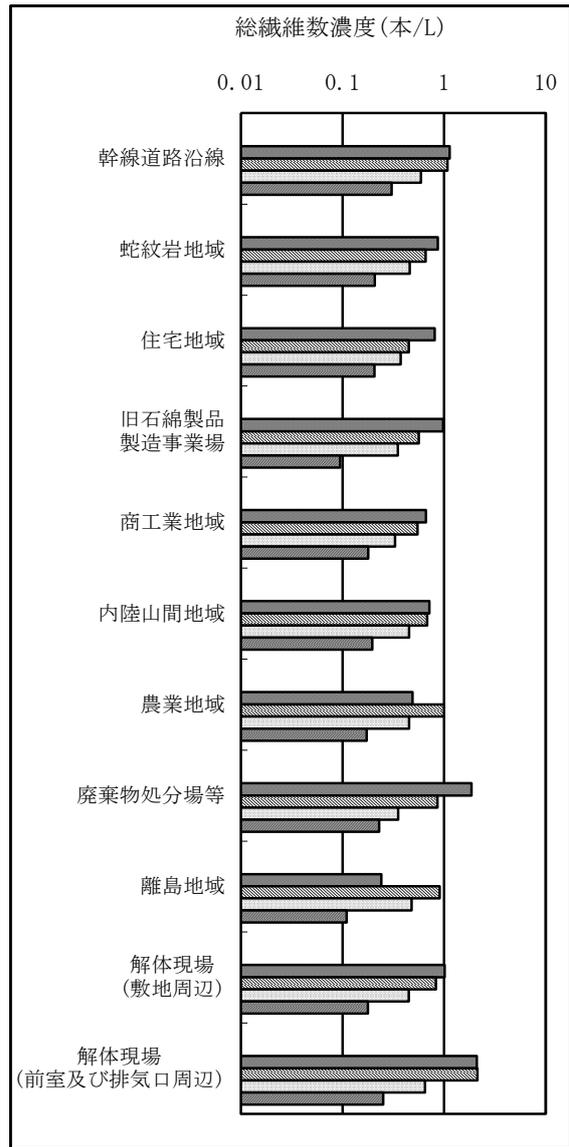
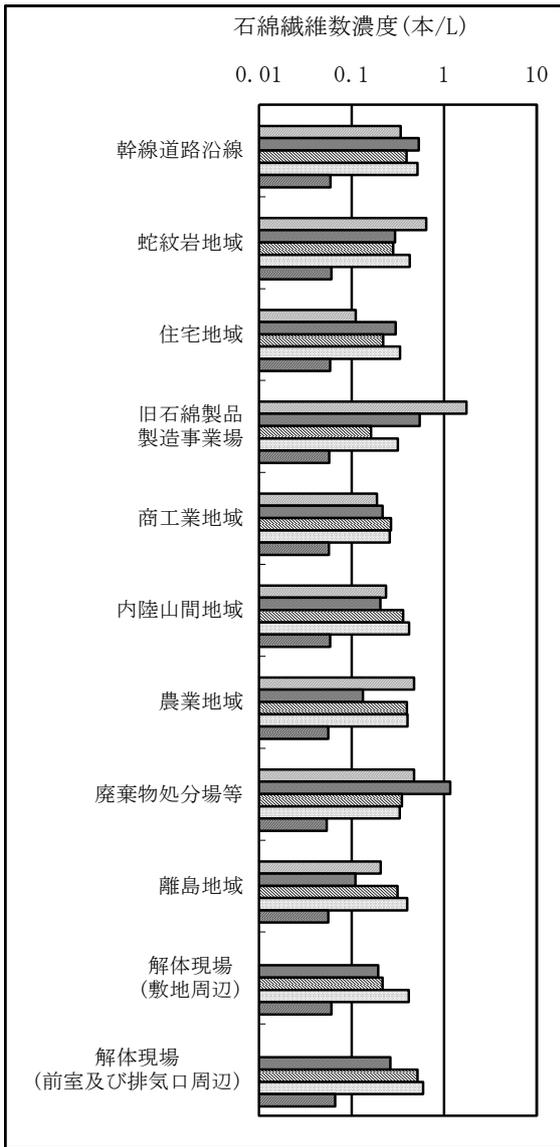
表-4 過去と同一調査地域における調査結果の比較

【石綿繊維数】

地域分類	幾何平均値(本/L)				
	平成7年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
旧石綿製品製造事業場等	1.74	0.54	0.16	0.32	0.06
廃棄物処分場等	0.47	1.16	0.35	0.33	0.05
蛇紋岩地域	0.64	0.30	0.28	0.42	0.06
高速道路及び幹線道路沿線	0.34	0.53	0.39	0.52	0.06
住宅地域	0.11	0.30	0.22	0.33	0.06
商工業地域	0.19	0.22	0.27	0.26	0.06
農業地域	0.47	0.13	0.40	0.40	0.06
内陸山間地域	0.24	0.20	0.36	0.42	0.06
離島地域	0.21	0.11	0.31	0.40	0.06

【総繊維数】

地域分類	幾何平均値(本/L)				
	平成7年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
旧石綿製品製造事業場等	—	0.98	0.56	0.35	0.09
廃棄物処分場等	—	1.86	0.86	0.35	0.23
蛇紋岩地域	—	0.86	0.66	0.46	0.21
高速道路及び幹線道路沿線	—	1.13	1.08	0.59	0.30
住宅地域	—	0.81	0.45	0.37	0.21
商工業地域	—	0.66	0.55	0.33	0.18
農業地域	—	0.49	1.00	0.45	0.17
内陸山間地域	—	0.72	0.68	0.45	0.20
離島地域	—	0.24	0.90	0.48	0.11



注1) 各年度の値は幾何平均値を使用している。

注2) ND(0.06本/L未満)の地点については、0.06本/Lとして集計・表示している。



図-1 過去と同一調査地域内における平成20年度調査結果の比較

#### 4. 3 測定法に関する調査研究

本調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、分散染色法及び電子顕微鏡法による測定を併せて行った。分散染色法及び電子顕微鏡法で測定した試料数は、解体現場等、内陸山間地域及び離島地域の7地域、43地点、67試料である。

#### 4. 4 「アスベストモニタリングマニュアル」改訂案の検討

平成19年度調査の報告等をもとに、平成19年度調査における改訂原案及び測定法及び分析法上の課題を整理・検討した。その結果、現在の石綿濃度測定方法については測定法の基本的な部分の変更が必要で、そのために各測定法等の検証が必要であるとの方向性が示された。そのため、平成21年度の改訂版（第4版）作成に向けての改訂方針案を作成した。

# Summary

## 1. Objective of the Project

The Ministry of the Environment has been conducting a nationwide study of airborne asbestos concentration as a follow-up to the “Comprehensive Measures on Asbestos Problems” (the December 27, 2005 agreement among the ministers concerned with asbestos problems). The fiscal 2008 study also was conducted as a continuation of the studies carried out in fiscal 2005 through fiscal 2007, in order to understand air contamination by asbestos.

In addition to carrying out the annual study on airborne asbestos concentration efficiently and smoothly, the fiscal 2008 study considered the problems that emerged in the course of the fiscal 2007 Survey on Airborne Asbestos Concentration Study Plan Formulation concerning the measurement and analysis methods with the aim of formulating a draft revision of the Asbestos Monitoring Manual.

## 2. Period of Project Implementation

April 23, 2008 through March 31, 2009

## 3. Airborne Asbestos Concentration Study Group

For the implementation of this project, a study group called the Airborne Asbestos Concentration Study Group consisting of the below-listed experts was formed, which provided an overall review and guidance on the project implementation.

Study group members

(Honorifics omitted)

(In Japanese alphabetical order)

Name	Affiliation and position
Norihiko Koyama*	Professor, Natural Science Course, Department of Economics, Faculty of Economics, Toyo University
Hiroshi Kosaka	Former research fellow, Atmospheric Environment Division, Hyogo Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences
Yoshihito Konishi	General Manager, Investigation & Research Department, Japan Association for Working Environment Measurement
Koichiro Hirano	Yokohama Environmental Science Research Institute

\* Chair

### (1) Study Group Meeting No.1

Date: Tuesday, July 22, 2008 from 14:00 to 16:00

Agenda: Fiscal 2008 Airborne Asbestos Concentration Study  
Accuracy control of this year's asbestos measurement  
Revision of Asbestos Monitoring Manual

### (2) Study Group Meeting No.2

Date: Monday, February 2, 2009 from 14:00 to 16:00

Agenda: Fiscal 2008 Airborne Asbestos Concentration Study  
Accuracy control of Fiscal 2008 Airborne Asbestos Concentration Study  
Results of Fiscal 2008 Airborne Asbestos Concentration Study (first half-year)  
Directions for revising Asbestos Monitoring Manual  
Measurement method using fluorescence microscope

### (3) Study Group Meeting No.3

Date: Thursday, March 26, 2009 from 14:00 to 16:00  
Agenda: Results of Fiscal 2008 Airborne Asbestos Concentration Study  
Policy of revising Asbestos Monitoring Manual

#### **4. Outline of the Project Implementation**

##### 4.1 Formulation of airborne asbestos concentration study plan

###### (1) Selection of suggested measuring spots

Based on the results of the fiscal 2007 study and other data, suggested measuring spots for the fiscal 2008 study were selected. They included 149 spots in 50 areas for 558 samples in total. Among them, 60 spots in 29 areas for 360 samples are identical to those in the studies for fiscal years 1995, 2005, 2006 and 2007.

The measurement in this study was conducted in accordance with the Asbestos Monitoring Manual, Third Edition (May 2007 by the Air Environment Division, Environmental Management Bureau, the Ministry of the Environment). In addition, measurements by dispersion staining method and by electron microscope were made with regard to some of the study areas, for the purpose of conducting a study on measuring methods (see 4.3 below).

###### (2) Scheduling of dates for measurements

After the schedules of the parties involved were coordinated, all measurements were made during the period between October 7, 2008 and March 7, 2009.

###### (3) Preparation of measurement accuracy control method (draft) and organizing of MOE-designated seminar

Following a review by the study group consisting of experts, a draft accuracy control plan was prepared. An MOE-designated seminar was organized for the benefit of firms that provide asbestos measurement services, inviting as lecturer one of the members of the Study Group.

##### 4.2 Compilation of the airborne asbestos concentration study findings

With respect to the measurement of airborne asbestos concentration in the surroundings of asbestos sources (former manufacturing sites of asbestos products, waste disposal sites, building demolition sites, serpentine areas, highways and main roads), the measured values were adopted as such only after testing their validity by checking the wind direction, wind velocity, etc. at the time of sampling.

A summary of measurements at various areas is shown in Table 1. The measurements at ventilation outlets, etc. are shown for the purpose of reference.

###### (1) Measurements of airborne asbestos concentration (by optical microscope)

The study on airborne asbestos concentration (by optical microscope) found that the concentration of asbestos fiber in all of the 231 items of data collected (twice each for 82 spots plus 67 demolition sites a year) was not greater than 1.0 fiber per liter, out of which 126 items of data showed less than 0.06 fiber per liter, the detection limit.

Table 1 Summary of optical microscopic measurements by area category

Asbestos fiber concentration

Area category		Area	Spots	No. of data	Asbestos fiber concentration		
					Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometric mean (fiber / L)
Surroundings	Former manufacturing site of asbestos products	1	6	12	<0.06	0.07	0.06
	Waste disposal site	10	20	40	<0.06	0.08	0.06
	Building demolition site (surroundings of the building)	10	40	40	<0.06	0.17	0.06
	Serpentine area	2	4	8	<0.06	0.08	0.06
	Highway & main road	6	12	24	<0.06	0.08	0.06
Background area	Residential	7	13	26	<0.06	0.08	0.06
	Commercial	5	10	20	<0.06	0.07	0.06
	Agricultural	1	2	4	<0.06	0.06	0.06
	Inland mountaineous	4	7	14	<0.06	0.07	0.06
	Remote island	4	8	16	<0.06	0.06	0.06
Total		50	122	204			

(Reference) measurements at ventilation outlets, etc.	Area	Spots	No. of data	Asbestos fiber concentration		
				Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometric mean (fiber / L)
Demolition site (antechamber)	(10)	11	11	<0.06	0.25	0.06
Demolition site (ventilation outlet)	(10)	16	16	<0.06	0.19	0.07
Total		(10)	27	27		

Total fiber concentration

Area category		Area	Spots	No. of data	Total fiber concentration		
					Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometric mean (fiber / L)
Surroundings	Former manufacturing site of asbestos products	1	6	12	0.06	0.24	0.09
	Waste disposal site	10	20	40	0.06	1.05	0.26
	Building demolition site (surroundings of the building)	10	40	40	0.06	12.50	0.18
	Serpentine area	2	4	8	0.06	0.63	0.21
	Highway & main road	6	12	24	0.10	1.31	0.30
Background area	Residential	7	13	26	0.06	0.80	0.21
	Commercial	5	10	20	0.06	0.43	0.18
	Agricultural	1	2	4	0.09	0.31	0.17
	Inland mountaineous	4	7	14	0.06	0.72	0.19
	Remote island	4	8	16	0.06	0.30	0.14
Total		50	122	204			

(Reference) measurements at ventilation outlets, etc.	Area	Spots	No. of data	Total fiber concentration		
				Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometric mean (fiber / L)
Demolition site (antechamber)	(10)	11	11	0.06	21.37	0.29
Demolition site (ventilation outlet)	(10)	16	16	0.06	20.92	0.23
Total		(10)	27	27		

Note 1: “Surroundings of the building” means the border area between the demolition site and the area to which the public has free access. “Antechamber” means the outside entrance to the chamber-like zone that is installed to prevent asbestos from drifting away at the time of entry/exit of site workers. “Ventilation outlet” means the area around the outer edge of dust-collection ventilation outlet and ventilation equipment.

Note 2: The asbestos concentration measurements at each spot were validated in accordance with the December 27, 1989 Notice No. 490 of the Director of Planning Division, Air Pollution Prevention Bureau, Environment Agency titled “Notice relating to implementation of the partial revision of the Air Pollution Control Act” (with the exception described in Note 3 below). Namely, measurements were made at each spot for 3 days (4 hours x 3 times), and the geometric mean of the data thus obtained was adopted as the asbestos concentration at the spot.

Note 3: Some demolition works are completed in a short period of time. Accordingly, measurements were made at each spot for 1 day (4 hours x 1 time) and the measured values were adopted as the asbestos concentration at the spot.

Note 4: When ND (not detectable) is returned, one piece of fiber was assumed to have been counted for the examined microscopic fields (100 fields) and the value calculated from this assumption is shown with

the “no greater than” symbol.

Note 5: Numbers in parenthesis indicate that they are part of the total numbers for the area.

Note 6: The total fiber concentration is computed from the counts of fiber-like particles found by phase contrast microscopic observation.

In addition, results of optical microscope asbestos concentration by the studies of fiscal years 2005 through 2008 are summarized in Table 2 in terms of study area category.

Table 2 Study results by area (Fiscal 2005 - 2008)

Area category		Geometric mean (fiber / L)			
		FY2005	FY2006	FY2007	FY2008
Surroundings	Manufacturing site of asbestos products	0.31	0.19	0.34	0.06
	Waste disposal site	0.64	0.38	0.44	0.06
	Demolition site (subject to reporting under Air Pollution Control Act) (building surroundings)	0.26	0.26	0.41	0.06
	Demolition site (not subject to reporting)	0.36	0.25	-	-
	Serpentine area	0.23	0.28	0.42	0.06
	Highway & main road	0.45	0.39	0.52	0.06
Background area	Residential	0.25	0.22	0.33	0.06
	Commercial	0.23	0.27	0.26	0.06
	Agricultural	0.26	0.40	0.40	0.06
	Inland mountaineous	0.20	0.30	0.38	0.06
	Remote island	0.11	0.26	0.33	0.06

(Reference) results at ventilation outlets, etc.	Geometric mean (fiber / L)			
	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008
Manufacturing site of Asbestos products (around entrance)	0.36	0.27	1.45	-
Demolition site (subject to reporting) (antechamber)	0.44	0.67	0.67	0.06
Demolition site (subject to reporting) (ventilation outlet)	0.28	0.46	0.52	0.07

Note 1: Includes data of areas not studied every year.

Note 2: The “specified dust generating facilities” all ceased operation as of fiscal 2008. The measured data of the manufacturing sites of asbestos products are shown in this table according to the old classification.

Note 3: The distinction of demolition sites between “subject to reporting under the Air Pollution Control Act” and “not subject to reporting” reflects the situation as of the fiscal 2006 study. Sites not subject to reporting as of the fiscal 2005 study that subsequently became subject to reporting as a result of revisions in the law are classified in this table in the category “subject to reporting.”

Note 4: The value for “Manufacturing site of asbestos products (around entrance)” in fiscal 2005 includes data for “ventilation outlet.”

The study results as described above can be summarized as follows:

- (i) The spots for which a drifting problem was feared, including manufacturing sites of asbestos products, waste disposal sites and building demolition sites (surroundings of the building), did not show particularly high concentration in absolute terms. However, high total fiber concentration was noted at some of the antechambers of building demolition sites and ventilation outlets for which measurements were made for reference purpose. Electron microscopy observation confirmed that these samples contained amosite.
- (ii) In other area categories, no particularly high concentration was found, and it is believed that the levels pose no problems.

(2) Comparison with previous study results

For the purpose of comparison with previous studies, 60 spots at 29 areas were selected this year from amongst those which had been studied previously (fiscal years 1995, 2005, 2006 and 2007). The results of the fiscal 2008 study are summarized in Table 3 according to area category. Results in comparison with the previous data are shown in Table 4 with a corresponding chart in Fig.1. These data suggest that the asbestos concentration remains at low levels.

Table 3 Fiscal 2008 study results in previously studies areas

Asbestos fiber concentration

Area category	Area	Spots	No. of data	Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometrical mean (fiber / L)
Former manufacturing site of asbestos products	1	6	12	<0.06	0.07	0.06
Waste disposal site	3	6	12	<0.06	0.06	0.05
Serpentine area	2	4	8	<0.06	0.08	0.06
Highway & main road	6	12	24	<0.06	0.08	0.06
Residential	7	13	26	<0.06	0.08	0.06
Commercial	5	10	20	<0.06	0.07	0.06
Agricultural	1	2	4	<0.06	0.06	0.06
Inland mountaineous	3	5	10	<0.06	0.07	0.06
Remote island	1	2	4	<0.06	0.06	0.06
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>120</b>			

Total fiber concentration

Area category	Area	Spots	No. of data	Minimum (fiber / L)	Maximum (fiber / L)	Geometrical mean (fiber / L)
Former manufacturing site of asbestos products	1	6	12	0.06	0.24	0.09
Waste disposal site	3	6	12	0.06	0.79	0.23
Serpentine area	2	4	8	0.06	0.63	0.21
Highway & main road	6	12	24	0.10	1.31	0.30
Residential	7	13	26	0.06	0.80	0.21
Commercial	5	10	20	0.06	0.43	0.18
Agricultural	1	2	4	0.09	0.31	0.17
Inland mountaineous	3	5	10	0.07	0.72	0.20
Remote island	1	2	4	0.06	0.22	0.11
<b>Total</b>	<b>29</b>	<b>60</b>	<b>120</b>			

Note 1: The asbestos concentration measurements at each spot were validated in accordance with the December 27, 1989 Notice No. 490 of the Director of Planning Division, Air Pollution Prevention Bureau, Environment Agency titled "Notice relating to implementation of the partial revision of the Air Pollution Control Act". Namely, measurements were made at each spot for 3 days (4 hours x 3 times), and the geometric mean of the data thus obtained was adopted as the asbestos concentration at the spot.

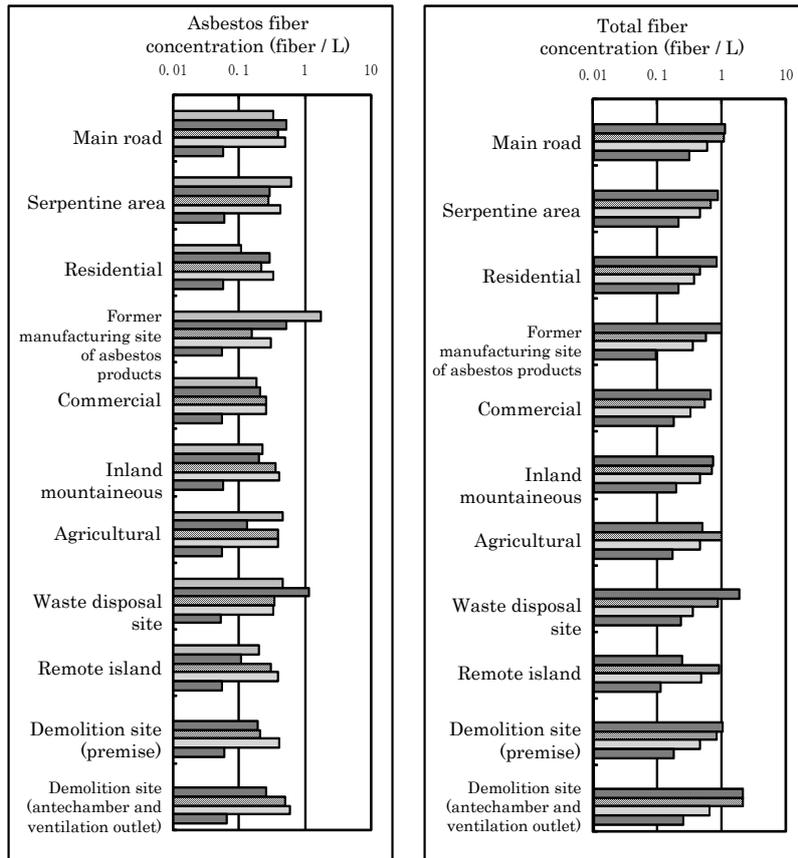
Note 2: Some areas studied were classified into different categories in the previous studies, but they are reclassified according to the fiscal 2008 area classification.

Table 4 Comparison of study results in the areas also previously studied  
Asbestos fiber concentration

Area category	Geometric mean (fiber / L)				
	FY1995	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008
Former manufacturing site of asbestos products	1.74	0.54	0.16	0.32	0.06
Waste disposal site	0.47	1.16	0.35	0.33	0.05
Serpentine area	0.64	0.30	0.28	0.42	0.06
Highway & main road	0.34	0.53	0.39	0.52	0.06
Residential	0.11	0.30	0.22	0.33	0.06
Commercial	0.19	0.22	0.27	0.26	0.06
Agricultural	0.47	0.13	0.40	0.40	0.06
Inland mountaineous	0.24	0.20	0.36	0.42	0.06
Remote island	0.21	0.11	0.31	0.40	0.06

Total fiber concentration

Area category	Geometric mean (fiber / L)				
	FY1995	FY2005	FY2006	FY2007	FY2008
Former manufacturing site of asbestos products	—	0.98	0.56	0.35	0.09
Waste disposal site	—	1.86	0.86	0.35	0.23
Serpentine area	—	0.86	0.66	0.46	0.21
Highway & main road	—	1.13	1.08	0.59	0.30
Residential	—	0.81	0.45	0.37	0.21
Commercial	—	0.66	0.55	0.33	0.18
Agricultural	—	0.49	1.00	0.45	0.17
Inland mountaineous	—	0.72	0.68	0.45	0.20
Remote island	—	0.24	0.90	0.48	0.11



Note 1: The values for each represent the geometric mean values.  
 Note 2: Spots of ND (<0.06 fiber / L) are presented as 0.06 fiber / L.

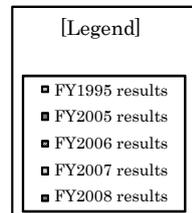


Fig.1 Comparison of the fiscal 2008 study results in the areas also previously studied

#### 4.3 Study on measurement method

For the purpose of conducting a study on the measurement method, additional measurements by dispersion staining method and electron microscope method were made in some of the areas studied. In total 67 samples at 43 spots in 7 areas including building demolition sites, inland mountainous areas and remote island areas were measured by the dispersion staining and electron microscope methods.

#### 4.4 Study on revision of Asbestos Monitoring Manual

Based on the fiscal 2007 study report and other reference materials, areas for improvement in the draft revision prepared in fiscal 2007, as well as in the measurement and analysis methods, were analyzed and identified. As a result, it was found that fundamental changes are required in the currently adopted measurement method for asbestos concentration, and it was indicated that a course of direction to validate all available measurement methods would be required. Accordingly, revision policies were prepared, directed toward preparation of a fiscal 2009 revised edition (The Fourth Edition).

# 第 I 章 アスベスト大気濃度調査計画の策定等

## 1. 測定対象地点案の作成と測定項目

平成19年度調査の調査結果等をもとに、本年度の測定地点案を選定した。

測定対象地点数は、総計で50地域、149地点、559試料とした。なお、このうち、29地域、60地点、360試料は平成7年度、平成17年度～平成19年度に実施した地点と同一である。また、当該調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、光学顕微鏡法による測定その他、分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法による測定を併せて行った。分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法により測定した試料数は、解体現場等、内陸山間地域及び離島地域の7地域、43地点、67試料とした。

測定地点案及び測定項目の一覧を表 I - 1 に示す。

表 I - 1(1) 測定地点案及び測定項目一覧

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	所在地	1地域あたりの地点数	サンプリング日数	年間測定回数	光学顕微鏡法での検体数	他の測定法での検体数
1	廃棄物処分場等	青森県	三戸郡	㈱ウィズウェストジャパン	—	2	3	2	12	0
2		秋田県	秋田市	㈱東環	—	2	3	2	12	0
3		群馬県	多野郡	大和建设㈱	—	2	3	2	12	0
4		神奈川県	横須賀市	㈱リフレックス	—	2	3	2	12	0
5		新潟県	新潟市	㈱大橋商会	—	2	3	2	12	0
6		三重県	鈴鹿市	塩浜運送㈱ 鈴鹿事業所	—	2	3	2	12	0
7		熊本県	上天草市	㈱前田産業	—	2	3	2	12	0
8	解体現場等（大防法届出対象）	宮城県	仙台市	—	—	6	1	1	6	0
9		千葉県	千葉市	—	—	6	1	1	6	6
10		東京都	武蔵野市	—	—	6	1	1	6	0
11		新潟県	新潟市	—	—	11	1	1	11	0
12		山梨県	南巨摩郡	—	—	6	1	1	6	0
13		山梨県	大月市	—	—	7	1	1	7	7
14		長野県	下伊那郡	—	—	6	1	1	6	0
15		愛知県	豊橋市	—	—	6	1	1	6	0
16		大阪府	富田林市	—	—	7	1	1	7	0
17		大分県	大分市	—	—	6	1	1	6	6
18	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設麓岳局	遠田郡涌谷町小塚字桜清水2-1-1	2	3	2	12	12

表 I - 1(2) 測定地点案及び測定項目一覧

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	所在地	1地域あたりの地点数	サンプリング日数	年間測定回数	光学顕微鏡法での検体数	他の測定法での検体数
19	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	隠岐郡隠岐の島町北方福浦1700	2	3	2	12	12
20		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	対馬市厳原町北里字大多羅	2	3	2	12	12
21		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	国頭郡国頭村字宜名真地内	2	3	2	12	12
22	【継続】 旧石綿製品製造 事業場等	北海道	富良野市	株ノザフ フラノ工場 (旧北海道工場)	富良野市山部地区	6	3	2	36	0
23	【継続】 廃棄物処分場等	福島県	いわき市	福島県いわき処分場保全センター	いわき市鹿島町上蔵持字鈴ノ沢111-40	2	3	2	12	0
24		東京都	江東区	中央防波堤埋立処分場	江東区青梅2丁目先	2	3	2	12	0
25		大阪府	堺市	堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	堺市西区築港新町	2	3	2	12	0
26	【継続】 蛇紋岩地域	岩手県	遠野市	遠野市蛇紋岩採石場	遠野市宮守町下宮守	2	3	2	12	0
27		福岡県	糟屋郡	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	糟屋郡篠栗町	2	3	2	12	0
28	【継続】 高速道路及び 幹線道路沿線	岩手県	盛岡市	国道4号線盛岡バイパス	盛岡市中野2丁目	2	3	2	12	0
29		山形県	米沢市	国道13号線	米沢市中田町1969-2	2	3	2	12	0
30		神奈川県	川崎市	川崎市幹線道路	川崎市高津区子母口565	2	3	2	12	0
31		愛知県	名古屋市	県道名古屋長久手線	名古屋市千種区	2	3	2	12	0
32		広島県	広島市	山陽自動車道五日市インター	広島市佐伯区五日市町石内	2	3	2	12	0
33		福岡県	福岡市	国道3号線千鳥橋交差点	福岡市博多区千代6丁目	2	3	2	12	0
34	【継続】 内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れた バックグラウンド地域	いわき市鹿島町上蔵持字鈴ノ沢	1	3	2	6	0
35		広島県	広島市	南原峡県立自然公園	広島市安佐北区可部町南原	2	3	2	12	0
36		福岡県	福岡市	千石の郷	福岡市早良区石釜333-2	2	3	2	12	0
37	【継続】 離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	唐津市呼子町小川島	2	3	2	12	0
38	【継続】 住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	富良野市弥生町	1	3	2	6	0
39		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	盛岡市加賀野3丁目	2	3	2	12	0
40		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	釜石市新町	2	3	2	12	0
41		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	米沢市通町6-15-1	2	3	2	12	0
42		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	名古屋市千種区	2	3	2	12	0
43		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター及び 県奈良総合庁舎	奈良市大森町57-6	2	3	2	12	0
44		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	福岡市博多区吉塚1丁目8-1	2	3	2	12	0
45		【継続】 商工業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	江東区新砂1丁目7-5	2	3	2	12
46	神奈川県		川崎市	川崎市公害研究所	川崎市川崎区田島町20-2	2	3	2	12	0
47	大阪府		堺市	堺港湾合同庁舎	堺市西区石津西町20	2	3	2	12	0
48	大阪府		泉南市	双子川浄苑	泉南市信達大苗代159	2	3	2	12	0
49	兵庫県		尼崎市	国設一般大気環境測定局前及び 尼崎市立労働センター中庭	尼崎市東難波町四丁目16-21	2	3	2	12	0
50	【継続】 農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	小郡市大字井上尾辺田	2	3	2	12	0

## 2. 測定日の調整及びスケジュール管理

測定日について調整した結果、全調査を平成20年10月7日～平成21年3月7日に実施した。なお、今年度大気環境中の石綿濃度の測定を実施した業者は「株式会社日新環境調査センター」である。各調査地域の調査実施日は表I-2に示すとおりである。

表I-2(1) 調査地域の調査実施日

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	前期調査期間	後期調査期間
1	廃棄物処分場等	青森県	三戸郡	㈱ウイズウエスト ジャパン	平成20年10月27日～28日, 30日	平成20年12月1日～3日
2		秋田県	秋田市	㈱東環	平成20年10月27日～29日	平成20年12月10日～12日
3		群馬県	多野郡	大和建设㈱	平成20年10月27日～29日	平成21年1月13日～15日
4		神奈川県	横須賀市	㈱リフレックス	平成20年10月21日～23日	平成21年1月20日～22日
5		新潟県	新潟市	㈱大橋商会	平成20年10月21日～23日	平成20年12月16日～18日
6		三重県	鈴鹿市	塩浜運送㈱ 鈴鹿事業所	平成20年10月27日～29日	平成21年2月9日～10日, 12日
7		熊本県	上天草市	㈱前田産業	平成20年12月18日～20日	平成21年3月5日～7日
8	解体現場等(大 防法届出対象)	宮城県	仙台市	—	平成21年1月7日	
9		千葉県	千葉市	—	平成21年1月15日	
10		東京都	武蔵野市	—	平成20年12月10日	
11		新潟県	新潟市	—	平成20年12月17日	
12		山梨県	南巨摩郡	—	平成20年12月25日	
13		山梨県	大月市	—	平成20年12月26日	
14		長野県	下伊那郡	—	平成21年1月19日	
15		愛知県	豊橋市	—	平成20年12月12日	
16		大阪府	富田林市	—	平成20年12月4日	
17		大分県	大分市	—	平成20年12月10日	
18	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設麓岳局	平成20年10月14日～16日	平成21年1月13日～15日
19	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	平成20年11月10日～12日	平成21年2月2日～4日
20		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	平成20年11月10日～12日	平成21年2月2日～4日
21		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	平成20年11月18日～20日	平成21年1月19日～21日

表 I-2(2) 調査地域の調査実施日

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	前期調査期間	後期調査期間
22	【継続】 旧石綿製品製造 事業場等	北海道	富良野市	㈱ノザワ フラノ工場 (旧北海道工場)	平成20年10月25日、27日～28日	平成20年12月22日～24日
23	【継続】 廃棄物処分場等	福島県	いわき市	福島県いわき処分場 保全センター	平成20年10月14日～16日	平成21年1月13日～15日
24		東京都	江東区	中央防波堤埋立処分場	平成20年10月14日～16日	平成21年1月13日～15日
25		大阪府	堺市	堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	平成20年11月18日～20日	平成21年2月17日～19日
26	【継続】 蛇紋岩地域	岩手県	遠野市	遠野市蛇紋岩採石場	平成20年10月7日～9日	平成20年12月24日～26日
27		福岡県	糟屋郡	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	平成20年11月4日～6日	平成21年1月27日～29日
28	【継続】 高速道路及び 幹線道路沿線	岩手県	盛岡市	国道4号線盛岡バイパス	平成20年10月8日～10日	平成20年12月24日～26日
29		山形県	米沢市	国道13号線	平成20年10月14日～16日	平成20年12月8日～10日
30		神奈川県	川崎市	川崎市幹線道路	平成20年10月14日～16日	平成21年1月6日～8日
31		愛知県	名古屋市	県道名古屋長久手線	平成20年10月20日～22日	平成21年1月19日～21日
32		広島県	広島市	山陽自動車道 五日市インター	平成20年11月10日～12日	平成21年2月2日～4日
33		福岡県	福岡市	国道3号線千鳥橋交差点	平成20年11月4日～6日	平成21年1月27日～29日
34	【継続】 内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れた バックグラウンド地域	平成20年10月14日～16日	平成21年1月13日～15日
35		広島県	広島市	南原峡県立自然公園	平成20年11月10日～12日	平成21年2月2日、4日～5日
36		福岡県	福岡市	千石の郷	平成20年11月4日～6日	平成21年1月27日～29日
37	【継続】 離島地域	佐賀県	唐津市	小川島	平成20年11月10日～12日	平成21年2月2日～5日
38	【継続】 住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	平成20年10月21日～23日	平成20年12月17日～19日
39		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	平成20年10月8日～10日	平成20年12月24日～26日
40		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	平成20年10月7日、9～10日	平成20年12月24日～26日
41		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	平成20年10月14日～16日	平成20年12月8日～10日
42		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	平成20年10月20日～22日	平成21年1月19日～21日
43		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター 及び県奈良総合庁舎	平成20年10月20日～22日	平成21年2月9日～10日、12日
44		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	平成20年11月4日～6日	平成21年1月27日～29日
45	【継続】 商工業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	平成20年11月18日～20日	平成21年1月21日～23日
46		神奈川県	川崎市	川崎市公害研究所	平成20年10月14日～16日	平成21年1月6日～8日
47		大阪府	堺市	堺港湾合同庁舎	平成20年11月18日～20日	平成21年2月17日～19日
48		大阪府	泉南市	双子川浄苑	平成20年11月18日～20日	平成21年2月17日～19日
49		兵庫県	尼崎市	国設一般大気環境測定局前 及び尼崎市立労働センター 中庭	平成20年10月27日～29日	平成21年2月9日～10日、12日
50	【継続】 農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	平成20年11月4日～6日	平成21年1月27日～29日

### 3. 測定精度管理方法案の作成及び環境省指定講習会の実施内容等

当該調査を行うに当たっては、検討会を設置し、石綿濃度の測定を実施する測定業者等に対して、事前に測定精度管理が円滑に実施されるよう環境省指定講習会の開催を計画した。環境省指定講習会の実施内容等は下記のとおりである。

本年度のアスベスト大気濃度調査の測定精度管理は、①測定業者に対する講習会等による技術レベルアップ及び②測定機関での精度管理計画書の作成により行った。

本年度の測定業者は、アスベスト大気濃度調査、アスベスト大気濃度調査（分析走査電子顕微鏡法）ともに㈱日新環境調査センターである。

#### 3. 1 測定業者に対する講習会等

##### 1) 環境省指定講習会(サンプリングに関する講習会)

(1) 日 時：平成20年9月30日（火）13:00～15:00

(2) 場 所：社団法人日本作業環境測定協会 精度管理センター

(3) 講 師：小西委員

(4) 受講者：㈱日新環境調査センター 13名

(5) 講習の概要：

- ① 事前調査に関し、粉じん計を使用した最適採取時間（1枚のフィルターに対する）を  
求める方法について
- ② 使用するフィルターについて
- ③ フィルターの交換方法について
- ④ サンプリングに関する採取時間について
- ⑤ 主風向を考慮したサンプリング地点の決定方法について
- ⑥ 解体現場の負圧除じん装置排気口のサンプリングについて
- ⑦ 廃棄物処分場でのサンプリングについて
- ⑧ 解体現場、廃棄物処分場等におけるヒアリング調査の重要性について
- ⑨ サンプリングが中止となる風速の目安について
- ⑩ サンプリングポンプの較正の重要性について
- ⑪ サンプリングポンプの較正方法について
- ⑫ サンプリング時の気付き事項について
- ⑬ 分析者との情報交換の重要性について

2) 分析に関する講習会（光学顕微鏡）

(1) 日 時：平成20年10月15日（火）10:00～17:00

(2) 場 所：社団法人日本作業環境測定協会 精度管理センター

(3) 講 師：小西委員

(4) 受講者：(株)日新環境調査センター 3名

(5) 講習の概要：

① 分析方法の概要説明

モニタリングマニュアルに基づく光学顕微鏡の計数分析方法の概要説明  
分散染色法による前処理手順の説明

② 顕微鏡の調整方法の確認

個別の顕微鏡調整

テストスライドによる調整状況の確認

③ 計数分析方法のトレーニング

計数トレーニング用顕微鏡による計数する繊維の目線合わせ

トレーニングスライドの計数、標準値との比較、一致しない場合繰返しトレーニング

(6) 講習の成果

① 顕微鏡の調整状況の確認

使用する顕微鏡を分析者の目にあった仕様に調整するための作業を実施した。眼幅の調整、リングの芯出し、視野絞りの調整（高さ・位置）等全員調整できていた。調製後テストスライド（0.44 $\mu$ m）の確認を行い、見えるまで調整・確認を実施した。

② 計数分析方法のトレーニング①

石綿クロスチェックCランク用試料を配布して、個別の顕微鏡で計数分析を実施し、視野毎に標準値との比較を行った。標準値と一致しなかった視野については一致するまで繰り返し計数作業を実施した。

おおむね2～3回の繰り返しにより、計数結果が標準値と一致するようになった。

表 I-3 トレーニング①結果（標準値との比較）

受講者	試料	計数結果			
		1回目	2回目	3回目	
A	0206-1	合致数	7/10	2/3	1/1
		累計合致率	70%	90%	100%
	0206-2	合致数	7/10	2/3	1/1
		累計合致率	70%	90%	100%
B	0216-1	合致数	4/10	5/6	—
		累計合致率	40%	90%	—
	0216-2	合致数	9/10	1/1	/
		累計合致率	90%	100%	
	0216-3	合致数	6/10	3/4	1/1
		累計合致率	60%	90%	100%
C	0219-1	合致数	7/10	3/3	/
		累計合致率	70%	100%	
	0219-2	合致数	5/10	3/5	1/2
		累計合致率	50%	80%	90%
	0219-3	合致数	7/10	2/3	0/1
		累計合致率	70%	90%	90%
	0219-4	合致数	5/10	4/5	1/1
		累計合致率	50%	90%	100%

③ 計数分析方法のトレーニング②

石綿クロスチェック Aランク用試料に対し、5人用計数トレーニング用顕微鏡を使用して、同じ視野を各受講者で計数した。計数結果が異なった視野については受講者間で議論し、計数結果の統一化を図った。

各受講者の計数値は、視野によって1~7本の差があったが、各視野における繊維の有無及び繊維毎の計数の是非を議論した結果、計数値の合意に至った。

表 I-4 トレーニング②結果

試料 視野No.	計数値 (本)				合意計数値 (本)
	受講者 A	受講者 B	受講者 C	計数範囲	
1	3	5.5	1	1~5.5	2.5
2	4	5	2	2~5	5
3	4	3	2	2~4	4
4	3	2	2	2~3	4
5	6	6	3	3~6	8
6	9	6	2	2~9	8
7	8	2	4	2~8	8
8	3	4	2	2~4	2
9	5	7	2	2~7	4
10	3	1	2	1~3	4

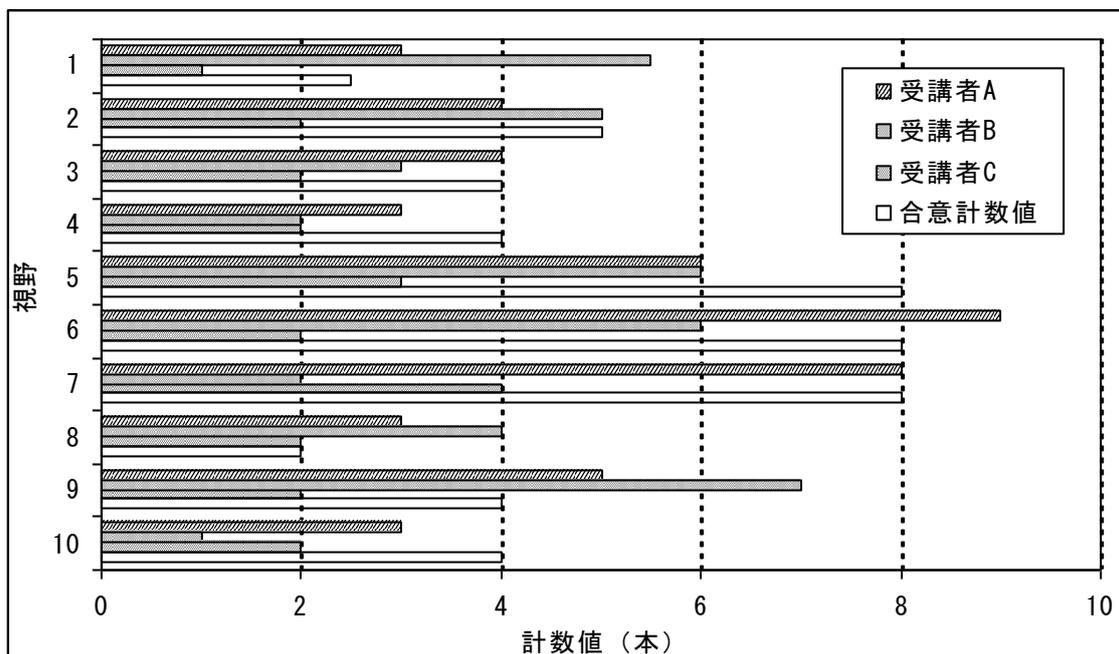


図 I-1 トレーニング②結果

### 3) 分析走査電子顕微鏡による分析技術指導

(1) 日 時：平成20年11月4日（火）15:00～17:00

(2) 場 所：(株)日新環境調査センター

(3) 指 導：平野委員

(4) 指導講習の概要：

#### ① 使用機材の確認：

分析走査電子顕微鏡：日本電子製JSM-6390LA

エネルギー分散型X線分析装置：日本電子製ハイパーミニカップ

#### ② 分析走査電子顕微鏡による計数及び同定についての確認・指導

- ・ 試料の保管方法
- ・ 前処理方法：カーボンペースト含浸法
- ・ カーボン蒸着によるフィルター処理方法
- ・ 観察及び分析条件
- ・ 観察画面倍率
- ・ 標準試料を用いた寸法校正

### 3. 2 精度管理計画書

アスベストモニタリングマニュアル（改訂原案）に従い、測定業者より以下の精度管理計画書を提出させた。精度管理計画書の内容は、アスベストモニタリングマニュアルに準拠しており適正な記載状況であった。

- ・ 「平成20年度アスベスト大気濃度調査精度管理計画書」
- ・ 「平成20年度アスベスト大気濃度調査（分析走査電子顕微鏡法）精度管理計画書」

## 第Ⅱ章 アスベスト大気濃度調査結果の取りまとめ

### 1. 全測定地点の調査結果

平成20年度調査において光学顕微鏡法によって測定を行った地点数は、50地域、149地点、559試料である。

光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果を表Ⅱ-1 に示す。

表Ⅱ-1 (1) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法									
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)						
							石綿	総繊維		石綿	総繊維					
1	北海道	富良野市住宅地域	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月21日	①	ND	0.23	1	ND	0.27					
					平成20年10月22日		ND	0.51	1							
					平成20年10月23日		ND	0.17	1							
					平成20年12月17日	①	ND	0.06	1	ND	0.07					
					平成20年12月18日		ND	0.11	1							
					平成20年12月19日		ND	0.06	1							
2	北海道	榊ノザワ フラノ工場 (旧北海道工場)	継続調査地域	旧石綿製品 製造事業場等	平成20年10月25日	①	ND	0.17	1	0.06	0.17					
					平成20年10月26日		ND	0.17	1							
					平成20年10月27日		0.06	0.17	1							
					平成20年10月25日	②	ND	0.11	1	0.06	0.09					
					平成20年10月26日		ND	0.06	1							
					平成20年10月27日		0.06	0.11	1							
					平成20年10月25日	③	0.11	0.34	1	0.07	0.24					
					平成20年10月26日		ND	0.17	1							
					平成20年10月27日		ND	0.23	1							
					平成20年10月25日	④	ND	0.17	1	0.06	0.13					
					平成20年10月26日		ND	0.11	1							
					平成20年10月27日		0.06	0.11	1							
					平成20年10月25日	⑤	ND	0.11	1	ND	0.16					
					平成20年10月26日		ND	0.34	1							
					平成20年10月27日		ND	0.11	1							
					平成20年10月25日	⑥	0.06	0.06	1	0.06	0.09					
					平成20年10月26日		ND	0.11	1							
					平成20年10月27日		ND	0.11	1							
					平成20年12月22日	①	ND	0.06	1	ND	0.06					
					平成20年12月23日		ND	0.06	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					平成20年12月22日	②	ND	0.06	1	ND	0.06					
					平成20年12月23日		ND	0.06	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					平成20年12月22日	③	ND	0.17	1	ND	0.08					
					平成20年12月23日		ND	0.06	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					平成20年12月22日	④	ND	0.06	1	ND	0.06					
					平成20年12月23日		ND	0.06	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					平成20年12月22日	⑤	ND	0.11	1	0.06	0.07					
					平成20年12月23日		0.06	0.06	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					平成20年12月22日	⑥	ND	0.06	1	ND	0.07					
					平成20年12月23日		ND	0.11	1							
					平成20年12月24日		ND	0.06	1							
					3	岩手県	盛岡市住宅地域	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月8日	①	ND	0.74	2	0.06	0.67
										平成20年10月9日		0.06	0.45	2		
										平成20年10月10日		ND	0.91	2		
										平成20年10月8日	②	0.06	0.51	2	0.06	0.58
										平成20年10月9日		ND	0.43	2		
										平成20年10月10日		ND	0.91	2		
										平成20年12月24日	①	ND	0.11	2	ND	0.11
										平成20年12月25日		ND	0.11	2		
										平成20年12月26日		ND	0.11	2		
										平成20年12月24日	②	ND	0.11	2	ND	0.16
										平成20年12月25日		ND	0.17	2		
										平成20年12月26日		ND	0.23	2		
4	岩手県	国道4号線盛岡バイパス	継続調査地域	幹線道路沿線	平成20年10月8日	①	ND	1.47	4	0.06	0.93					
					平成20年10月9日		0.06	0.74	2							
					平成20年10月10日		ND	0.74	2							
					平成20年10月8日	②	ND	1.19	4	ND	0.77					
					平成20年10月9日		ND	0.68	2							
					平成20年10月10日		ND	0.57	2							
					平成20年12月24日	①	ND	0.23	4	0.06	0.27					
					平成20年12月25日		ND	0.23	4							
					平成20年12月26日		0.06	0.40	4							
					平成20年12月24日	②	ND	0.23	4	0.06	0.23					
					平成20年12月25日		0.06	0.23	4							
					平成20年12月26日		0.06	0.23	4							

表Ⅱ-1 (2) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法				
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
							石綿	総繊維		石綿	総繊維
5	岩手県	釜石市住宅地域	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月7日 平成20年10月8日 平成20年10月9日 平成20年10月7日 平成20年10月8日 平成20年10月9日 平成20年12月24日 平成20年12月25日 平成20年12月26日 平成20年12月24日 平成20年12月25日 平成20年12月26日	①	ND	0.28	1	0.07	0.71
							0.11	2.95	1		
							ND	0.43	1		
						②	ND	0.23	1	ND	0.26
							ND	0.17	1		
							ND	0.45	1		
						①	ND	0.11	1	ND	0.09
							ND	0.11	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
6	岩手県	遠野市蛇紋岩採石場	継続調査地域	蛇紋岩地域	平成20年10月7日 平成20年10月8日 平成20年10月9日 平成20年10月7日 平成20年10月8日 平成20年10月9日 平成20年12月24日 平成20年12月25日 平成20年12月26日 平成20年12月24日 平成20年12月25日 平成20年12月26日	①	ND	0.11	1	0.06	0.32
							ND	0.40	1		
							0.06	0.74	1		
						②	ND	0.34	1	0.07	0.42
							ND	0.28	1		
							0.11	0.79	1		
						①	ND	0.17	2	ND	0.13
							ND	0.11	2		
							ND	0.11	2		
						②	ND	0.17	2	ND	0.13
							ND	0.11	2		
							ND	0.11	2		
7	宮城県	国設笹岳局	バックグラウンド地域	内陸山間地域	平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成21年1月13日 平成21年1月14日 平成21年1月15日 平成21年1月13日 平成21年1月14日 平成21年1月15日	①	0.06	0.79	1	0.06	0.57
							ND	0.34	1		
							ND	0.68	1		
						②	ND	0.65	1	0.06	0.53
							0.06	0.45	1		
							ND	0.51	1		
						①	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
8	山形県	山形県立米沢女子短期大学	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成20年12月8日 平成20年12月9日 平成20年12月10日 平成20年12月8日 平成20年12月9日 平成20年12月10日	①	0.17	1.08	2	0.08	0.55
							0.06	0.40	1		
							0.06	0.40	1		
						②	0.11	1.42	2	0.07	0.63
							0.06	0.45	1		
							ND	0.40	1		
						①	0.06	0.11	2	0.07	0.33
							ND	0.28	2		
							0.11	1.08	2		
						②	0.06	0.17	2	0.07	0.44
							0.06	0.40	2		
							0.11	1.30	2		
9	山形県	国道13号線	継続調査地域	幹線道路沿線	平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成20年10月14日 平成20年10月15日 平成20年10月16日 平成20年12月8日 平成20年12月9日 平成20年12月10日 平成20年12月8日 平成20年12月9日 平成20年12月10日	①	0.17	1.81	4	0.08	0.73
							0.06	0.62	2		
							ND	0.34	1		
						②	ND	1.53	4	ND	0.82
							ND	1.08	2		
							ND	0.34	1		
						①	ND	0.26	4	ND	0.29
							ND	0.28	4		
							ND	0.34	4		
						②	ND	0.28	4	0.06	0.26
							ND	0.23	4		
							0.06	0.28	4		

表Ⅱ-1 (3) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法					
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)		
							石綿	総繊維		石綿	総繊維	
10	福島県	福島県いわき処分場 保全センター	継続調査地域	廃棄物処分場等	平成20年10月14日	①	ND	0.51	1	0.06	0.40	
							平成20年10月15日	0.06	0.28			1
							平成20年10月16日	ND	0.45			1
							平成20年10月14日	0.06	0.68			1
							平成20年10月15日	ND	0.71			1
							平成20年10月16日	0.03	0.26			1
							平成21年1月13日	ND	0.11			1
							平成21年1月14日	ND	0.06			1
							平成21年1月15日	ND	0.06			1
							平成21年1月13日	0.06	0.11			1
							平成21年1月14日	ND	0.06			1
							平成21年1月15日	ND	0.06			1
11	福島県	廃棄物処分場から800m 離れたバックグラウンド地 域	継続調査地域	内陸山間地域	平成20年10月14日	①	ND	0.62	1	ND	0.48	
							平成20年10月15日	ND	0.28			1
							平成20年10月16日	ND	0.62			1
							平成21年1月13日	ND	0.06			1
							平成21年1月14日	ND	0.06			1
							平成21年1月15日	ND	0.11			1
12	東京都	中央防波堤埋立処分場	継続調査地域	廃棄物処分場等	平成20年10月14日	①	ND	0.74	2	0.06	0.79	
							平成20年10月15日	0.06	0.74			2
							平成20年10月16日	0.06	0.91			2
							平成20年10月14日	ND	0.91			2
							平成20年10月15日	ND	1.02			2
							平成20年10月16日	ND	0.51			2
							平成21年1月13日	0.06	0.11			2
							平成21年1月14日	ND	0.17			2
							平成21年1月15日	ND	0.11			2
							平成21年1月13日	ND	0.11			2
							平成21年1月14日	ND	0.11			2
							平成21年1月15日	ND	0.17			2
13	東京都	東京都環境科学研究所	継続調査地域	商工業地域	平成20年11月18日	①	ND	0.62	2	ND	0.27	
							平成20年11月19日	ND	0.28			2
							平成20年11月20日	ND	0.11			1
							平成20年11月18日	ND	0.79			2
							平成20年11月19日	ND	0.34			2
							平成20年11月20日	0.06	0.20			1
							平成21年1月21日	ND	0.11			2
							平成21年1月22日	ND	0.11			2
							平成21年1月23日	ND	0.11			2
							平成21年1月21日	ND	0.11			2
							平成21年1月22日	ND	0.11			2
							平成21年1月23日	ND	0.17			2
14	神奈川県	川崎市公害研究所	継続調査地域	商工業地域	平成20年10月14日	①	0.06	0.23	1	0.07	0.33	
							平成20年10月15日	0.11	0.34			2
							平成20年10月16日	0.06	0.45			2
							平成20年10月14日	0.06	0.26			1
							平成20年10月15日	0.06	0.62			2
							平成20年10月16日	ND	0.51			2
							平成21年1月6日	ND	0.14			2
							平成21年1月7日	ND	0.11			2
							平成21年1月8日	ND	0.17			2
							平成21年1月6日	0.06	0.11			2
							平成21年1月7日	ND	0.17			2
							平成21年1月8日	ND	0.17			2
15	神奈川県	川崎市幹線道路	継続調査地域	幹線道路沿線	平成20年10月14日	①	0.06	0.40	1	0.07	0.42	
							平成20年10月15日	0.11	0.57			4
							平成20年10月16日	ND	0.34			4
							平成20年10月14日	ND	0.17			1
							平成20年10月15日	ND	0.45			4
							平成20年10月16日	ND	0.40			4
							平成21年1月6日	ND	0.11			2
							平成21年1月7日	ND	0.14			2
							平成21年1月8日	ND	0.17			2
							平成21年1月6日	ND	0.17			2
							平成21年1月7日	ND	0.11			2
							平成21年1月8日	ND	0.17			2

表Ⅱ-1(4) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法				
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
							石綿	総繊維		石綿	総繊維
16	愛知県	名古屋市住宅地域	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日 平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日	①	ND	0.79	1	0.04	0.80
							ND	0.74	1		
							0.03	0.88	1		
						②	ND	0.40	1	0.06	0.42
							0.06	0.48	1		
							ND	0.40	1		
						①	ND	0.11	1	0.06	0.11
							0.06	0.23	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.11	1	ND	0.10
							ND	0.06	1		
							ND	0.17	1		
17	愛知県	県道名古屋長久手線	継続調査地域	幹線道路沿線	平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日 平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日	①	0.11	1.39	4	0.07	1.31
							0.06	1.13	4		
							0.06	1.42	4		
						②	0.06	0.51	2	0.06	0.60
							ND	0.57	2		
							0.06	0.74	2		
						①	0.06	0.40	4	0.06	0.37
							0.06	0.45	4		
							0.06	0.28	4		
						②	ND	0.23	4	ND	0.23
							ND	0.23	4		
							ND	0.23	4		
18	大阪府	堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	継続調査地域	廃棄物処分場等	平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日	①	ND	0.74	2	0.04	0.73
							0.03	0.77	2		
							ND	0.68	2		
						②	ND	0.23	1	ND	0.34
							ND	0.60	1		
							ND	0.28	1		
						①	0.06	0.11	1	0.06	0.14
							ND	0.06	1		
							ND	0.43	1		
						②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
19	大阪府	堺港湾合同庁舎	継続調査地域	商工業地域	平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日	①	ND	0.28	1	ND	0.27
							ND	0.40	1		
							ND	0.17	1		
						②	ND	0.23	1	ND	0.24
							ND	0.23	1		
							ND	0.28	1		
						①	0.06	0.23	1	0.06	0.09
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.11	1	ND	0.07
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
20	兵庫県	国設一般大気環境測定局前 及び 尼崎市立労働センター中庭	継続調査地域	商工業地域	平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成21年2月9日 平成21年2月10日 平成21年2月12日 平成21年2月9日 平成21年2月10日 平成21年2月12日	①	ND	0.57	2	ND	0.42
							ND	0.34	2		
							ND	0.40	2		
						②	ND	0.40	2	0.06	0.38
							ND	0.34	2		
							0.06	0.40	2		
						①	ND	0.06	1	ND	0.08
							ND	0.06	1		
							ND	0.17	1		
						②	0.06	0.06	1	0.06	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		

表Ⅱ-1 (5) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法				
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
							石綿	総繊維		石綿	総繊維
21	大阪府	双子川浄苑	継続調査地域	商工業地域	平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日 平成21年2月17日 平成21年2月18日 平成21年2月19日	①	ND	0.77	4	0.06	0.35
							ND	0.26	2		
							0.06	0.23	2		
						②	0.06	0.74	4	0.06	0.41
							0.06	0.34	2		
							0.06	0.28	2		
						①	ND	0.17	1	0.06	0.10
							ND	0.06	1		
							0.06	0.11	1		
						②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
22	奈良県	県保健環境研究センター 及び県奈良総合庁舎	継続調査地域	住宅地域	平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成20年10月20日 平成20年10月21日 平成20年10月22日 平成21年2月9日 平成21年2月10日 平成21年2月12日 平成21年2月9日 平成21年2月10日 平成21年2月12日	①	0.06	0.17	1	0.06	0.17
							0.06	0.17	1		
							ND	0.17	1		
						②	ND	0.11	1	ND	0.11
							ND	0.11	1		
							ND	0.11	1		
						①	ND	0.11	1	0.06	0.09
							ND	0.11	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.06	1	0.06	0.08
							0.06	0.11	1		
							0.06	0.09	1		
23	島根県	国設隠岐局	バックグラウンド地域	離島地域	平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日 平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日	①	ND	0.34	1	0.06	0.30
							ND	0.28	1		
							0.06	0.28	1		
						②	ND	0.40	1	ND	0.29
							ND	0.23	1		
							ND	0.28	1		
						①	ND	0.17	1	ND	0.08
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.17	1	ND	0.08
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
24	広島県	南原峡県立自然公園	継続調査地域	内陸山間地域	平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成21年2月2日 平成21年2月4日 平成21年2月5日 平成21年2月2日 平成21年2月4日 平成21年2月5日	①	0.06	0.28	1	0.07	0.15
							ND	0.11	1		
							0.11	0.11	1		
						②	ND	0.23	1	0.06	0.21
							0.06	0.11	1		
							ND	0.34	1		
						①	ND	0.17	1	ND	0.10
							ND	0.06	1		
							ND	0.11	1		
						②	ND	0.23	1	ND	0.11
							ND	0.11	1		
							ND	0.06	1		
25	広島県	山陽自動車道 五日市インター	継続調査地域	高速道路沿線	平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日 平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日 平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日	①	ND	0.11	2	ND	0.10
							ND	0.06	1		
							ND	0.17	2		
						②	ND	0.17	2	0.06	0.12
							0.06	0.17	2		
							ND	0.06	1		
						①	ND	0.17	2	0.06	0.13
							0.06	0.11	2		
							ND	0.11	2		
						②	ND	0.17	2	0.06	0.13
							0.06	0.11	2		
							ND	0.11	2		

表Ⅱ-1(6) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法				
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
							石綿	総繊維		石綿	総繊維
26	福岡県	国設筑後小郡環境大気測定所	継続調査地域	農業地域	平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日	①	ND	0.20	1	0.06	0.31
							ND	0.34	3		
							0.06	0.45	2		
						②	ND	0.23	1	0.06	0.31
							ND	0.45	3		
							0.06	0.28	2		
						①	ND	0.11	2	ND	0.10
							ND	0.06	1		
							ND	0.17	2		
						②	ND	0.11	2	ND	0.09
							ND	0.06	1		
							ND	0.11	2		
27	福岡県	千石の郷	継続調査地域	内陸山間地域	平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日	①	0.06	0.94	4	0.07	0.71
							0.11	0.40	2		
							ND	0.96	4		
						②	0.06	1.02	4	0.06	0.72
							ND	0.45	2		
							ND	0.79	4		
						①	ND	0.11	2	ND	0.15
							ND	0.17	1		
							ND	0.17	1		
						②	ND	0.11	2	ND	0.09
							ND	0.06	1		
							ND	0.11	1		
28	福岡県	福岡市住宅地域	継続調査地域	住宅地域	平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日	①	ND	0.28	1	ND	0.28
							ND	0.23	1		
							ND	0.34	1		
						②	0.06	0.45	1	0.06	0.29
							ND	0.20	1		
							0.06	0.28	1		
						①	ND	0.11	1	ND	0.09
							ND	0.06	1		
							ND	0.11	1		
						②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
29	福岡県	国道3号線千鳥橋交差点	継続調査地域	幹線道路沿線	平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日	①	ND	0.77	4	0.07	0.54
							ND	0.45	2		
							0.11	0.45	4		
						②	ND	0.57	4	0.07	0.56
							0.11	0.54	2		
							0.06	0.57	4		
						①	ND	0.11	2	0.06	0.13
							ND	0.11	2		
							0.06	0.17	2		
						②	ND	0.11	2	0.06	0.13
							0.06	0.11	2		
							0.06	0.17	2		
30	福岡県	糟屋郡旧蛇紋岩採石場	継続調査地域	蛇紋岩地域	平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成20年11月4日 平成20年11月5日 平成20年11月6日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日 平成21年1月27日 平成21年1月28日 平成21年1月29日	①	ND	0.62	2	0.08	0.50
							0.17	0.45	2		
							ND	0.45	2		
						②	0.06	0.79	2	0.06	0.63
							ND	0.57	2		
							ND	0.57	2		
						①	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
						②	ND	0.17	1	ND	0.08
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		

表Ⅱ-1 (7) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法				
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
							石綿	総繊維		石綿	総繊維
31	佐賀県	小川島	継続調査地域	離島地域	平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日	①	ND	0.28	1	0.06	0.22
							0.06	0.23	1		
							ND	0.17	1		
					平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日	②	ND	0.14	1	ND	0.14
							ND	0.17	1		
							ND	0.11	1		
					平成21年2月2日 平成21年2月4日 平成21年2月5日	①	ND	0.17	1	0.06	0.08
							0.06	0.06	1		
							0.06	0.06	1		
					平成21年2月2日 平成21年2月4日 平成21年2月5日	②	ND	0.06	1	ND	0.06
							ND	0.06	1		
							ND	0.06	1		
32	長崎県	国設対馬酸性雨測定所	バックグラウンド地域	離島地域	平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日	①	ND	0.23	2	ND	0.23
							ND	0.23	2		
							ND	0.23	2		
					平成20年11月10日 平成20年11月11日 平成20年11月12日	②	ND	0.28	2	ND	0.24
							ND	0.23	2		
							ND	0.23	2		
					平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日	①	ND	0.11	1	ND	0.11
							ND	0.23	1		
							ND	0.06	1		
					平成21年2月2日 平成21年2月3日 平成21年2月4日	②	ND	0.06	1	ND	0.10
							ND	0.11	1		
							ND	0.17	1		
33	沖縄県	国設辺戸岬酸性雨測定所	バックグラウンド地域	離島地域	平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日	①	ND	0.17	1	ND	0.16
							ND	0.23	1		
							ND	0.11	1		
					平成20年11月18日 平成20年11月19日 平成20年11月20日	②	ND	0.45	1	ND	0.23
							ND	0.23	1		
							ND	0.11	1		
					平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日	①	ND	0.17	2	ND	0.15
							ND	0.17	2		
							ND	0.11	2		
					平成21年1月19日 平成21年1月20日 平成21年1月21日	②	ND	0.17	2	ND	0.15
							ND	0.17	2		
							ND	0.11	2		
34	青森県	(株)ウイズウェイトジャパン	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月27日 平成20年10月28日 平成20年10月29日	①	ND	0.28	2	ND	0.43
							ND	0.45	2		
							ND	0.62	2		
					平成20年10月27日 平成20年10月28日 平成20年10月29日	②	ND	0.96	2	ND	0.51
							ND	0.34	2		
							ND	0.40	2		
					平成20年12月1日 平成20年12月2日 平成20年12月3日	①	0.06	0.45	2	0.06	0.26
							0.06	0.17	2		
							ND	0.23	2		
					平成20年12月1日 平成20年12月2日 平成20年12月3日	②	0.06	0.28	2	0.07	0.46
							0.06	0.57	2		
							0.11	0.62	2		
35	秋田県	(株)東環	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月27日 平成20年10月28日 平成20年10月29日	①	ND	0.28	1	ND	0.19
							ND	0.23	1		
							ND	0.11	1		
					平成20年10月27日 平成20年10月28日 平成20年10月29日	②	ND	0.23	1	0.06	0.24
							0.06	0.23	1		
							ND	0.28	1		
					平成20年12月10日 平成20年12月11日 平成20年12月12日	①	ND	0.85	4	ND	0.37
							ND	0.51	4		
							ND	0.11	2		
					平成20年12月10日 平成20年12月11日 平成20年12月12日	②	ND	1.02	4	0.06	0.42
							ND	0.62	4		
							0.06	0.11	2		

表Ⅱ-1 (8) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果

区域/ 地点 No.	都道府県名	地域名・事務所等	地域分類	参考地域分類	調査期間	地点 番号	光学顕微鏡法												
							繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)									
							石綿	総繊維		石綿	総繊維								
36	群馬県	大和建设(株)	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月27日	①	ND	0.40	1	0.06	0.23								
							平成20年10月28日	ND	0.17			1							
							平成20年10月29日	0.06	0.17			1							
							平成20年10月27日	②	ND	0.34	1	0.07	0.40						
									平成20年10月28日	0.11	0.57			1					
									平成20年10月29日	0.06	0.34			1					
							平成21年1月13日	①	ND	0.06	1	ND	0.06						
									平成21年1月14日	ND	0.06			1					
									平成21年1月15日	ND	0.06			1					
							平成21年1月13日	②	ND	0.11	1	ND	0.07						
									平成21年1月14日	ND	0.06			1					
									平成21年1月15日	ND	0.06			1					
							37	神奈川県	(株)リフレックス	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月21日	①	0.06	0.45	1	0.06	0.45	
														平成20年10月22日	ND	0.34			1
														平成20年10月23日	ND	0.60			2
平成20年10月21日	②	0.06	0.34	1	0.06	0.36													
		平成20年10月22日	0.06	0.23										1					
		平成20年10月23日	ND	0.62										2					
平成21年1月20日	①	ND	0.20	2	0.06	0.41													
		平成21年1月21日	0.06	0.74										4					
		平成21年1月22日	ND	0.48										2					
平成21年1月20日	②	ND	0.37	4	ND	0.28													
		平成21年1月21日	ND	0.51										4					
		平成21年1月22日	ND	0.11										2					
38	新潟県	(株)大橋商会	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月21日	①								0.17	1.81	2	0.08	1.05	
														平成20年10月22日	0.06	1.13			2
														平成20年10月23日	0.06	0.57			2
							平成20年10月21日	②	0.11	1.53	2	0.07	0.96						
									平成20年10月22日	ND	1.02			2					
									平成20年10月23日	ND	0.57			2					
							平成20年12月16日	①	ND	0.11	1	ND	0.14						
									平成20年12月17日	ND	0.11			1					
									平成20年12月18日	ND	0.23			1					
							平成20年12月16日	②	ND	0.11	1	0.06	0.19						
									平成20年12月17日	0.06	0.57			1					
									平成20年12月18日	ND	0.11			1					
							39	三重県	塩浜運送(株)鈴鹿事業所	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年10月27日	①	ND	0.57	2	0.07	0.49	
														平成20年10月28日	0.11	0.62			2
														平成20年10月29日	ND	0.34			2
平成20年10月27日	②	ND	0.40	2	0.06	0.34													
		平成20年10月28日	0.06	0.34										2					
		平成20年10月29日	ND	0.28										2					
平成21年2月9日	①	ND	0.06	1	ND	0.07													
		平成21年2月10日	ND	0.11										1					
		平成21年2月11日	ND	0.06										1					
平成21年2月9日	②	ND	0.06	1	ND	0.06													
		平成21年2月10日	ND	0.06										1					
		平成21年2月11日	ND	0.06										1					
40	熊本県	(株)前田産業	廃棄物処分場 周辺地域		平成20年12月18日	①								ND	0.34	4	0.06	0.31	
														平成20年12月19日	0.06	0.40			4
														平成20年12月20日	ND	0.23			4
							平成20年12月18日	②	ND	0.54	4	0.06	0.33						
									平成20年12月19日	0.06	0.23			4					
									平成20年12月20日	ND	0.28			4					
							平成21年3月5日	①	ND	0.62	1	ND	0.58						
									平成21年3月6日	ND	0.51			1					
									平成21年3月7日	ND	0.62			1					
							平成21年3月5日	②	ND	0.28	1	ND	0.40						
									平成21年3月6日	ND	0.51			1					
									平成21年3月7日	ND	0.45			1					

表Ⅱ-1(9) 光学顕微鏡法によるアスベスト大気濃度調査の計数結果(解体現場)

区域/ 地点 No.	都道府県	地域名・事務所等	地域分類	調査期間	地点番号	光学顕微鏡法				
						繊維数濃度(本/L)		フィルタ 枚数	幾何平均値(本/L)	
						石綿	総繊維		石綿	総繊維
41	大阪府	-	解体現場等	平成20年12月4日	①	ND	0.34	2	-	-
					②	0.06	0.60	2	-	-
					③	0.06	0.48	2	-	-
					④	0.06	0.45	2	-	-
					⑤ 前室	0.06	0.54	2	-	-
					⑥ 集じん出口	0.06	0.51	2	-	-
					⑦ 集じん出口	ND	0.34	2	-	-
42	大分県	-	解体現場等	平成20年12月10日	①	0.17	12.50	2	-	-
					②	ND	0.68	1	-	-
					③	ND	0.06	1	-	-
					④	ND	0.11	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.43	1	-	-
					⑥ 集じん出口	0.17	2.78	1	-	-
43	東京都	-	解体現場等	平成20年12月10日	①	0.06	0.45	1	-	-
					②	0.17	0.45	1	-	-
					③	0.11	0.34	1	-	-
					④	ND	0.17	1	-	-
					⑤ 前室	0.06	0.17	1	-	-
					⑥ 集じん出口	0.06	0.23	1	-	-
44	愛知県	-	解体現場等	平成20年12月12日	①	ND	0.57	2	-	-
					②	ND	0.37	2	-	-
					③	0.06	0.34	2	-	-
					④	0.06	0.45	2	-	-
					⑤ 前室	ND	0.57	2	-	-
					⑥ 集じん出口	0.06	0.40	2	-	-
45	新潟県	-	解体現場等	平成20年12月17日	①	ND	0.06	1	-	-
					②	ND	0.06	1	-	-
					③	ND	0.06	1	-	-
					④	ND	0.11	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.06	1	-	-
					⑥ 集じん出口	ND	0.06	1	-	-
					⑦ 集じん出口	ND	0.06	1	-	-
					⑧ 集じん出口	ND	0.06	1	-	-
					⑨ 集じん出口	0.06	0.06	1	-	-
					⑩ 集じん出口	ND	0.06	1	-	-
					⑪ 集じん出口	ND	0.09	1	-	-
46	山梨県	-	解体現場等	平成20年12月25日	①	ND	0.11	1	-	-
					②	ND	0.11	1	-	-
					③	ND	0.06	1	-	-
					④	ND	0.06	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.06	1	-	-
					⑥ 集じん出口	0.11	0.96	1	-	-
47	山梨県	-	解体現場等	平成20年12月26日	①	ND	0.94	1	-	-
					②	ND	0.34	1	-	-
					③	ND	0.11	1	-	-
					④	ND	0.45	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.17	1	-	-
					⑥ 前室	0.25	21.37	2	-	-
					⑦ 集じん出口	ND	0.23	1	-	-
48	宮城県	-	解体現場等	平成21年1月7日	①	ND	0.06	1	-	-
					②	ND	0.11	1	-	-
					③	ND	0.06	1	-	-
					④	ND	0.06	1	-	-
					⑤ 前室	0.06	0.79	1	-	-
					⑥ 集じん出口	ND	0.09	1	-	-
49	千葉県	-	解体現場等	平成21年1月15日	①	0.06	0.11	1	-	-
					②	ND	0.09	1	-	-
					③	ND	0.11	1	-	-
					④	ND	0.17	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.11	1	-	-
					⑥ 集じん出口	0.19	20.92	1	-	-
50	長野県	-	解体現場等	平成21年1月19日	①	ND	0.06	1	-	-
					②	ND	0.06	1	-	-
					③	ND	0.11	1	-	-
					④	ND	0.06	1	-	-
					⑤ 前室	ND	0.06	1	-	-
					⑥ 集じん出口	ND	0.06	1	-	-

(注) (1) 地域分類 : 以下の13種類に分かれている。

1. 廃棄物処分場等
  2. 解体現場等 (大防法届出対象) : 大気汚染防止法に規定する「特定粉じん排出等作業」の届出の対象となる作業現場
  3. 内陸山間地域
  4. 離島地域
  5. 【継続】旧石綿製品製造事業場等 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  6. 【継続】廃棄物処分場等 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  7. 【継続】蛇紋岩地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  8. 【継続】高速道路及び幹線道路沿線 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  9. 【継続】内陸山間地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  10. 【継続】離島地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  11. 【継続】住宅地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  12. 【継続】商工業地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
  13. 【継続】農業地域 : 平成7年度、平成H17～19年度と同一の調査地域
- (2) 地域名 : 解体現場等の地域名については、具体的な地域名を非公表とすることを条件に調査を実施したため、空欄にしている。
- (3) 地点番号 : 各地域で複数の調査地点を設けている。例えば、調査地点が1地域に4地点ある場合、①、②、③、④と地点番号をつけている。
- (4) 地点分類 : 旧石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等における「敷地境界」、解体現場等における「周辺」、旧石綿製品製造事業場等における「出入口付近」、解体現場等における「前室付近」及び「排気口付近」を表している。なお、解体現場等における「周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が出入りする際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口付近」とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。
- (5) 石綿濃度 : 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。また、解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。なお、NDは石綿(繊維)未検出のことを示している。
- (6) 総繊維数 : 総繊維数は、位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。

## 2. 総合的な検証・評価等

### i) 風向・風速の影響について

大気環境中の石綿濃度に対する風の影響は、下記の2種類が想定される。

- ① 排出源の風上では排出源からの影響を適切に把握できない。
  - ② その他の地域でも、強風時は弱風時に比べ石綿が拡散して濃度が減少する可能性がある。
- そこで、本調査のサンプリング時における風向・風速の状況について確認した。

発生源周辺地域（旧石綿製品製造事業場等、廃棄物処分場等、解体現場等、蛇紋岩地域、高速道路及び幹線道路沿線）における風向・風速の影響に関する解析結果を表Ⅱ-2に、バックグラウンド地域（住宅地域、商工業地域、農業地域、内陸山間地域、離島地域）における風向・風速の影響に関する解析結果を表Ⅱ-3に示す。

発生源周辺地域では、ほとんどの地点において風が弱く、サンプリング時における平均風速は3m/s以下であった。また、最大風速も5m/sの風が堺第7-3区廃棄物処分場（旧中間処理センター）及び株式会社ウイズウェストジャパンで観測されたが、いずれも明確な風上とは言えなかったことから、全ての計数結果を採用することとした。

バックグラウンド地域については、サンプリング時における平均風速は3m/s以下であり、風速5m/s以上の風は観測されなかったことから、全ての計数結果を採用することとした。

なお、発生源周辺地域における風向・風速の状況と調査地点の位置関係については、添付資料2「風の解析結果」に詳細に記載した。

表Ⅱ-2 発生源周辺地域における風向・風速の影響に関する解析結果

地域番号	地域分類	地域名・事業場名等	都道府県	市又は郡	風速データ数	平均風速(m/s)	最大風速(m/s)	5m/s以上の風速の有無	発生源に対して明らかな風上地点があるか	判定	採用とする理由
1	廃棄物処分場等	(株)ウイズウエイストジャパン	青森県	三戸郡	54	2.5	5.0	有	明確な風上とは言えない	全て採用	風が一時的に強かったが明確な風上ではない
2		(株)東環	秋田県	秋田市	54	0.7	3.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
3		大和建设(株)	群馬県	多野郡	54	0.3	1.4	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
4		(株)リフレックス	神奈川県	横須賀市	54	0.5	1.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
5		(株)大橋商会	新潟県	新潟市	54	0.7	2.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
6		塩浜運送(株)鈴鹿事業所	三重県	鈴鹿市	54	0.9	2.7	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
7		(株)前田産業	熊本県	上天草市	54	0.4	1.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
8	解体現場等(大防 法届出対象)	—	宮城県	仙台市	9	0.7	1.0	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
9		—	千葉県	千葉市	9	1.2	1.8	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
10		—	東京都	武蔵野市	9	0.1	0.3	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
11		—	新潟県	新潟市	9	0.7	1.7	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
12		—	山梨県	南巨摩郡	9	0.3	0.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
13		—	山梨県	大月市	9	2.1	2.7	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
14		—	長野県	下伊那郡	9	1.9	2.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
15		—	愛知県	豊橋市	9	1.0	1.7	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
16		—	大阪府	富田林市	9	0.0	0.3	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
17		—	大分県	大分市	9	0.0	0.0	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
22	【継続】 旧石綿製品製造 事業場等	(株)ノザワフラノ事業所 (旧北海道工場)	北海道	富良野市	54	0.7	2.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
23	【継続】 廃棄物処分場等	福島県いわき処分場保全センター	福島県	いわき市	54	0.8	2.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
24		中央防波堤埋立処分場	東京都	江東区	54	0.4	1.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
25		堺第7-3区廃棄物処分場 (旧中間処理センター)	大阪府	堺市	53	2.6	5.0	有	明確な風上とは言えない	全て採用	風が一時的に強かったが明確な風上ではない
26	【継続】 蛇紋岩地域	遠野市蛇紋岩採石場	岩手県	遠野市	54	0.5	1.4	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
27		糟屋郡旧蛇紋岩採石場	福岡県	糟屋郡	54	0.3	1.3	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
28	【継続】 高速道路及び幹 線道路沿線	国道4号線盛岡バイパス	岩手県	盛岡市	54	0.4	2.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
29		国道13号線	山形県	米沢市	54	0.8	1.5	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
30		川崎市幹線道路	神奈川県	川崎市	54	0.4	0.9	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
31		県道名古屋長久手線	愛知県	名古屋市	54	0.3	1.1	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
32		山陽自動車道五日市インター	広島県	広島市	54	0.0	0.0	無	—	全て採用	全体的に風が弱い
33		国道3号線千鳥橋交差点	福岡県	福岡市	54	0.2	1.2	無	—	全て採用	全体的に風が弱い

表Ⅱ-3 バックグラウンド地域における風向・風速

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事業場名等	風速データ数	平均風速(m/s)	最大風速(m/s)	5m/s以上の風速の有無
18	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設笹岳局	54	0.5	1.9	無
19	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	54	1.4	4.3	無
20		長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	54	0.5	1.4	無
21		沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	54	1.8	4.9	無
34	【継続】 内陸山間地域	福島県	いわき市	廃棄物処分場から800m離れたバックグラウンド地域	54	0.4	1.8	無
35		広島県	広島市	南原峡県立自然公園	54	0.2	1.5	無
36		福岡県	福岡市	千石の郷	54	0.1	0.5	無
37	【継続】 離島地域	佐賀県	唐津市	小川島（小川島保育園）	54	1.1	2.3	無
38	【継続】 住宅地域	北海道	富良野市	富良野市住宅地域	54	0.4	1.4	無
39		岩手県	盛岡市	盛岡市住宅地域	54	0.5	1.9	無
40		岩手県	釜石市	釜石市住宅地域	54	0.4	3.4	無
41		山形県	米沢市	山形県立米沢女子短期大学	54	1.2	2.8	無
42		愛知県	名古屋市	名古屋市住宅地域	54	0.4	2.5	無
43		奈良県	奈良市	県保健環境研究センター及び 県奈良総合庁舎	54	0.3	1.6	無
44		福岡県	福岡市	福岡市住宅地域	54	0.5	1.4	無
45		【継続】 商工業地域	東京都	江東区	東京都環境整備公社 東京都環境科学研究所	54	0.2	0.8
46	神奈川県		川崎市	川崎市公害研究所	54	0.6	1.4	無
47	大阪府		堺市	堺港湾合同庁舎	54	1.3	2.3	無
48	大阪府		泉南市	双子川浄苑	54	0.8	1.8	無
49	兵庫県		尼崎市	国設一般大気環境測定局前及び 尼崎市労働センター中庭	54	0.5	1.9	無
50	【継続】 農業地域	福岡県	小郡市	国設筑後小郡環境大気測定所	54	0.2	2.0	無

ii) 地域分類別の測定結果

地域分類別に大気環境中のアスベスト濃度を最小値、最大値、幾何平均値別に集約した。なお、集計に当たっては、ND値を「計数視野全体で1本の繊維が計数された」と想定して幾何平均値を算出し、その値を用いて最小値、最大値、幾何平均値を求めた。光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果の集約表を表Ⅱ-4及び図Ⅱ-1に示す。

光学顕微鏡法による計数結果を集約したところ、石綿繊維数濃度は総合計231データ(82地点×年2回+解体現場(67地点)×年1回)のうち、全データが1.0本/L以下(うち126データが検出限界0.06本/L未満)であった<sup>注)</sup>。一般環境では、ほとんど石綿は検出されておらず、したがって、地域分類による差も認められなかった。

注) 光学顕微鏡法では石綿繊維はほとんど検出されなかったが、後述のとおり、解体現場のデータのうち参考計測している排出口等で、分析走査電子顕微鏡法により2カ所でアモサイトが確認されている。

表Ⅱ-4 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果集約表（上：石綿繊維数濃度、下：総繊維数濃度）

【石綿繊維数】

地域分類		地域	地点数	測定データ数	石綿繊維数		
					最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06未満	0.07	0.06
	廃棄物処分場等	10	20	40	0.06未満	0.08	0.06
	解体現場等(敷地周辺)	10	40	40	0.06未満	0.17	0.06
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.06未満	0.08	0.06
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.06未満	0.08	0.06
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.06未満	0.08	0.06
	商工業地域	5	10	20	0.06未満	0.07	0.06
	農業地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
	内陸山間地域	4	7	14	0.06未満	0.07	0.06
	離島地域	4	8	16	0.06未満	0.06	0.06
合計		50	122	204			

(参考)排気口等における調査結果	地域	地点数	測定データ数	石綿繊維数		
				最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
解体現場等(前室付近)	(10)	11	11	0.06未満	0.25	0.06
解体現場等(排気口付近)	(10)	16	16	0.06未満	0.19	0.07
合計	(10)	27	27			

【総繊維数】

地域分類		地域	地点数	測定データ数	総繊維数		
					最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06	0.24	0.09
	廃棄物処分場等	10	20	40	0.06	1.05	0.26
	解体現場等(敷地周辺)	10	40	40	0.06	12.50	0.18
	蛇紋岩地域	2	4	8	0.06	0.63	0.21
	高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.10	1.31	0.30
バック グラウンド 地域	住宅地域	7	13	26	0.06	0.80	0.21
	商工業地域	5	10	20	0.06	0.43	0.18
	農業地域	1	2	4	0.09	0.31	0.17
	内陸山間地域	4	7	14	0.06	0.72	0.19
	離島地域	4	8	16	0.06	0.30	0.14
合計		50	122	204			

(参考)排気口等における調査結果	地域	地点数	測定データ数	総繊維数		
				最小値 (本/L)	最大値 (本/L)	幾何平均値 (本/L)
解体現場等(前室付近)	(10)	11	11	0.06	21.37	0.29
解体現場等(排気口付近)	(10)	16	16	0.06	20.92	0.23
合計	(10)	27	27			

注1) 「敷地周辺」とは、解体現場等の直近で一般の人の通行等がある場所との境界、「前室付近」とは、作業員が入り出する際に石綿が直接外部に飛散しないように設けられた室の入口の外側、「排気口」付近とは、集じん・排気装置の外部への排気口付近を意味している。

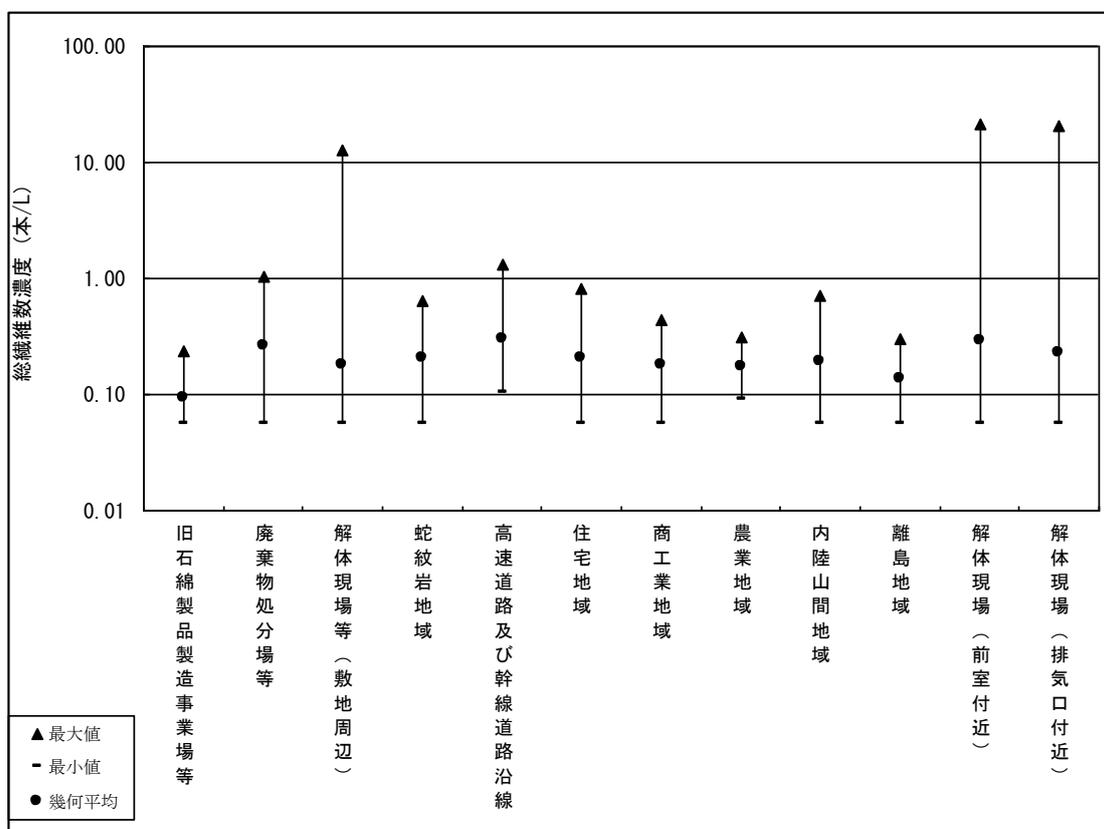
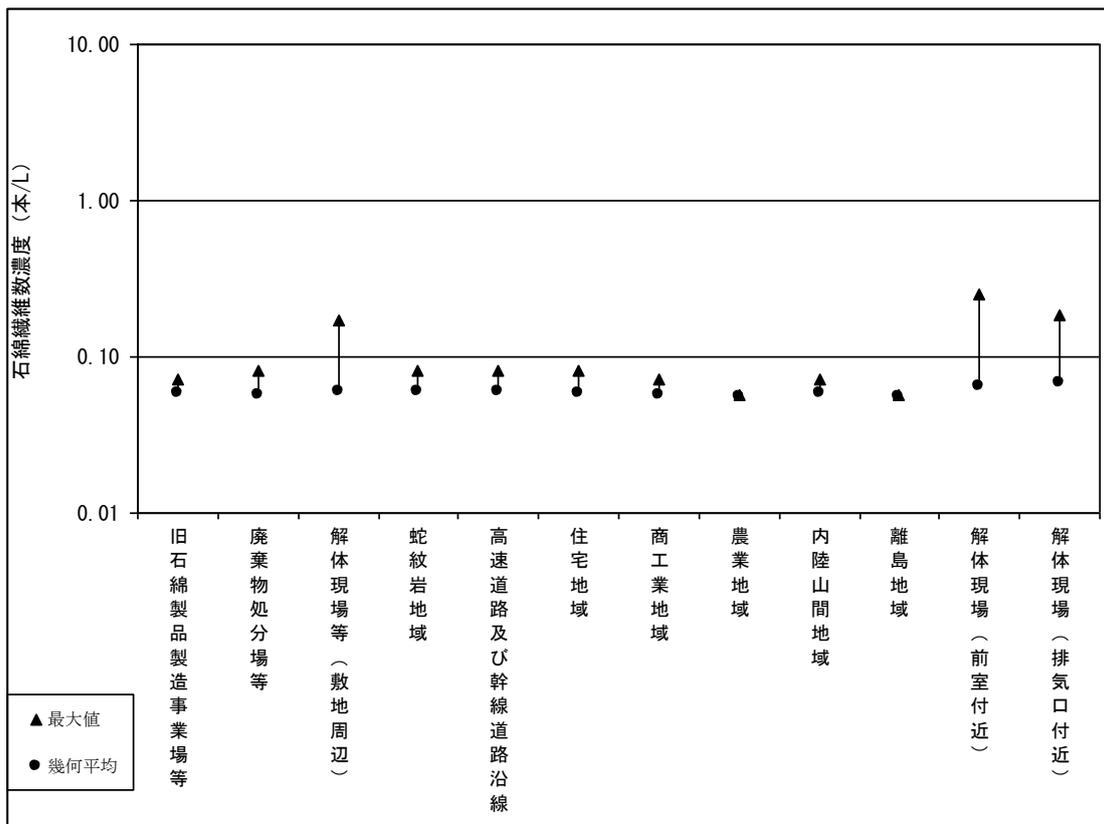
注2) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、注3の場合を除き、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

注3) 解体現場等においては、解体等の工事には短期間で終了するものがあるため、各地点で1日間(4時間×1回)測定し、その測定値を当該地点における石綿濃度としている。

注4) ND(不検出)の場合には「計数した視野(100視野)で1本の繊維が計数された」と仮定して算出した値に「未満」を付けて記載している。

注5) 表中の( )内の数値は地域数における内数である。

注6) 総繊維数濃度は、位相差顕微鏡によって繊維状に見える粒子の計数結果から算出したものである。



図Ⅱ-1 光学顕微鏡法による地域分類別の計数結果  
(上：石綿繊維数濃度、下：総繊維数濃度)

また、光学顕微鏡法による石綿計数結果について平成17～20年度の調査結果を調査地域分類別に集計した結果を表Ⅱ-5に示す。

表Ⅱ-5 平成17～20年度の調査地域分類別の調査結果(石綿繊維数濃度)

地域分類		幾何平均値(本/L)			
		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
発生源 周辺地域	旧石綿製品製造事業場等	0.31	0.19	0.34	- (0.06)
	廃棄物処分場等	0.64	0.38	0.44	0.06
	解体現場等(大防法届出対象)(周辺)	0.26	0.26	0.41	0.06
	解体現場等(大防法届出対象を除く)(周辺)	0.36	0.25	-	-
	蛇紋岩地域	0.23	0.28	0.42	0.06
	高速道路及び幹線道路沿線	0.45	0.39	0.52	0.06
バックグ ラウンド 地域	住宅地域	0.25	0.22	0.33	0.06
	商工業地域	0.23	0.27	0.26	0.06
	農業地域	0.26	0.40	0.40	0.06
	内陸山間地域	0.20	0.30	0.38	0.06
	離島地域	0.11	0.26	0.33	0.06

(参考)排気口等における調査結果		幾何平均値(本/L)			
		平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
旧石綿製品製造事業場等(出入口付近)		0.36	0.27	1.45	-
解体現場等(大防法届出対象)(前室付近)		0.44	0.67	0.67	0.06
解体現場等(大防法届出対象)(排気口付近)		0.28	0.46	0.52	0.07

注1) 継続して調査を行っている地域以外のデータも含まれている。

注2) 平成20年度現在、特定粉じん発生施設は全て廃止されている。旧石綿製品製造事業場等の地域分類の欄には、過去からの分類にそって測定結果を示している。

注3) 解体現場等における「大防法届出対象」または「大防法届出対象を除く」とは、平成18年度調査時点での分類である。平成17年度調査時点では届出の対象でなかった現場であっても、その後の法改正により届出の対象となったものについては、「大防法届出対象」に分類している。

注4) 平成17年度の石綿製品製造事業場等(出入口付近)の調査結果には、「排気口付近」のデータが含まれている。

以上の調査結果から次のように総括される。

- ① バックグラウンド地域及び発生源地域でも解体現場等を除くと、絶対値としては特に高い濃度は出ていない。
- ② 今回の調査では解体現場でも石綿(クリソタイル)濃度は特に高い値は検出されなかった。なお、一部の解体現場の前室又は排気口付近において総繊維数濃度が高く測定されたため、分析走査電子顕微鏡法により確認したところ、クリソタイル以外の石綿(アモサイト)が検出されたが、各自治体において事業者に対し飛散防止措置を講じさせる等の適切な指導がなされた。なお、敷地境界での石綿繊維は特に高い濃度ではなく、周辺への汚染は生じていないと考えられる。

iii) 道路沿線における交通量と石綿繊維数濃度との比較

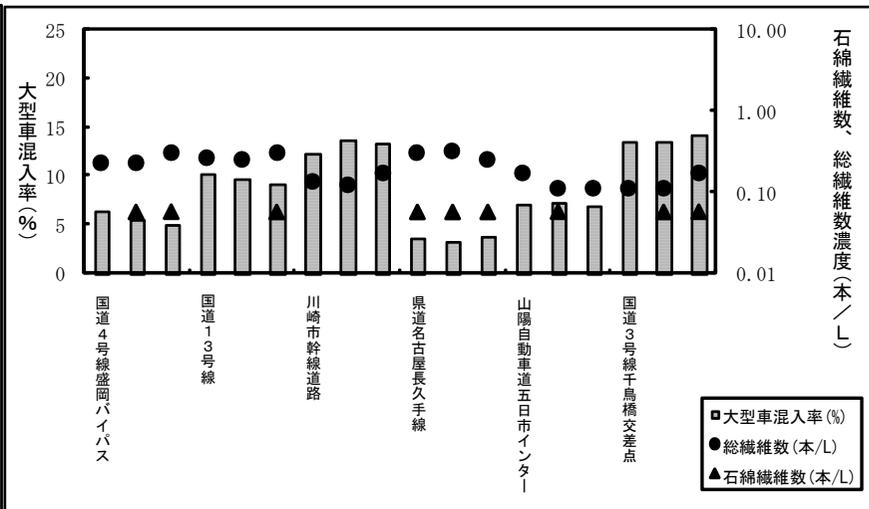
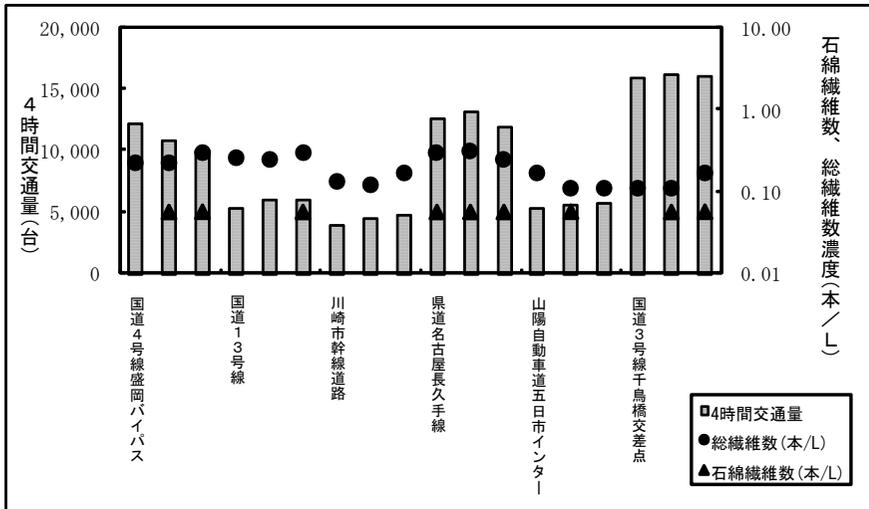
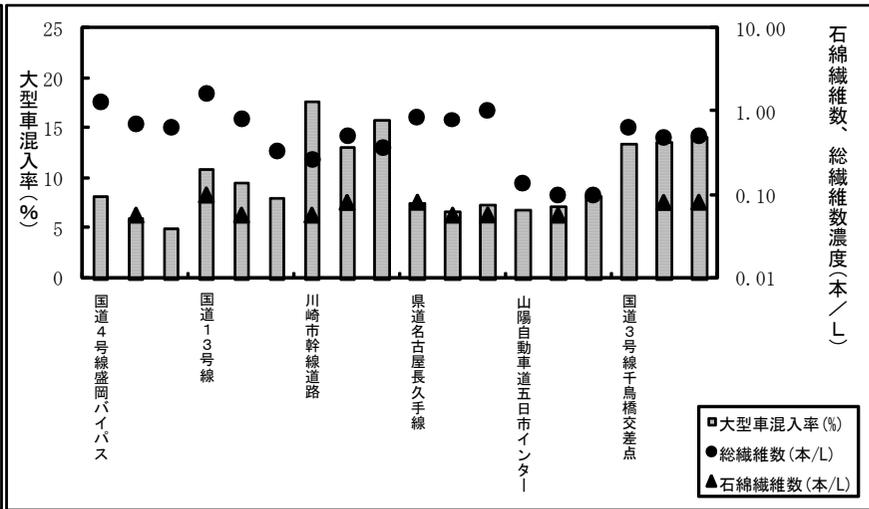
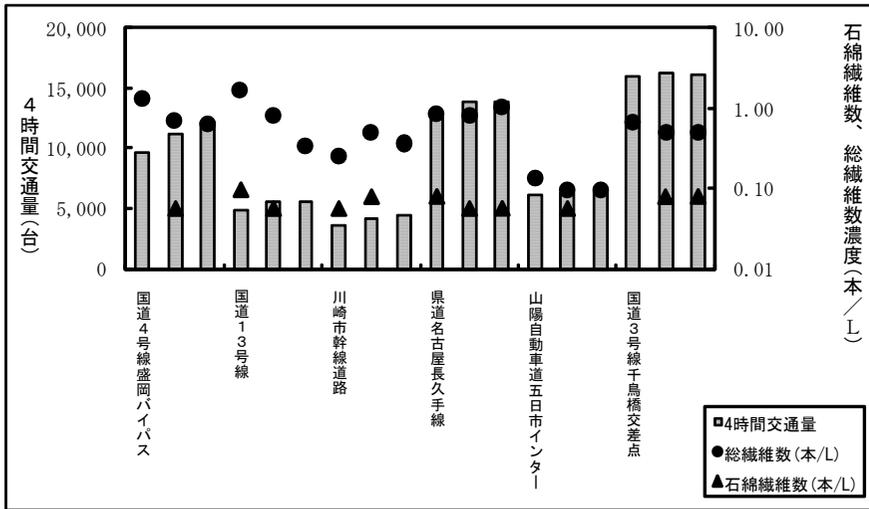
アスベストが自動車等のブレーキパッドに使用されている可能性があることから、道路沿線地域における交通量と石綿濃度の関係について検討した。

道路沿線地域における石綿繊維数濃度と4時間交通量及び大型車混入率との関係を表Ⅱ-6、図Ⅱ-2及び図Ⅱ-3に示す。なお、本調査のサンプリング時における風向・風速の状況について確認したところ、風が弱かったこと、サンプリング地点は道路に対して風下側であったことから、アスベスト発生源としての道路の影響を適切に把握できているものと考えられる。

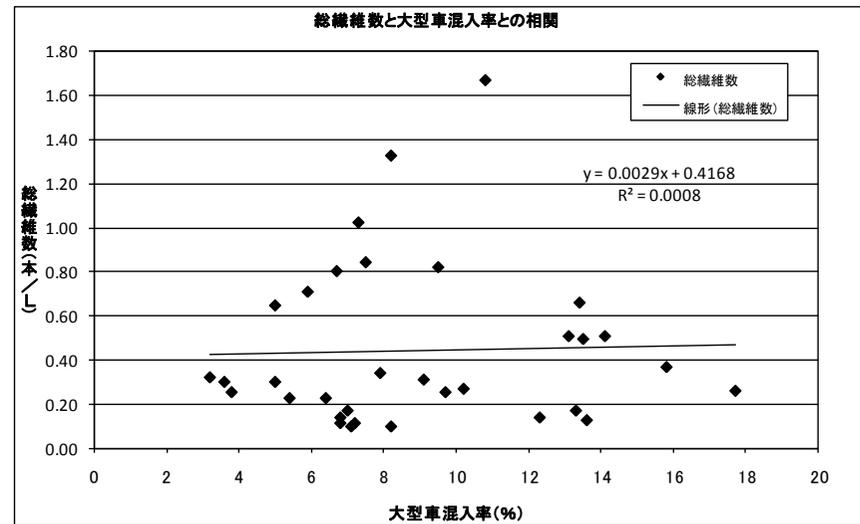
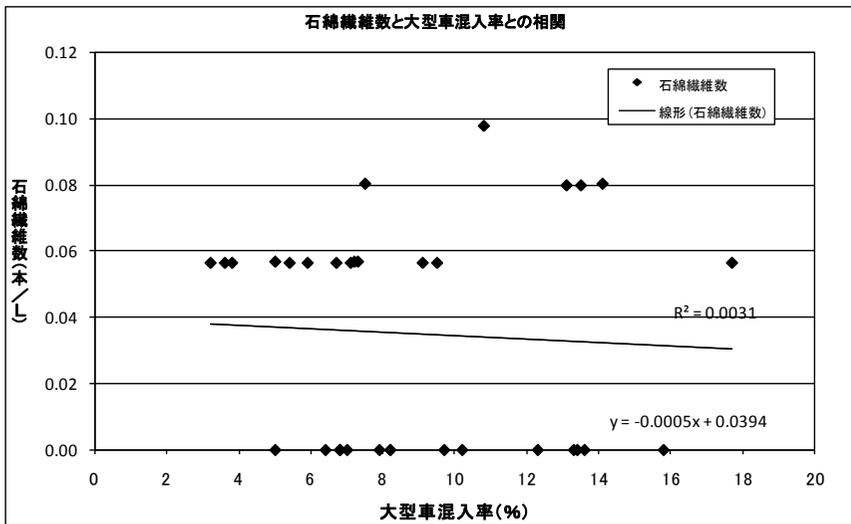
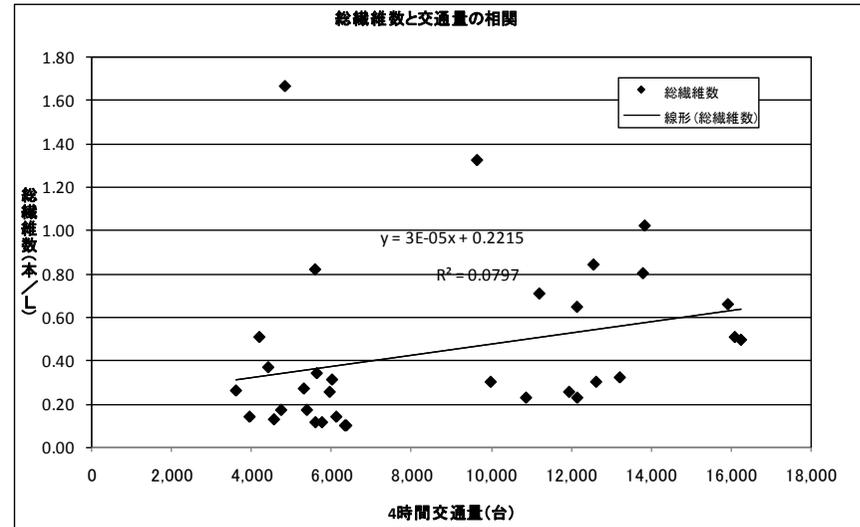
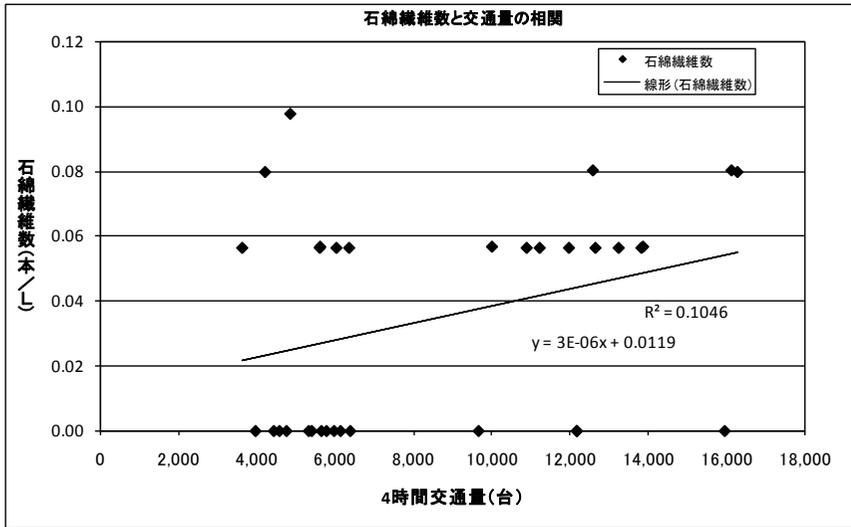
石綿繊維数濃度及び総繊維数濃度と自動車交通量（4時間交通量及び大型車混入率）を比較したところ、今回の調査では大きな相関関係はみられなかった。

表Ⅱ-6 道路沿線地域における石綿繊維数濃度と4時間交通量及び大型車混入率

地域番号	地域名・事業場名等	都道府県	市又は郡	測定日	4時間交通量(台)	大型車混入率(%)	石綿繊維数(本/L)	総繊維数(本/L)	
28	国道4号線盛岡バイパス	岩手県	盛岡市	前期	1日目	9,642	8.2	ND	1.33
					2日目	11,204	5.9	0.06	0.71
					3日目	12,150	5.0	ND	0.65
				後期	1日目	12,156	6.4	ND	0.23
					2日目	10,872	5.4	0.06	0.23
					3日目	9,984	5.0	0.06	0.30
29	国道13号線	山形県	米沢市	前期	1日目	4,824	10.8	0.10	1.67
					2日目	5,580	9.5	0.06	0.82
					3日目	5,622	7.9	ND	0.34
				後期	1日目	5,298	10.2	ND	0.27
					2日目	5,946	9.7	ND	0.25
					3日目	6,006	9.1	0.06	0.31
30	川崎市幹線道路	神奈川県	川崎市	前期	1日目	3,595	17.7	0.06	0.26
					2日目	4,181	13.1	0.08	0.51
					3日目	4,404	15.8	ND	0.37
				後期	1日目	3,936	12.3	ND	0.14
					2日目	4,548	13.6	ND	0.13
					3日目	4,728	13.3	ND	0.17
31	県道名古屋長久手線	愛知県	名古屋市	前期	1日目	12,564	7.5	0.08	0.84
					2日目	13,805	6.7	0.06	0.80
					3日目	13,848	7.3	0.06	1.02
				後期	1日目	12,630	3.6	0.06	0.30
					2日目	13,224	3.2	0.06	0.32
					3日目	11,952	3.8	0.06	0.25
32	山陽自動車道五日市インター	広島県	広島市	前期	1日目	6,112	6.8	ND	0.14
					2日目	6,331	7.1	0.06	0.10
					3日目	6,361	8.2	ND	0.10
				後期	1日目	5,374	7.0	ND	0.17
					2日目	5,589	7.2	0.06	0.11
					3日目	5,752	6.8	ND	0.11
33	国道3号線千鳥橋交差点	福岡県	福岡市	前期	1日目	15,936	13.4	ND	0.66
					2日目	16,263	13.5	0.08	0.49
					3日目	16,109	14.1	0.08	0.51
				後期	1日目	14,520	15.4	ND	0.11
					2日目	15,768	12.3	0.06	0.11
					3日目	15,120	13.5	0.06	0.17



図Ⅱ-2 道路沿線地域における繊維数濃度と4時間交通量(左)及び大型車混入率(右)との関係(上:前期、下:後期)



図Ⅱ-3 道路沿線地域における繊維数濃度と4時間交通量(上)及び大型車混入率(下)との相関(左:石綿繊維、右:総繊維)

iv) 過去の調査結果との比較

本年度の調査のうち29地域60地点については、過去の調査結果との比較対照を目的に、過去の調査（平成7年度、平成17～19年度）と同一地域において調査を実施した。当該地域について調査地域分類別に集計・整理した平成20年度の結果は、表Ⅱ-7に示すとおりである。また、過去の調査結果との比較を表Ⅱ-8,9に、そのグラフを図Ⅱ-4に示す。この比較からは、石綿濃度の推移に特に一定の傾向は認められず、低い濃度レベルで推移していると考えられる。

表Ⅱ-7 過去と同一調査地域における平成20年度調査結果

【石綿繊維数】

地域分類	地域	地点数	測定データ数	最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06未満	0.07	0.06
廃棄物処分場等	3	6	12	0.06未満	0.06	0.05
蛇紋岩地域	2	4	8	0.06未満	0.08	0.06
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.06未満	0.08	0.06
住宅地域	7	13	26	0.06未満	0.08	0.06
商工業地域	5	10	20	0.06未満	0.07	0.06
農業地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
内陸山間地域	3	5	10	0.06未満	0.07	0.06
離島地域	1	2	4	0.06未満	0.06	0.06
合計	29	60	120			

【総繊維数】

地域分類	地域	地点数	測定データ数	最小値(本/L)	最大値(本/L)	幾何平均値(本/L)
旧石綿製品製造事業場等	1	6	12	0.06	0.24	0.09
廃棄物処分場等	3	6	12	0.06	0.79	0.23
蛇紋岩地域	2	4	8	0.06	0.63	0.21
高速道路及び幹線道路沿線	6	12	24	0.10	1.31	0.30
住宅地域	7	13	26	0.06	0.80	0.21
商工業地域	5	10	20	0.06	0.43	0.18
農業地域	1	2	4	0.09	0.31	0.17
内陸山間地域	3	5	10	0.07	0.72	0.20
離島地域	1	2	4	0.06	0.22	0.11
合計	29	60	120			

注1) 各地点の石綿濃度の評価に当たっては、平成元年12月27日付け環大企第490号通知「大気汚染防止法の一部を改正する法律の施行について」に基づき、各地点で3日間(4時間×3回)測定して得られた個々の測定値を地点ごとに幾何平均し、その値を当該地点の石綿濃度としている。

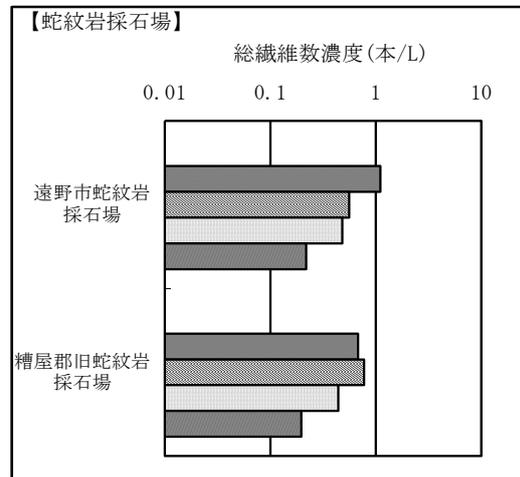
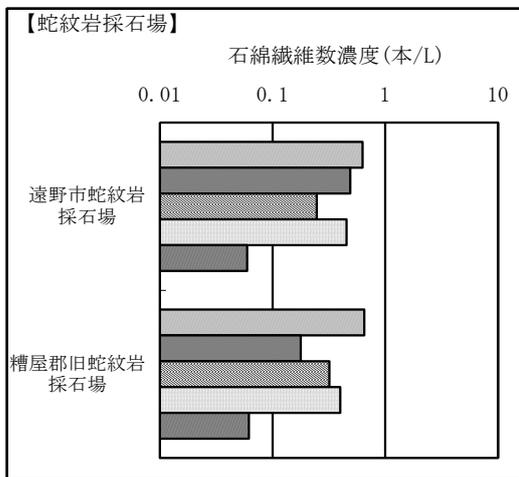
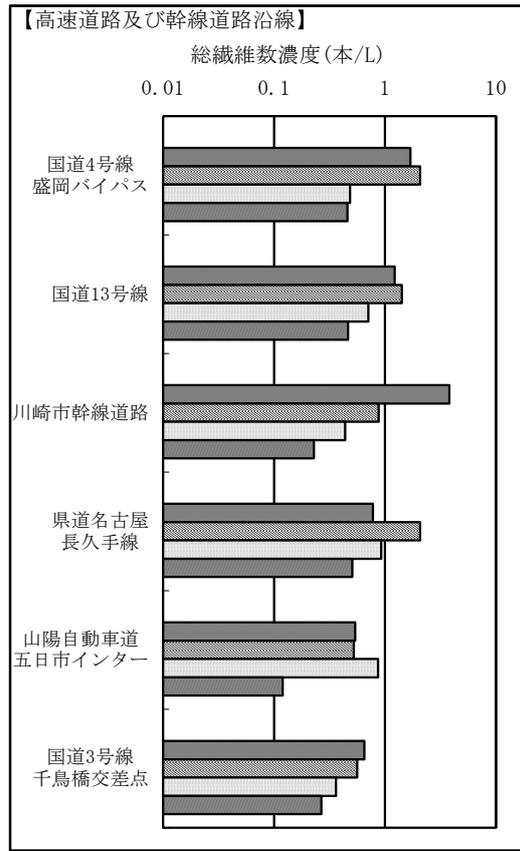
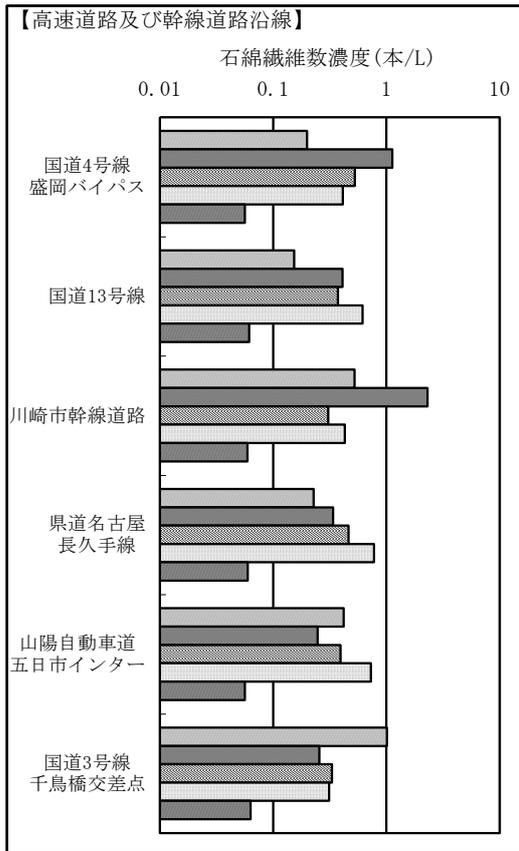
注2) 調査地域の分類に当たっては、過去の調査結果においては異なる分類を行っていた地域もあるが、平成20年度の調査地域に合わせて分類した。

表Ⅱ-8 過去と同一調査地域における平成20年度調査結果の比較（石綿繊維数）

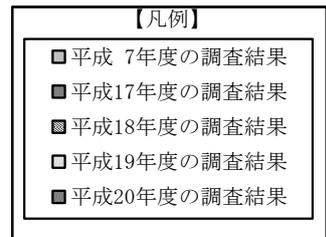
地域分類	地域名	幾何平均値（本/L）				
		平成7年度	平成17年度	平成18年度	平成19年度	平成20年度
旧石綿製品製造事業場等	榊ノザワフラスノ工場 （北海道）	1.74	0.54	0.16	0.32	0.06
廃棄物処分場等	福島県いわき処分場保全センター （福島県）	1.09	0.75	0.31	0.42	0.05
	中央防波堤埋立処分場 （東京都）	0.38	1.45	0.64	0.22	0.06
	堺第7-3区廃棄物処分場 （旧中間処理センター） （大阪府）	0.23	1.45	0.21	0.40	0.05
蛇紋岩地域	遠野市蛇紋岩採石場 （岩手県）	0.63	0.49	0.25	0.45	0.06
	糟屋郡旧蛇紋岩採石場 （福岡県）	0.65	0.18	0.32	0.40	0.06
高速道路及び幹線道路沿線	国道4号線盛岡バイパス （岩手県）	0.20	1.13	0.52	0.41	0.06
	国道13号線 （山形県）	0.15	0.41	0.37	0.62	0.06
	川崎市幹線道路 （神奈川県）	0.52	2.31	0.31	0.43	0.06
	県道名古屋長久手線 （愛知県）	0.23	0.34	0.46	0.78	0.06
	山陽自動車道五日市インター （広島県）	0.42	0.25	0.39	0.73	0.06
	国道3号線千鳥橋交差点 （福岡県）	1.01	0.26	0.33	0.31	0.06
住宅地域	富良野市住宅地域 （北海道）	0.74	0.35	0.13	0.47	ND
	盛岡市住宅地域 （岩手県）	0.02	0.32	0.13	0.37	0.06
	釜石市住宅地域 （岩手県）	0.01	0.26	0.17	0.23	0.06
	山形県立米沢女子短期大学 （山形県）	0.28	0.22	0.30	0.34	0.07
	名古屋市住宅地域 （愛知県）	0.23	1.06	0.48	0.36	0.05
	県保健環境研究センター及び 県奈良総合庁舎 （奈良県）	0.17	0.32	0.28	0.35	0.06
	福岡市住宅地域 （福岡県）	0.32	0.11	0.16	0.32	0.06
商工業地域	東京都環境科学研究所 （東京都）	0.13	0.36	0.23	0.19	0.06
	川崎市公害研究所 （神奈川県）	0.47	0.38	0.28	0.25	0.06
	堺港湾合同庁舎 （臨海センター南側庭園） （大阪府）	0.13	0.14	0.21	0.19	0.06
	国設一般大気環境測定局前及び 尼崎市立労働センター （兵庫県）	0.11	0.15	0.41	0.18	0.06
	双子川浄苑 （大阪府）	0.22	0.16	0.24	0.67	0.06
農業地域	国設筑後小郡環境大気測定所 （福岡県）	0.47	0.13	0.40	0.40	0.06
内陸山間地域	廃棄物処分場から800m離れた バックグラウンド地域 （福島県）	0.59	0.48	0.36	0.43	ND
	南原峡県立自然公園 （広島県）	0.25	0.15	0.33	0.45	0.06
	千石の郷 （福岡県）	0.14	0.18	0.39	0.39	0.06
離島地域	小川島 （佐賀県）	0.21	0.11	0.31	0.40	0.06
解体現場等（※参考）	敷地周辺	—	0.19	0.22	0.41	0.06
	前室及び排気口周辺	—	0.26	0.51	0.59	0.07

表Ⅱ-9 過去と同一調査地域における平成20年度調査結果の比較（総繊維数）

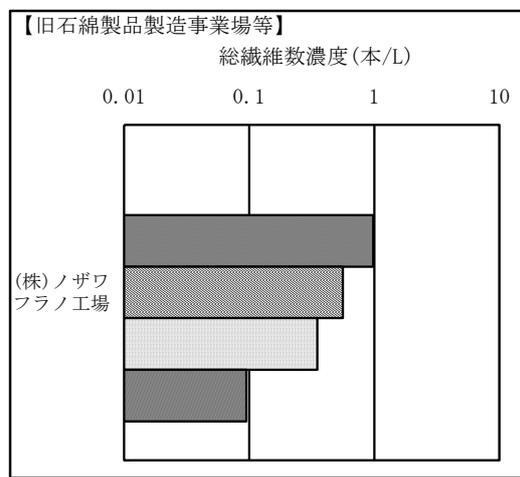
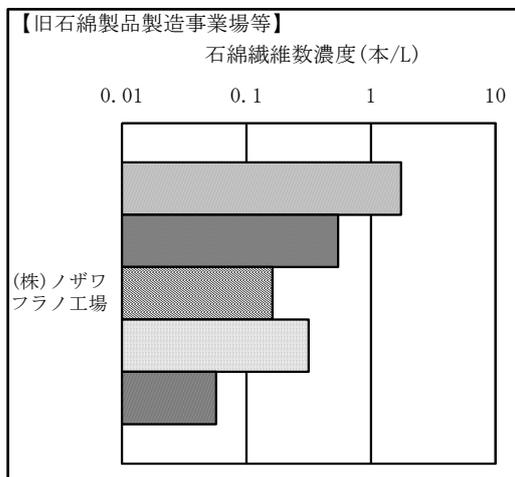
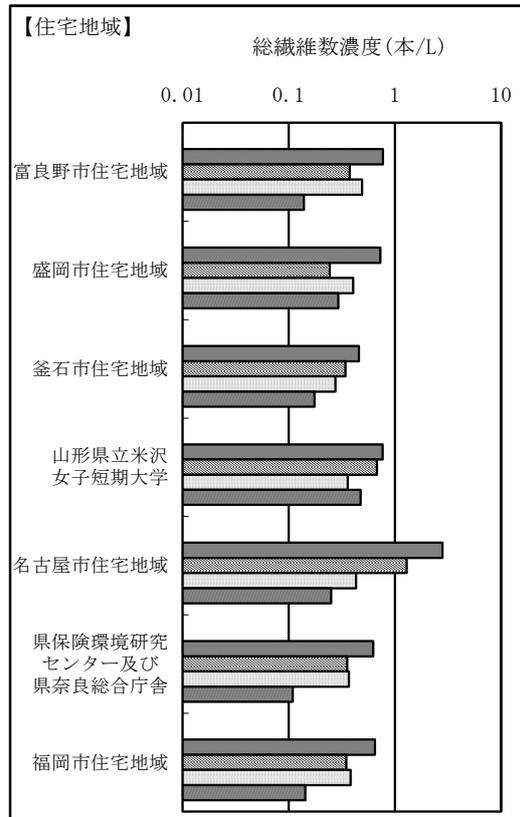
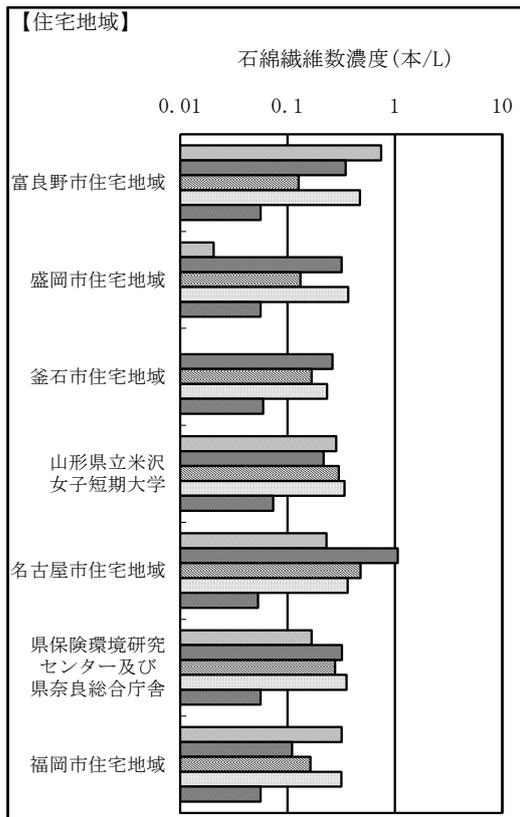
表	地域名	幾何平均値（本/L）							
		平成17年度		平成18年度		平成19年度		平成20年度	
旧石綿製品製造事業場等	櫛ノザワフラスノ工場 （北海道）	0.98		0.56		0.35		0.09	
廃棄物処分場等	福島県いわき処分場保全センター （福島県）	1.16	1.86	0.82	0.86	0.43	0.35	0.18	0.23
	中央防波堤埋立処分場 （東京都）	2.00		1.77		0.23		0.32	
	堺第7-3区廃棄物処分場 （旧中間処理センター） （大阪府）	2.80		0.44		0.45		0.21	
蛇紋岩地域	遠野市蛇紋岩採石場 （岩手県）	1.10	0.86	0.56	0.66	0.48	0.46	0.22	0.21
	糟屋郡旧蛇紋岩採石場 （福岡県）	0.68		0.77		0.44		0.20	
高速道路及び幹線道路沿線	国道4号線盛岡バイパス （岩手県）	1.69	1.13	2.08	1.08	0.48	0.59	0.46	0.30
	国道13号線 （山形県）	1.22		1.42		0.71		0.46	
	川崎市幹線道路 （神奈川県）	3.79		0.88		0.44		0.23	
	県道名古屋屋長久手線 （愛知県）	0.78		2.07		0.93		0.51	
	山陽自動車道五日市インター （広島県）	0.54		0.52		0.86		0.12	
	国道3号線千鳥橋交差点 （福岡県）	0.65		0.56		0.36		0.27	
住宅地域	富良野市住宅地域 （北海道）	0.77	0.81	0.37	0.45	0.49	0.37	0.14	0.21
	盛岡市住宅地域 （岩手県）	0.73		0.24		0.41		0.29	
	釜石市住宅地域 （岩手県）	0.46		0.34		0.27		0.18	
	山形県立米沢女子短期大学 （山形県）	0.76		0.68		0.36		0.48	
	名古屋市住宅地域 （愛知県）	2.80		1.29		0.43		0.25	
	県保健環境研究センター及び 県奈良総合庁舎 （奈良県）	0.62		0.36		0.37		0.11	
	福岡市住宅地域 （福岡県）	0.65		0.35		0.38		0.14	
商工業地域	東京都環境科学研究所 （東京都）	1.16	0.66	0.69	0.55	0.21	0.33	0.20	0.18
	川崎市公害研究所 （神奈川県）	1.11		1.05		0.31		0.23	
	堺港湾合同庁舎 （臨海センター南側庭園） （大阪府）	0.62		0.24		0.25		0.14	
	国設一般大気環境測定局前及び 尼崎市立労働センター （兵庫県）	0.59		0.62		0.27		0.17	
	双子川浄苑 （大阪府）	0.27		0.46		0.81		0.17	
農業地域	国設筑後小郡環境大気測定所 （福岡県）	0.49		1.00		0.45		0.17	
内陸山間地域	廃棄物処分場から800m離れた バックグラウンド地域 （福島県）	1.44	0.72	0.74	0.68	0.44	0.45	0.19	0.20
	南原峡県立自然公園 （広島県）	0.61		0.60		0.48		0.14	
	千石の郷 （福岡県）	0.59		0.74		0.43		0.29	
離島地域	小川島 （佐賀県）	0.24		0.90		0.48		0.11	
解体現場等（※参考）	敷地周辺	1.01	1.28	0.83	1.14	0.45	0.51	0.18	0.20
	前室及び排気口周辺	2.10		2.13		0.65		0.25	



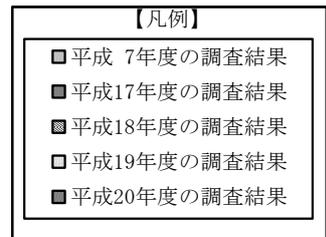
注1) 各年度の値は幾何平均値を使用している。  
 注2) ND(0.06本/L未満)の地点については、0.06本/Lとして集計・表示している。



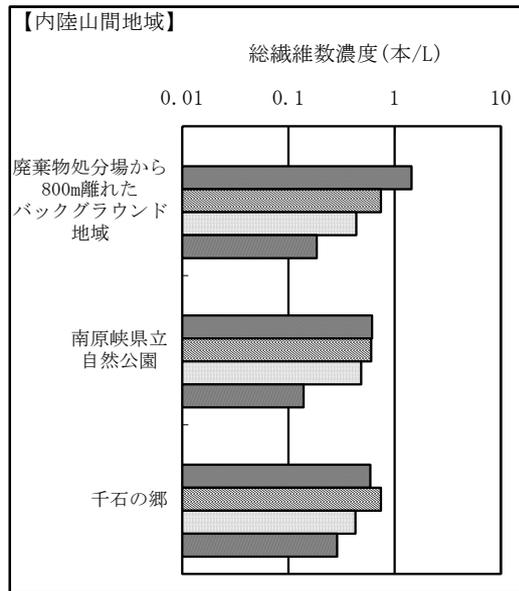
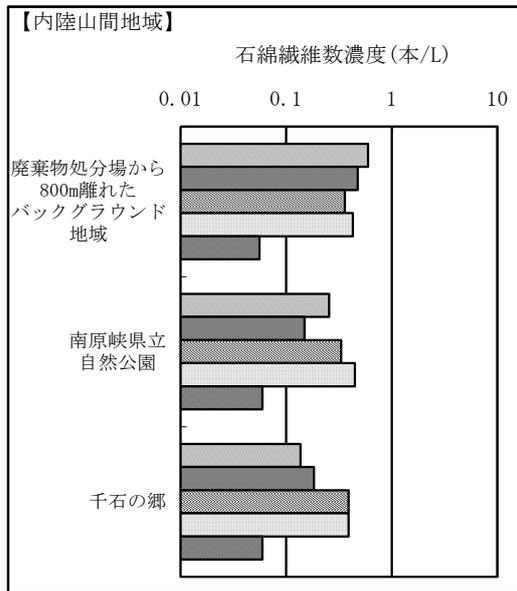
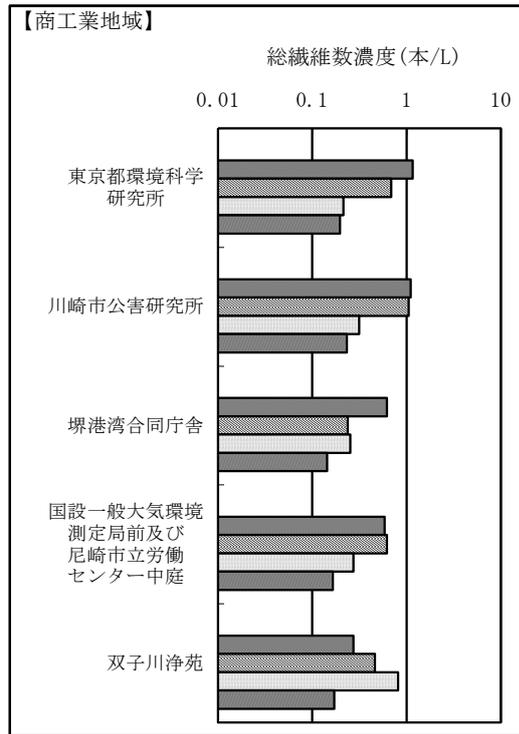
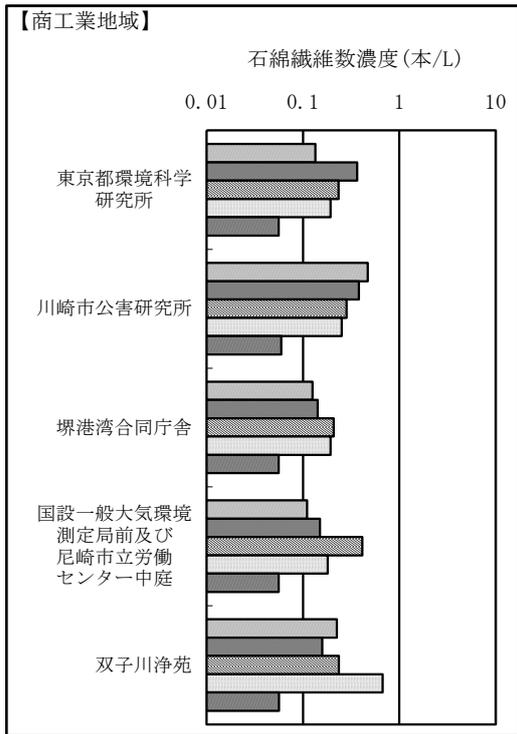
図Ⅱ-4 (1) 過去と同一調査地域内における平成20年度調査結果の比較



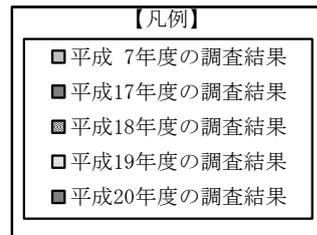
注1) 各年度の値は幾何平均値を使用している。  
 注2) ND(0.06本/L未満)の地点については、0.06本/Lとして集計・表示している。



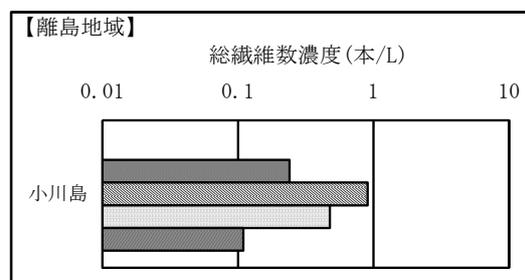
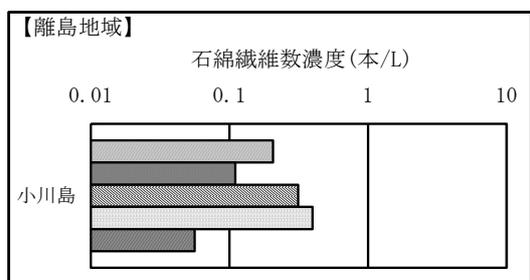
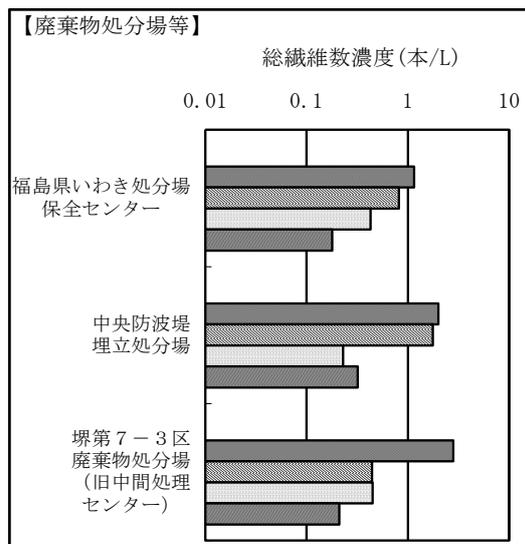
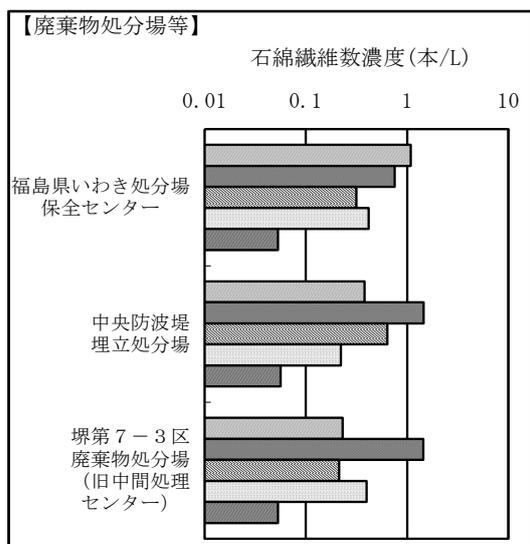
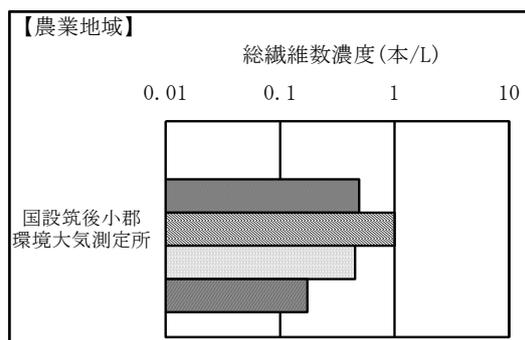
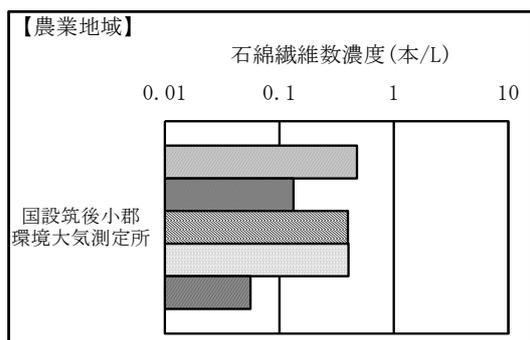
図Ⅱ-4(2) 過去と同一調査地域内における平成20年度調査結果の比較



- 注1) 各年度の値は幾何平均値を使用している。
- 注2) ND(0.06本/L未満)の地点については、0.06本/Lとして集計・表示している。
- 注3) バックグラウンド地域とは、地域内の固定発生源の影響を受けない地点を意味している。

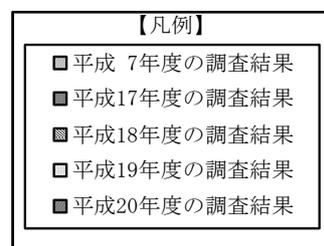


図Ⅱ-4(3) 過去と同一調査地域内における平成20年度調査結果の比較



注1) 各年度の値は幾何平均値を使用している。

注2) ND(0.06本/L未満)の地点については、0.06本/Lとして集計・表示している。



図Ⅱ-4(4) 過去と同一調査地域内における平成20年度調査結果の比較

## 第Ⅲ章 測定法に関する調査研究

### 1. 分散染色法及び電子顕微鏡法を用いたアスベストの計数結果

本調査では一部の調査地域について、測定法に関する調査研究の目的で、光学顕微鏡法による測定その他、分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法による測定を併せて行った。

分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法で測定した試料は、バックグラウンド地域として選定した国設箕岳局、国設隠岐局、国設対馬酸性雨測定所、国設辺戸岬酸性雨測定所の4地域、光学顕微鏡法において比較的総繊維数濃度が高かった地域（解体现場等3地域）である。

光学顕微鏡法、分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法による計数結果を表Ⅲ－1に示す。

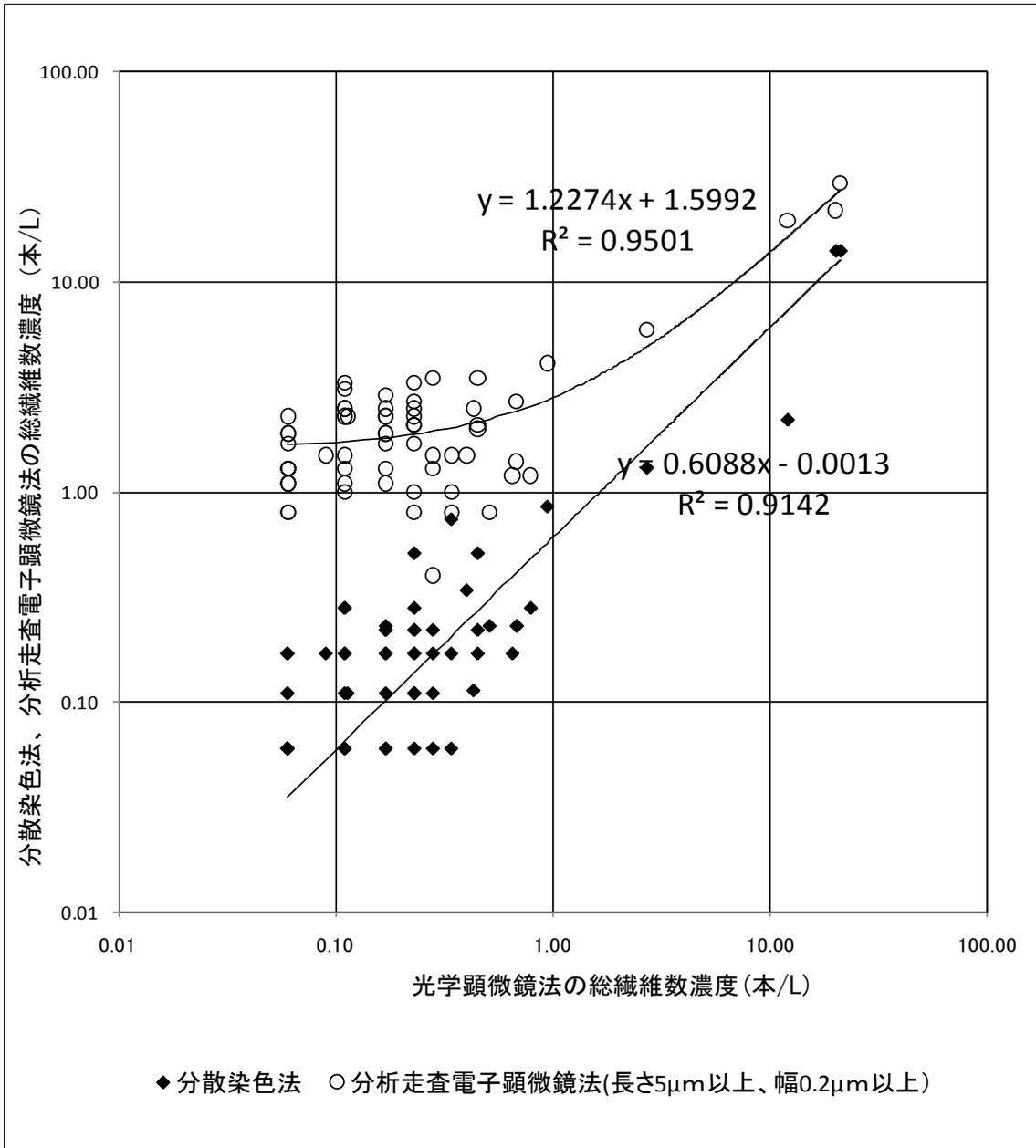
光学顕微鏡法と分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法による総繊維数濃度の相関を図Ⅲ－1に示すが、分析走査電子顕微鏡法との相関が比較的高かった一方で、分散染色法との相関はやや低い結果となった。

表Ⅲ-1(1) 分散染色法、分析走査電子顕微鏡法による計数結果

地域 番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・ 事務所等	光学顕微鏡法		分散染色法				分析走査電子顕微鏡法(長さ5 $\mu$ m以上、幅0.2 $\mu$ m以上)					分析走査電子顕微鏡法(長さ1 $\mu$ m以上、幅0.01 $\mu$ m以上)				
					繊維数濃度(本/L)		繊維数濃度(本/L)				繊維数濃度(本/L)					繊維数濃度(本/L)				
					石綿	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石綿繊維	その他繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石綿繊維	その他繊維数
9	解体現場	千葉県	千葉市	—	0.06	0.11	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	8.9
					ND	0.09	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	4.9
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	4.5
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	1.9	ND	ND	ND	ND	3.7
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.11	ND	0.2	ND	ND	2.1	ND	0.2	ND	ND	4.5
					0.19	20	ND	0.74	ND	14	ND	20	ND	ND	1.9	ND	22	ND	ND	3.9
12	解体現場	山梨県	南巨摩郡	—	ND	0.94	ND	ND	ND	0.85	ND	0.2	ND	ND	3.9	ND	0.2	ND	ND	7.3
					ND	0.34	ND	ND	ND	0.74	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	5.1	
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.06	ND	0.4	ND	ND	1.9	ND	0.4	ND	ND	3.7
					ND	0.45	ND	ND	ND	0.51	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	ND	4.9
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	5.1
					0.25	21	ND	0.12	ND	14	ND	22	ND	ND	7.5	ND	24	ND	ND	10
17	解体現場	大分県	大分市	—	0.17	12	ND	ND	ND	2.2	0.5	ND	ND	ND	19	0.5	ND	ND	ND	26
					ND	0.68	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	2.7	ND	ND	ND	ND	6.1
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	3.1
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.00	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	4.9
					ND	0.43	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	4.5
					0.17	2.7	ND	ND	ND	1.3	0.2	ND	ND	ND	5.7	0.2	ND	ND	ND	9.3
18	内陸山間地域	宮城県	遠田郡	国設鹿岳局	0.06	0.79	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	4.1
					ND	0.34	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND	2.9
					ND	0.68	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	3.7
					ND	0.65	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	4.1
					0.06	0.45	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.9	ND	ND	ND	ND	4.3
					ND	0.51	ND	ND	ND	0.23	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND	5.1
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	3.9
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	6.3
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	5.3
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	ND	ND	ND	4.1
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.00	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	2.3
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.00	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	4.9

表Ⅲ-1(2) 分散染色法、分析走査電子顕微鏡法による計数結果

地域番号	地域分類	都道府県	市又は郡	地域名・事務所等	光学顕微鏡法		分散染色法				分析走査電子顕微鏡法(長さ5 $\mu$ m以上、幅0.2 $\mu$ m以上)					分析走査電子顕微鏡法(長さ1 $\mu$ m以上、幅0.01 $\mu$ m以上)				
					繊維数濃度(本/L)		繊維数濃度(本/L)				繊維数濃度(本/L)					繊維数濃度(本/L)				
					石綿	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	総繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石綿繊維	その他繊維数	クリソタイル	アモサイト	クロシドライト	その他石綿繊維	その他繊維数
19	離島地域	島根県	隠岐郡	国設隠岐局	ND	0.34	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	ND	ND	ND	3.3
					ND	0.28	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	5.1
					0.06	0.28	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	0.3	ND	ND	ND	ND	3.7
					ND	0.40	ND	ND	ND	0.34	ND	ND	ND	ND	1.5	ND	ND	ND	ND	3.7
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	2.1	ND	ND	ND	ND	4.3
					ND	0.28	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	4.3
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	2.9	ND	ND	ND	ND	5.3
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.9	ND	ND	ND	ND	4.9
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	5.1
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	5.3
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	3.3
ND	0.06	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	4.7					
20	離島地域	長崎県	対馬市	国設対馬酸性雨測定所	ND	0.23	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	1.7	ND	ND	ND	ND	10
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	3.3	ND	ND	ND	ND	10
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	9.9
					ND	0.28	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	3.5	ND	ND	ND	ND	10
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	2.7	ND	ND	ND	ND	12
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	9.1
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	3.3	ND	ND	ND	ND	7.1
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	ND	ND	ND	3.9
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	4.7
					ND	0.06	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	5.1
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.11	ND	ND	ND	ND	0.9	ND	ND	ND	ND	5.3
ND	0.17	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	5.5					
21	離島地域	沖縄県	国頭郡	国設辺戸岬酸性雨測定所	ND	0.17	ND	ND	ND	0.06	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	4.7
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	2.1	ND	ND	ND	ND	6.3
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.00	ND	ND	ND	ND	1.1	ND	ND	ND	ND	5.9
					ND	0.45	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	2.1	ND	ND	ND	ND	6.7
					ND	0.23	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	0.7	ND	ND	ND	ND	3.7
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	1.3	ND	ND	ND	ND	5.5
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	9.5
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	7.5
					ND	0.11	ND	ND	ND	0.28	ND	ND	ND	ND	2.5	ND	ND	ND	ND	7.5
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	2.3	ND	ND	ND	ND	8.9
					ND	0.17	ND	ND	ND	0.22	ND	ND	ND	ND	1.9	ND	ND	ND	ND	6.9
ND	0.11	ND	ND	ND	0.17	ND	ND	ND	ND	3.1	ND	ND	ND	ND	6.5					



図Ⅲ-1 光学顕微鏡法と分散染色法・分析走査電子顕微鏡法の総繊維数濃度の相関

分散染色法及び分析走査電子顕微鏡法の計数結果から確認された測定結果の概要は、表Ⅲ-2に示すとおりである。

表Ⅲ-2 分散染色法の計数結果及び分析走査電子顕微鏡法の測定結果の概要

地域番号	地域分類	都道府県・市又は郡 地域名・事業所等	確認事項	概要
9	解体現場等	千葉県千葉市	光学顕微鏡法において、総繊維数濃度が比較的高濃度であった。	排出口において、分析走査電子顕微鏡法により総繊維の大半がアモサイトとして確認された。分散染色法でもアモサイトが確認されたが、その濃度レベルは1本/L以下であった。
12	解体現場等	山梨県南巨摩郡		前室において、分析走査電子顕微鏡法により総繊維の大半がアモサイトとして確認された。分散染色法でもアモサイトが確認されたが、その濃度レベルは1本/L以下であった。
17	解体現場等	大分県大分市		分析走査電子顕微鏡法により、クリソタイルが若干確認されたが、分散染色法では確認されなかった。繊維種の大半は、硫酸カルシウム等の無機繊維であった。
18	内陸山間地域	国設笹岳局	バックグラウンド地域における繊維種の同定を行うため。	光学顕微鏡法、分散染色法、分析走査電子顕微鏡法ともアスベスト繊維は確認されず、総繊維濃度も比較的低かった。
19	離島地域	国設隠岐局		
20	離島地域	国設対馬酸性雨測定所		
21	離島地域	国設辺戸岬酸性雨測定所		

以上の結果から、下記の点が考察される。

- ① クリソタイル以外のアスベスト繊維を確認する方法として、分散染色法と分析走査電子顕微鏡法を実施したが、分散染色法ではやや低く計数される傾向が見られた。確認方法として、分散染色法のみではなく、分析走査電子顕微鏡法との併用が望ましいと考えられる。

## 第Ⅳ章 アスベストモニタリングマニュアル改訂案の作成

平成 20 年度のアスベスト大気濃度調査に関する検討会においては、アスベストモニタリングマニュアルの改訂についての検討も行った。当初は、平成 19 年度検討会において検討した改訂原案を修正・充実させて、平成 20 年度中に第 4 版として公表する方針で検討を行ってきたが、現行の光学顕微鏡法、特に生物顕微鏡法の問題点などの議論から、大幅な変更が必要であるとの方向性が示された。

そのため、本年度の検討会での改訂版の公表は見送り、来年度での改訂版公表に向けて再度、改訂方針について検討を行うこととなった。

### 1. アスベストモニタリングマニュアル改訂に向けての来年度の検討方針（案）

#### 1) 一般環境大気のモニタリング方法について

##### (1) 改訂基本方針

光学顕微鏡法(透明化した試料を位相差顕微鏡と生物顕微鏡の計数差によりクリソタイルを検出)による石綿濃度の測定方法から、位相差顕微鏡で総繊維濃度を測定する方法に変更することを検討する。そのために、以下を行う。

- ①総繊維濃度からアスベスト以外の繊維をできるだけ除外できる方法を検討する  
(例えば低温灰化法、アスベスト様繊維写真データベースの作成)
- ②「総繊維濃度が一定以上の高い値を示した場合に電子顕微鏡法 (SEM、TEM) でアスベスト濃度を同定する」と規定するための基準を検討する。

##### (2) 改訂の具体的内容の検討

###### ①光学顕微鏡法の見直し

###### ア 低温灰化法<sup>1)</sup>

前処理としてサンプルを低温灰化することにより、サンプルから不純物としての有機繊維を除去し、無機繊維のみを計数できるようにする方法。ただし、無機総繊維数の中には、石綿以外の無機繊維数も含まれることになるので、データの扱いには注意を要する。また、設備にかかるコストの問題もある。

- 1) JIS3180-1「空気中の繊維状粒子測定方法-第1部光学顕微鏡及び走査電子顕微鏡法」においても6.1位相差・分散顕微鏡法における標本の作製に採用されている。

###### イ 無機総繊維数の指標数値の設定

光学顕微鏡法で測定した無機総繊維数が一定数以上であれば、A-SEM 法等で確認調査を行う、という手順にするために、具体的な指標数値を設定する。ただし、一定数以下であった検体については石綿繊維数としての値が得られない、という問題がある。

###### ウ アスベスト類似繊維の形態写真データベースによる精度向上

繊維の写真等を用いて、繊維の判別基準となるデータベースを構築した上、繊維の形状のみで石綿繊維の同定を行う。ただし、観察者の技術の育成等の問題がある。

## ②新たな分析方法のマニュアル化

### ア 偏光顕微鏡法

結晶構造を判別する方法で、定性分析に適している。アメリカなど海外での分析例も多い。ただし、細い繊維の確認が困難であり、また視野中心でないと偏光の確認ができないなど、観察者の技術トレーニングが不可欠である。

### イ 蛍光顕微鏡法

クリソタイル、角閃石系を特異的に発光させることにより計測する方法。現場での迅速な測定にも対応できる可能性はある。しかし、実績が少ないため、検討の余地は多分にある。

## ③一般大気環境と解体現場周辺で測定方法を分けたマニュアルの作成

現マニュアルにおける測定方法をベースとして多少改訂したものを一般大気環境用とし、それとは別に、解体現場周辺で迅速に測定するための測定方法のマニュアル化を検討する。

## 海外の気中アスベスト測定方法に関する調査結果



# 1 海外の気中アスベスト測定方法調査のまとめ

海外における、作業環境、排ガス、大気環境等の気中アスベストの測定方法について調査した結果の概略を、次ページのとりまとめ表に示す。

アメリカ、イギリス、カナダ、EUについての詳細は（別紙）に示す。

調査結果の概略は以下のとおりである。

- ・作業環境は全ての国で規制があるが、0.01（韓国）～1（カナダ）f/cm<sup>3</sup>と規制値には開きがある
- ・アメリカ、イギリスではクリアランスの基準を設けている。
- ・アメリカ、カナダ、EUでは排ガスの規制がある。
- ・アメリカ、カナダ、イギリス、EUで用いられている気中アスベスト濃度の分析法では、主にPCMによる総繊維数の計数が行われている。
- ・日本では、位相差顕微鏡と生物顕微鏡を切り替えて計数する方法や分散染色法が用いられているが、これらの手法は今回調査した国々では用いられておらず、アスベスト繊維を見分ける方法としては主として電子顕微鏡が用いられていた。
- ・PCMを用いる分析法ではすべて、繊維の定義として5 $\mu$ m、アスペクト比3が基準となっているが、詳細な計数ルールには、アメリカのNIOSH 7400では繊維の太さの制限はないが、世界保健機関推奨法では繊維の幅の制限が3 $\mu$ mとなっている等の違いもある。

表 海外の気中アスベスト測定方法のまとめ（1）

		アメリカ	イギリス	カナダ	EU	韓国
作業環境	規定する法律・規格	国立労働安全衛生研究所 NIOSH (7400, 7402) が主、他に 米国労働安全衛生庁 OSHA ID-160 米国材料試験協会 ASTM D-7200	アスベスト管理規則 2006	カナダ労働安全衛生規則	WHO Recommended method	多重利用施設などの 室内空気質管理法(環境省、2004年 5月)
	分析方法	NIOSH : 位相差顕微鏡法 (7400) 透過電子顕微鏡法 (7402) OSHA : 位相差顕微鏡法 ASTM : 位相差顕微鏡法 透過電子顕微鏡法	位相差顕微鏡法 (WHO Recommended method) と 同等法 他に同等法として「アス ベスト: サンプルング、 分析、クリアランスに関 するアナリストガイド」 HSG248 同定法として MDHS87 で位 相差顕微鏡と偏光顕微鏡 や蛍光顕微鏡の併用、 SEM、TEM	NIOSH (アメリカ) と同じ と記載されている 位相差顕微鏡法 電子顕微鏡法	位相差顕微鏡法	偏光顕微鏡法 X-線回折技法 (廃棄物工程試験 基準上の石綿分析 方法)
	基準 (f/cm <sup>3</sup> )	0.1	0.1	1	0.1	0.01 室内空気の基準を 適用
	位相差顕微鏡法	NIOSH (7400)	WHO Recommended method	NIOSH(アメリカ)に同じ (←アメリカ欄参照)	WHO Recommended method (←イギリス欄参照)	—
	前処理方法	アセトン-トリアセチン	アセトン-トリアセチン	—	—	—
	計数方法	視野	視野	—	—	—
		100本 (20視野以上) または100視野 中心部から放射状	100本 (20視野以上) または100視野 ランダム	—	—	—
	繊維の長さ、太さ	長さ5μm以上かつ アスペクト比3以上 (巾3μm以上もカウ ント)	長さ5μm以上かつ アスペクト比3以上かつ 太さ3μm未満	—	—	—
	粒子付着	粒子を無視(数える)	粒子を無視(数える)	—	—	—

表 海外の気中アスベスト測定方法のまとめ（２）

		アメリカ	イギリス	カナダ	EU	韓国	
クリアランス	規定する法律・規格	AHERA（アスベスト公害対策緊急法）	WHO Recommended method	なし	なし	なし	
	分析方法	透過電子顕微鏡法	位相差顕微鏡法	—	—	—	
	基準 (f/cm <sup>3</sup> )	外気と有意差がないまたは検出下限以下であること	0.01	—	—	—	
排ガス	規定する法律・規格	米国連邦規制集	なし	カナダ環境保護法、アスベスト鉱山と粉砕設備からの排出規制	理事会指令 87/217/EEC	なし	
	分析方法	—	—	位相差顕微鏡法	重量分析法 位相差顕微鏡法	—	
	基準 (f/cm <sup>3</sup> )	目に見えるアスベストの排出がないこと	—	2	(2) 0.1mg/m <sup>3</sup>	—	
	位相差顕微鏡法	—	—	—	87/477/EEC 付録 I 位相差顕微鏡法	—	
	前処理方法	—	—	フタル酸ジメチル、シユウ酸ジエチル	—	—	
	計数方法	視野	—	—	計 100 視野 (中心 25 周辺 75)	(ヨーロッパ標準法)	—
		繊維の長さ、太さ	—	—	5μm 超かつ アスペクト比 3 以上	長さ 5μm 超かつ アスペクト比 3 以上かつ 太さ 3μm 未満	—
粒子付着		—	—	数えない	—	—	
大気環境	規定する法律・規格	なし	なし	なし	なし	なし	

(別紙)

海外の気中アスベスト測定方法調査結果詳細  
(アメリカ、イギリス、カナダ、EU)

## 目 次

I 概要.....	別-1
II 各国の分析方法.....	別-3
1. アメリカ.....	別-3
1.1 カテゴリー別分析法の概要.....	別-3
(1)作業環境.....	別-3
(2)排ガス.....	別-3
(3)クリアランス.....	別-3
1.2 分析法の詳細.....	別-4
1.2.1 NIOSH 7400.....	別-6
1.2.2 NIOSH 7402.....	別-9
2 カナダ.....	別-10
2.1 カテゴリー別分析法の概要.....	別-10
(1)作業環境.....	別-10
(2)排出ガス.....	別-10
(3)クリアランス.....	別-10
2.2 分析法の詳細.....	別-10
2.2.1排出源標準分析法.....	別-10
3 イギリス.....	別-12
3.1 カテゴリー別分析法の概要.....	別-12
(1)作業環境.....	別-12
(2)排出ガス.....	別-12
(3)クリアランス.....	別-12
3.2 分析法の詳細.....	別-12
3.2.1 世界保健機関推奨法.....	別-12
3.2.2 HSG248.....	別-16
4 EU.....	別-17
4.1 カテゴリー別分析法の概要.....	別-17
(1)作業環境.....	別-17
(2)排出ガス.....	別-17
(3)クリアランス.....	別-17
4.2 分析法の詳細.....	別-17
5 まとめ.....	別-19

## I 概要

我が国の大気中アスベスト分析方法としては、位相差顕微鏡 (Phase Contrast Microscope, 以下 PCM とする)と生物顕微鏡を切り替える環境省モニタリングマニュアル等の方法が広く採用されている。また同マニュアルには、参考法として分析走査電子顕微鏡法や分析透過電子顕微鏡法、PCM を用いた分散染色法が記載されている。

海外でも大気中アスベスト分析方法として、主に PCM が採用されているが、用いられるフィルタの種類、前処理方法、計数のルール等には異なる点が見られる。

本調査業務では、海外（アメリカ、イギリス、カナダ、EU）で採用されている大気中アスベストの分析方法の知見を広げるため、詳細な比較検討を行い整理、評価を行った。

[海外の大気中アスベスト分析方法の概要]

カテゴリー	アメリカ	イギリス	カナダ	EU
作業環境	<p>【NIOSH 7400】 位相差顕微鏡法</p> <p>【OSHA ID-160】 位相差顕微鏡法</p> <p>【NIOSH 7402】 透過電子顕微鏡法</p> <p>【ASTM D-7200】 位相差顕微鏡法 透過電子顕微鏡法</p> <p>基準：0.1f/cm<sup>3</sup></p>	<p>【WHO 推奨法】 位相差顕微鏡法</p> <p>【HSG248】 位相差顕微鏡法</p> <p>基準：0.1f/cm<sup>3</sup></p>	<p>【NIOSH】 (アメリカと同じ) 位相差顕微鏡法 電子顕微鏡法</p> <p>基準：1f/cm<sup>3</sup></p>	<p>【WHO 推奨法】 位相差顕微鏡法</p> <p>基準：0.1f/cm<sup>3</sup></p>
排ガス	<p>排出ガスの基準：目に見えるアスベストの排出がないこと (米国連邦規制集)</p>	なし	<p>【排出源標準分析法】 位相差顕微鏡法</p> <p>排出ガスの基準：2f/cm<sup>3</sup></p>	<p>【理事会指令 87/217/EEC】 重量分析法 位相差顕微鏡法</p> <p>排出ガスの基準：0.1mg/m<sup>3</sup></p>
クリアランス	<p>【AHERA】 透過電子顕微鏡法 位相差顕微鏡法</p> <p>基準：外気と有意差がない、または検出下限未満であること</p>	<p>【WHO 推奨法】 位相差顕微鏡法</p> <p>基準：0.01f/cm<sup>3</sup></p>	なし	なし

## II 各国の分析方法

### 1. アメリカ

#### 1.1 カテゴリー別分析法の概要

##### (1)作業環境

作業環境の管理濃度は 0.1f/L (米国連邦規則集 29 パート 1910 下位区分 Z-有毒・有害物質) である。対応する分析法は、PCM によるものとして国立労働安全衛生研究所 (National Institute of Occupational Safety and Health: NIOSH) が定めた NIOSH 7400、米国労働安全衛生庁 (Occupational Safety and Health Administration: OSHA) が定めた OSHA ID-160、透過電子顕微鏡 (Transmission Electron Microscope, 以下 TEM) によるものとして NIOSH 7402 が存在する。

なお、米国材料試験協会 (American Society for Testing and Materials: ASTM) が定めた ASTM D-7200 は NIOSH、OSHA の方法を基本としており、PCM と必要に応じて TEM を用いて空気中のアスベスト濃度を計測する方法である。NIOSH 7400 と OSHA ID-160 の相違点は吸引速度の制限のみ (NIOSH は 0.5-16L/min、OSHA は 0.5-5L/min) で、実際の作業環境の測定では、多くの場合 NIOSH 7400 が採用されている。

NIOSH 7402 は NIOSH 7400 を補完するもので、PCM で検出された繊維が実際にアスベストであるかどうかを TEM により特定する方法で、計数の対象も光学顕微鏡で見える  $0.25\mu\text{m}$  より太い繊維に限定されている。

##### (2)排ガス

アスベストを取り扱う工場などからの排ガス中のアスベスト濃度については、基準値は特に無く、目に見える放出がないこととされている (米国連邦規則集 40 パート 61 下位区分 M-国内アスベスト放出基準)。

##### (3)クリアランス

1986 年にアスベスト汚染緊急対策法 (Asbestos Hazard Emergency Response Act: AHERA) が有害物質規制法の第 2 部として成立し、学校施設のアスベスト除去工事後に行うクリアランス測定の手順の詳細が定められた。通常 AHERA と呼ばれているこの方法では、養生内と養生の外それぞれ最低 5 箇所と同時に大気サンプリングを行い、TEM または PCM で分析することとなっている (米国連邦規則集 40 パート 763 下位区分 E-学校のアスベスト含有物質)。PCM を用いることができるのは吹付け面積が 160 平方フィート以下の場合または直線で 260 フィート以下の場合である。除去・封じ込め作業が完了とみなせるのは、以下の場合である。

- ・ TEM で分析して養生内と養生の外での結果に統計的な差がない場合
- ・ 径 25mm のフィルタで吸引量が 1,199L 以上または、37mm のフィルタで吸引量が 2,799L 以上で、TEM で分析したときの平均の繊維濃度がフィルターのバックグラウンド値  $70\text{ s/mm}^2$  (s: structure) を超えない場合
- ・ NIOSH 7400 により PCM で分析した結果、5 つの試料すべてについて繊維濃度が定量下限値  $0.01\text{ f/mm}^2$  以下になる場合 (吹付け面積が 160 平方フィートまたは直線で 260 フィート以下の場合に限る)

## 1.2 分析法の詳細

### 1.2.1 NIOSH 7400

1989年に初めて制定され、現在使用されているのは1994年に改定された第四版である。適用範囲は、吸引量1000Lの場合0.04～0.5f/mLである。検出下限は7f/mm<sup>2</sup>で吸引量と妨害粒子の量に依存するが、妨害粒子がない場合は0.01f/mLを下回る。この分析法は空気中の繊維濃度を測定するためのものである。PCMはアスベストと非アスベスト繊維を見分けることはできないが、主としてアスベスト繊維濃度を見積もるのに使われる。繊維の同定を補助するため電子顕微鏡（NIOSH 7402）とともにこの分析法を用いる。太さが約0.25μmより細い繊維はこの分析法では検出されない。この分析法は、別の計数ルールを使うことにより、繊維状ガラスなど他の物質に対しても用いることができる。

ある特定の種類の繊維に対して用いる場合、その他の種類の繊維はすべて妨害となる。鎖状につながった粒子も繊維状に見える場合がある。非繊維状の塵粒子が視野を覆い隠してしまつて検出下限が押し上げられる場合もある。

#### 【使用する試薬】

アセトン、トリアセチン

#### 【使用器具】

- ・ サンプラー：φ25mmの3ピースのカセットで50mmの覆いと孔径0.45-1.2μmのセルロースエステルフィルタ、支持パッドが付いているもの
- ・ 吸引ポンプ
- ・ スライドガラス：洗浄済みのもの。25×75mm
- ・ カバーガラス：22×22mm
- ・ アセトン蒸着装置
- ・ 位相差顕微鏡顕微鏡：ポジティブコントラスト、緑または青色フィルタ付。可変視野絞り。接眼レンズ倍率8-10、位相差対物レンズ倍率40-45（観察倍率約400倍）；開口数0.65から0.75
- ・ グレーティクル：ウォルトンベケットタイプの試料面で直径100μmになる円があるもの（G-22型）
- ・ NSE/NPL位相差テストスライド
- ・ テレスコープレレンズ
- ・ マイクロメーター：最小目盛り0.01mm

#### 【サンプリング手順】

1. サンプラーをつないだ状態でポンプの流量を調整する
2. 個人サンプリングの場合には（ふたを開けた）サンプラーを作業者の襟元に取り付ける。サンプラーは下に向ける
3. 最低二つ（または全サンプル中10%、どちらか大きいほう）のフィールドブランクをとる。フィールドブランクはセットのほかのサンプルと同様に扱う。フィールドブランク用のカセットをサンプリング直前に他のカセットと同時に開ける。カセットの本体とふたは、他のカセットのふたと一緒に清浄な場所（密閉した袋など）にサンプリングの間保管しておく

4. 0.5L/min 以上でサンプリングをする。最適な正確度を得るため、流量  $Q$ (L/min)、吸引時間  $t$ (min) は繊維密度  $E$  が 100 から 1300f/mm<sup>2</sup> になるように調整する。これらの変数は基準値  $L$ (f/mL) と以下の式で関係している

$$t = \frac{A_c \cdot E}{Q \cdot L \cdot 10^3} \text{ min}$$

5. サンプリングが終わったら、蓋と栓をする  
6. サンプルの衝突や破損を防ぐため緩衝材を入れた入れ物で輸送する

#### 【前処理手順】

7. スライドガラス、カバーガラスにほこりが付いていないことを確認  
8. アセトン蒸着装置の電源を入れる  
9. 楔形に切り取ったフィルタを清浄なスライドガラスに載せる
- フィルタの約 25% を、ナイフで楔形に切り取り、採塵面を上に向けてスライドに載せる
  - スライドをアセトン蒸着装置に挿入し、アセトンを注入する。フィルタが透明化したら蒸着装置から取り出す
  - 5  $\mu$ L のマイクロピペットを使い、すぐにトリアセチンを 3.0–3.5  $\mu$ L フィルタに滴下する。泡が入らないよう少し角度をつけながら清浄なカバーガラスを載せる。カバーガラスに力をかけたり動かしたりしないようにする
  - 顕微鏡観察がしやすいように、フィルタの輪郭をペンでなぞる
  - ラッカーまたはマニキュアでスライドガラスとカバーガラスの縁を接着する。透明化とマウントが終わればすぐに分析を始められる

#### 【校正と品質管理】

10. 顕微鏡の調整。製造元の取り扱い説明に従う。最低 1 日に 1 回は製造元が供給するテレスコープレズ（またはベルトランレンズ）を使い、環状絞りと位相板の中心があっていることを確認する。各顕微鏡について、顕微鏡の清掃や保守を行った日付を記録しておく。
- 1 つの試料を分析するたびに以下の事を行う
    - コンデンサの絞りの位置で照明が視野全体にわたり均一となるように光源を調整する。可能であればケーラー照明を用いる。顕微鏡によっては、位相差用の光学系ではなく明視野で調整する必要がある
    - 粒子状物質で焦点を合わせる
    - 視野絞りがサンプルの中心と一致して焦点が合っていることを確認し、視野絞りを視野全体がちょうど照らされるだけ開く
  - 各分析者・顕微鏡の組み合わせにつき、位相差の検出限界を定期的に確認する
    - HSE/NPL 位相差テストスライドを位相差対物レンズの下で中心に合わせる
    - 刻まれている線のブロックをグレーティクルの中に入れて焦点を合わせる
    - 結像の状態が悪くなったときには顕微鏡の光学系を清掃する。問題が生じた場合は製造元に相談する
11. 繊維の数え直しについて、それぞれの計数者のその分析機関での精度を記録する

- a. 分析機関の品質保証プログラムの一環として、標準スライド 1 セットを日常的に使うように所有する。こうしたスライドは実サンプルと標準サンプルを含む、様々な塵の量や繊維量のフィルタのプレパラートからなっている。品質保証責任者は標準スライドの管理をし、各分析者につき 1 日に最低 1 枚の標準スライドを割り当てなければならない。標準スライドのラベルは定期的に張り替え、分析者がサンプルを見慣れてしまわないようにする
  - b. 繰り返しのブラインド測定から、各分析者の、あるいは分析者間の精度を見積もる。以下の繊維濃度の範囲それぞれについて、相対標準偏差を求める：100 視野に 5 から 20、100 視野に 20 超から 50、50 超から 100。これらのデータの管理チャートを保管する
12. 試料と一緒にフィールドブランクも前処理をする。それぞれのフィールドブランクの計数値を報告する。
  13. 計数したフィルタの 10%について、再計数を同じ分析者により行う。スライドは分析者以外の人間がラベルの付け直しを行う。以下の検定により、計数結果を偏りの可能性があるとして却下すべきかどうかを決定する：二つの計数値 ( $f/\text{mm}^2$ ) の二乗根の差が  $2.77(X)S_r$  ( $X$ ：二つの計数値の二乗根の平均、 $S_r$ は  $S_r/2$  で、 $S_r$ はその計数者の、その計数範囲での標準偏差) を超えた場合はそのサンプルを廃棄する
  14. この分析法は分析者に大きく依存するため、繊維計数のためにストレスのない、快適な環境を整えるよう注意する。周囲の照明は、目への負担を避けるため顕微鏡の視野と同程度にすることが望ましい。計数者は目の疲れを抑えるため 1-2 時間ごとに 10-20 分の休憩を取ることが推奨される
  15. 分析機関は AIHA(米国産業衛生協会、American Industrial Hygiene Association)と NIOSH が行っている分析熟達テストなどの熟達テストプログラムに参加しなければならない

### 【計測手順】

16. 較正済みの顕微鏡の対物レンズの下で、スライドをステージの中央に乗せる。フィルタの面に焦点を合わせる
17. 10 の要領で顕微鏡を調整する
18. 計数規則
  - a. 完全にグレーティクル内に入っている長さ  $5\mu\text{m}$  超の繊維はすべて数える
    - (1)  $5\mu\text{m}$  超の繊維のみ数える。曲がっている繊維は繊維に沿って長さを計測する
    - (2) 長さ-幅の比が 3:1 以上のもののみ数える
  - b. グレーティクルの境界と交差する繊維については
    - (1) 一方の端だけがグレーティクル内にあり、その繊維が上の a.b の規則に合っているなら 1/2 本と数える
    - (2) グレーティクルの境界を 2 回以上交差している繊維は数えない
    - (3) その他の繊維は数えない
  - c. 繊維の束は、それぞれの繊維を特定できないかぎり 1 本と数える
  - d. 繊維が 100 本に達するまで数える。最低 20 視野を数え、繊維数に係らず 100 視野で計数をやめる

19. フィルタの中心部分から計数を開始し、放射線状の線に沿って円周に向かって数えていく。フィルタを前後に動かし、逆向きに計数を続ける。グレーティクルは、メカニカルステージを動かす間、視野から目はずすことによりランダムに動かす。最低でもそれぞれの分析でフィルタの中心部から外縁部まで網羅するように気をつける。集積物や泡がグレーティクルの約 1/6 以上を占めている場合には、その視野は計数しない。計数しなかった視野は計数視野数の中に入れない。フィルタの端から 1mm 以内は計数してはいけない

### 【計算と結果報告】

20. 1 視野あたりの平均繊維数  $F/n_f$  からフィールドブランクの 1 視野あたりの平均繊維数  $B/n_b$  を引いてグレーティクルの視野面積  $A_f$  (約  $0.00785\text{mm}^2$ ) で割り、フィルタ上の繊維密度を計算する

$$E = \frac{F - B}{A_f \cdot \frac{n_f}{n_b}}, \text{fiber/mm}^2$$

繊維密度が  $1300 \text{ f/mm}^2$  を超えていてかつフィルタの 50%超が粒子で覆われている場合は、「計数不能」または「偏りのある可能性が高い」とする。それ以外で繊維密度が  $100\text{-}1300 \text{ f/mm}^2$  の範囲を外れる場合は「最適な範囲を超えている」「偏りのある可能性がある」と報告する

21. 採取された吸引量  $V$  (L)の繊維濃度  $C$  (f/mL)を、フィルタの有効捕集面積  $A_c$  ( $25\text{mm}$  のフィルタで約  $385\text{mm}^2$ ) を使って計算する

$$C = \frac{(E)(A_c)}{V \cdot 10^3}$$

22. それぞれの結果につき、分析機関内部と分析機関同士の標準偏差を報告する

### 1.2.2 NIOSH7402

1989 年に初めて制定され、現在使われているのは 1994 年に改定された第四版である。適用範囲は吸引量 1000L の場合 0.04 から  $0.5\text{f/mL}$  である。検出下限は吸引量と妨害粒子の量に依存するが、妨害粒子がない場合は  $0.01\text{f/mL}$  を下回る。この分析方法は光学顕微鏡で観察可能なアスベスト繊維を定量するために用いられ、NIOSH 7400 の結果を補完するものである。7400 と併用するように作られている。

### 【試薬】

アセトン

### 【使用器具】

サンプラー

吸引ポンプ

透過電子顕微鏡：約  $100\text{kV}$  で作動し、電子回折 (Electron diffraction: ED) とエネルギー分散型 X 線分光分析 (Energy-dispersive X-ray spectroscopy: EDX) ができるもので、較正目盛りが印されているもしくはかぶせられている蛍光画面が付いているもの

lins/mm が分かっている回折格子レプリカ

スライドガラス：洗浄済み、 $25 \times 75\text{mm}$

TEM 用グリッド：200 メッシュ、銅製

清浄なウレタンスポンジ：厚さ 12mm

真空蒸着装置

コルクローラー（コルク栓などにガラス管などを通せるように穴を開けるための器具）：約 8mm

アスベスト標準試料：NIST の SRM#1866 など

炭素棒：1mm×8mm

位相差顕微鏡

### 【サンプリング手順】

NIOSH 7400 と同じ

### 【前処理手順】

7. サンプルのフィルタとブランクのフィルタそれぞれからコルクローラーを使って円をくりぬく。  
3つ用意することでフィルタ上の捕集量の偏りの影響を抑えることができる
8. くりぬいたフィルタを清浄なスライドガラスに接着する。ペンでスライドに印をつける
9. スライドを、紙フィルタが 2-3ml のアセトンに浸されているペトリ皿に入れる。ふたをして、フィルタが透明になるまで 2-4 分待つ（これの代わりに、NIOSH 7400 の方法や DMF を使った透明化の方法を使っても良い）
10. スライドを真空蒸着装置の中の回転ステージに移す。透明化したフィルタの上に 1×5mm 分の炭素を蒸着する。スライドを清浄な、乾燥したペトリ皿に移す
11. 二つ目のペトリ皿を Jaffe wick washer として用意し、厚さ 12mm の清浄なウレタンスポンジの上に載せたフィルタまたはレンズペーパーを wicking substrate とする。スポンジとフィルタのふちを V 字に切り、その断片を、溶液を足す際につかう
12. TEM 用グリッドをフィルタまたはレンズペーパーに載せる。フィルタまたはペトリ皿に印をつける。フード内で、フィルタまたはレンズペーパーが完全に浸るまでペトリ皿にアセトンを満たす
13. 炭素蒸着されたフィルタの約 1/4 をスライドガラスからナイフとピンセットで取り除いたフィルタを、炭素の面を下にして注意深くアセトンの入ったペトリ皿のグリッドの上に載せる。すべてのフィルタを移動し終わったら、サンプルが乱されない範囲でアセトンをさらに注ぐ。ペトリ皿にふたをする。スライドガラスをペトリ皿の片端の下に入れ、ペトリ皿が傾くようにする

### 【校正と品質管理】

14. TEM の倍率を蛍光画面上で決定する
15. 200 メッシュの銅製グリッドからランダムに 20 目開きを選び、PCM で目開きの大きさを測る。大きさを測るには Walton-Beckett グレーティクルを使用する。1 目開きの平均の大きさを計算し、それをグリッドの平均の大きさと考え
16. アスベストの標準品を使って、標準の電子回折パターンを得る
17. アスベストの標準品を使って、標準の EDX パターンを得る

### 【計測手順】

18. 計数したすべての繊維について、16 と同様の手順で ED パターンを得て、そのパターンをクリソタイル、角閃石、不明瞭、その他の 4 種類に分類する
19. 繊維の EDX パターンを得る。ED の結果と合わせて、繊維を分類する
20. 計数とサイズ計測
  - a. サンプルを低倍率（×300-500）でスキャンする
  - b. 測定するべきグリッドの選び方を決めるため、低倍率（×500-1000）で繊維数を見積もる。1 グリッドに 5 本以下の場合は 40 目開き、5 から 25 本の場合は 40 目開きまたは 100 本まで、25 本を超える場合は最低 6 グリッド、100 本に達するまで計数する。また、グリッドは 3 つのグリッドのすべてから同じだけ選ぶ
  - c. 炭素の膜がしっかり付いている目開きだけを数える。太さが  $0.25\ \mu\text{m}$  超で繊維の定義に当てはまるもの（長さ  $5\ \mu\text{m}$  超、アスペクト比 3:1 以上）をすべて計数する。NIOSH 7400 で計数されるであろう繊維をすべて計数する。サイズの計測、EDX、ED は高倍率（×10000）で行う。グリッドにかかっている繊維は、見えている部分が  $2.5\ \mu\text{m}$  を超えていれば 1/2 本と数える
  - d. 計数結果を記録する。 $f_s$ 、 $f_b$  はそれぞれサンプルとブランクのアスベスト繊維の数。 $F_s$  と  $F_b$  はそれぞれサンプルとブランクの総繊維の数

### 【計算】

21. 光学顕微鏡で観察可能な繊維のうちの、アスベスト繊維の割合  $(f_s - f_b) / (F_s - F_b)$  を計算する
22. レポートには TEM と EDX 装置の製造元と型番を載せる

## 2 カナダ

### 2.1 カテゴリー別分析法の概要

#### (1)作業環境

作業環境のアスベスト（クリソタイル）濃度の基準は  $1f/cm^3$  である（カナダ労働安全衛生規則）。分析にはアメリカの NIOSH の方法を用いることとされている。

#### (2)排出ガス

アスベスト鉱山、アスベスト粉砕設備から環境への排出基準は  $2f/cm^3$  である（カナダ環境保護法、アスベスト鉱山と粉砕設備からの排出規制）。この排出ガス中のアスベスト濃度の測定方法は「排出源標準分析法：採掘・粉砕からのアスベスト放出の計測」によって行う。

#### (3)クリアランス

除去工事後のクリアランスの基準は特に定められていない。

## 2.2 分析法の詳細

### 2.2.1 排出源標準分析法

この方法はアスベストを扱う工場などのからのアスベスト排出を見積もるための分析法である。サンプリングは煙突内や集塵機周辺で行われる。サンプリングはサンプリングにより空気の流れが乱れないよう、周囲の流速と等しい流速で行われる。フィルタは径 47mm 孔径  $0.8\mu m$  のメンブレンフィルタが使われる。

#### 【前処理】

1. フタル酸ジメチルとシュウ酸ジエチルを 1:1 で混合したマウント用の溶液を用意する。この混合液 1mL につき 0.05g のフィルタを加え、フィルタが溶けるまでかき混ぜる
2. 採塵したフィルタを 8 等分に切り分ける
3. ガラス棒を使ってマウント溶液を清浄なスライドガラスの上に 1 滴載せる。多すぎないように気をつける
4. 採塵面を上にしてフィルタを載せ、注意してカバーガラスを載せる
5. 15 分ほどで透き通ってくるが計数は 1 時間待ってからしたほうが粒子状のものが見えなくなるので良い
6. カバーガラスが密閉されていない場合には 3 日以内に計数を行う。密閉されていれば 25 日以内でよいが、できるだけ早く計数する

#### 【光学系の調整と較正】

7. 顕微鏡の調整
  - a. 光源はコンデンサー絞りのところに焦点と中心があっていただなければならない
  - b. 観察対象に焦点があっていただなければならない
  - c. 視野絞りはサンプルと焦点・中心があっていて、視野全体がちょうど照らされるだけ開かれていただなければならない

d. 位相板と環状スリットは中心があっていなければならない

## 8. Porton Reticle の校正

a. Porton Reticle は接眼レンズに装着する、目盛り入りのガラス板で、円や長方形がかかれており、繊維の長さの測定や計数する視野の範囲を決めるのに使われる

### 【計数と計測】

9. 5 μm 超でアスペクト比 3:1 以上のもののみ数える

10. 完全に視野の中にある繊維は数える

11. 繊維が視野の外に出ている場合は、あらかじめ決めておいた 2 辺と交差している場合のみ計数する

12. フィルタの中心近くで 25 視野、外側で 75 視野の計 100 視野を計数する

13. 計数する視野を選ぶときは接眼レンズを覗かない

14. フィルタの中心部から外側に向かって直線状にスライドを動かして視野を選ぶ。端まで来ても 100 視野に達しなければ、平行な直線上で逆向きに動かして視野を選ぶ

a. 繊維の重なりが少なく妨害粒子がほとんどない場合を除き、20 本以上ある視野は数えない

b. 粒子の塊が視野の 1/6 以上を覆っている場合にはその視野を数えない

c. 粒子が付着した繊維は数えない

d. 焦点の位置を細かく調整して、繊維を見逃さないようにする

e. 最低 1 つはブランクのフィルタ (サンプルと同じように扱われ、吸引をしていないもの) を分析してバックグラウンド値を得る

f. 計数結果を記録する

### 【計算】

サンプルの吸引量は標準状態に補正して用いる

繊維濃度は

$$C = \frac{(S - B) \times (A)}{(f. a.) \times (V_s)}$$

ただし、C: アスベスト繊維濃度 f/mL、S: サンプルの 1 視野あたりの平均繊維数 f/mL、B: ブランクの 1 視野あたりの平均繊維数 f/mL、A: フィルタの有効面積 mm<sup>2</sup>、f.a.: 視野の面積 mm<sup>2</sup>、V<sub>s</sub>: 標準状態に補正したサンプルの吸引量 mL

### 3 イギリス

#### 3.1 カテゴリー別分析法の概要

##### (1)作業環境

作業環境の管理濃度は連続 4 時間の平均で  $0.1f/cm^3$  である。分析方法は世界保健機構推奨法またはそれと同等の方法と定められている（アスベスト管理規則 2006）。2005 年に、世界保健機関推奨法と同等の方法として「アスベスト：サンプリング、分析、クリアランスに関するアナリストガイド」HSG248 に空气中繊維濃度の測定方法が定められて、2006 年からそれまでの MDHS39/4 に代わって使われるようになった。また、アスベスト繊維を同定する方法として、MDHS87 があり、PCM と偏光顕微鏡、PCM と紫外線蛍光分析の併用や走査電子顕微鏡、透過電子顕微鏡の使用が定められている。

##### (2)排出ガス

排出ガス中のアスベストに関する基準は特に定められていない。

##### (3)クリアランス

HSG248 によると除去工事後のクリアランスの際には HSG248 に載っている方法で測定したアスベスト繊維濃度が  $0.01f/mL$  未満でなければならない。この値は吸引量 480L 以上、サンプラーの径 20mm 以上のときに確実に定量できる下限値にあたる。

#### 3.2 分析法の詳細

##### 3.2.1 世界保健機関推奨法

世界保健機関が行った労働環境中の気中繊維の評価方法を統一するためのプロジェクトにおいて、各国の専門家らにより既存の分析方法が比較検討され、PCM を使用した推奨される気中繊維の濃度測定法が決定された。

測定の原理は、既知量の空気を吸引ポンプによりメンブレンフィルタを通して吸引し、そのフィルタを透明化して顕微鏡用のスライドにしたうえで、PCM で繊維を数えて空气中的繊維濃度を計算するというものである。

##### 【サンプリング】

1. 径 25mm、孔径  $0.8-1.2\mu m$  のメンブレンフィルタを使用する。サンプルホルダーは覆いが付いているものを用いる
2. 流速は  $0.5-16L/min$  で、吸引量はフィルタ上の繊維の密度が  $100-650f/mm^2$  になるように調整する

##### 【前処理】

3. 屈折率が 1.51 を超える繊維についてはアセトンの蒸気で透明化してトリアセチンでマウントする。この方法で前処理したプレパラートは 1 年以上にわたり安定である
4. 屈折率が 1.51 以下のものについてはアセトンで透明化した後エッチングをして繊維を露出させ、水でマウントするが、この方法で前処理したプレパラートは不安定である

## 【分析】

5. ポジティブコントラストの位相差顕微鏡を用い、40倍の対物レンズを使い倍率400-600倍で観察する。Walton-Beckett グレーティクル、HSE/NPL Mark II テストスライド、マイクロメーター（長さ1mm、2 $\mu$ m刻み）を使用する。
6. 顕微鏡はHSE/NPLテストスライドのブロック5が見えるように調整し、6は部分的に見える程度、7は見えないようになっていなければならない
7. グレーティクルはWalton-Beckett グレーティクルを使用する。これは観察対象の面で100 $\mu$ mに見える円が描かれており、3 $\mu$ mと5 $\mu$ mの刻みの入った直線で4等分されている。円の周囲には計数対象となる繊維の長さ、太さ、アスペクト比を表す図形が描かれている。このグレーティクルの正確な大きさはマイクロメーターを使って測定する。

## 【計数と計測】

8. 最初に低倍率で、繊維の分布がフィルタ上で均一かどうかを確認する。著しい偏りが認められる場合には、そのフィルタを破棄する
9. 計数する視野はランダムに選ぶ。フィルタの端4mmは数えない。フィルタのグリッド線が視野を妨害している場合や視野の1/8超が繊維または粒子の塊で占められている場合、繊維が覆い隠されていて分析者が確実に計数できないと判断したときはその視野を棄却する。
10. 計数ルール
  - a. 長さ5 $\mu$ m超で太さ3 $\mu$ m未満、かつアスペクト比3:1超のもののみ数える
  - b. 条件に合うもので両端が視野の中に入っているものは1繊維と数える
  - c. 片方の端のみ視野に入っている場合は半繊維と数える
  - d. 両端が外にある繊維は数えない
  - e. 繊維の太さが場所により違う場合は平均的な太さで考える
  - f. 粒子が付着している場合は粒子を無視して考えるが、長さは見えている部分のみで判断する。ただし、粒子の両側で連続しているのが見える場合を除く
  - g. 枝分かれている繊維は1繊維と数え、太さは枝分かれていない部分で測る。数本の繊維が重なっている場合はそれぞれを1繊維と数える。繊維が絡まって見分けられない場合は0繊維とするが、全体として繊維の定義に当てはまるのであれば1繊維と数える
  - h. 100繊維または100視野を計数する。ただし、最低でも20視野は数える

### 【繊維濃度の計算】

(a) 各サンプルにつき気中繊維濃度は以下のように表される

$$c = 10^3 \cdot \frac{A \cdot N}{a \cdot n \cdot r \cdot t}$$

$c$ =繊維濃度 (f/mL)

$A$ =フィルタの有効面積 (mm<sup>2</sup>)

$N$ =計数総繊維数

$a$ =グレーティクルの面積 (mm<sup>2</sup>)

$n$ =計数された視野数

$r$ =吸引時の流速 (mL/min)

$t$ =吸引時間 (min)

または、以下のようにも表すことができる

$$c = 10^3 \cdot \frac{D^2 \cdot N}{d^2 \cdot n \cdot v}$$

$c$ =繊維濃度 (f/mL)

$D$ =フィルタの直径

$N$ =計数総繊維数

$d$ =グレーティクルの直径 (μm)

$n$ =計数された視野数

$v$ =吸引量 (L)

(b) 異なる吸引時間で複数のサンプルがとられた場合、時間加重平均濃度 ( $c_{twa}$ ) は

$$c_{twa} = \frac{\sum c_i \cdot t_i}{\sum t_i} = \frac{c_1 \cdot t_1 + c_2 \cdot t_2 + \dots + c_n \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}$$

$c_{twa}$ =時間加重平均濃度 (f/mL)

$c$ =1 サンプルの濃度 (f/mL)

$t$ =1 サンプルの吸引時間 (min)

$\sum t$ =サンプルの吸引時間の和 (min)

$\sum c_i \cdot t_i$ = $c_i$ と  $t_i$ の積の和

$n$ =サンプルの総数

### 【正確さ】

気中繊維濃度の真値を知る方法がないため、この分析法の絶対的な正確度は分からないが、サンプル評価の際に生じる偏りについては分かることがある。

一般的に顕微鏡分析者は高密度のサンプルについては数え落とし、低密度のサンプルについては数えすぎをする。比較的妨害粒子の少ない大気の試料であれば、最適なのは 100-1000f/mm<sup>2</sup> で、これを超えると過小評価に、これより低いと過大評価になる可能性がある。しかしながら、補正を加えてはならない。最適な範囲を外れているものについては、正確性が低いと報告するべきである。

妨害粒子が多い場合は妨害粒子に隠されて繊維が見えなくなる可能性があるが、これは顕微鏡分析者間での違いに比べれば影響が小さい。

分析者間や分析機関同士で計数結果が異なる可能性がある。このような違いは適切な訓練や分析機関内部での品質管理、熟達度テストなどにより最小にする必要がある。

### 【精度】

精度を悪くする要因としては、フィルタの一部分しか見ていないことや、フィルタ上の繊維分布の違い（統計的誤差）、分析法の違い（系統的誤差）、異なる分析者による計数の違いの可能性（主観による誤差）などがある。系統的誤差と主観による誤差は、用いる分析法を調和させ、分析者を訓練し、分析機関を確実に熟達度テストに参加させ、分析機関内部での品質管理を行うことで減らすことができる。このような対策を講じても、統計的変動は避けようがなく、それは計数繊維数とフィルタ上の繊維の分布に依存している。

繊維分布はポアソン分布で近似することができる。したがって、変動係数（CV）は計数繊維数を  $N$  とすると  $(1/\sqrt{N}) \times 100$  となる。繊維数が 100 であれば 10% である。

実際には主観的な変動も加わるため、変動係数はもっと大きくなる。適切な品質管理を行っていると、分析機関内部での変動係数は 100 繊維を超えるとそれ以上はあまり大きく向上しない。また、10 繊維未満では急激に精度が悪くなる（表）。

分析機関同士になると分析機関内と比べて変動係数は 2 倍あまりになり、品質管理が十分でなければもっと大きくなる可能性もある。

この分析法の中で特定した計数ルールは主観的な判断を最小にして精度を最適化できるように作られており、分析機関内、分析機関同士での精度の向上に寄与すると期待される。

N	変動係数 (%)	90%信頼限界	
		下限	上限
5	49	2.0	11.0
7	43	3.2	14.0
10	37	5.1	18.5
20	30	11.7	33.2
50	25	33	76
80	23	53	118
100	22	68	149
200	21	139	291

### 【測定下限】

100 視野を計数したときの真の平均計数値が 10 繊維の場合、実際の計数では 100 視野で 5 繊維以下になる可能性が 5% がある（表参照）。これはブランクフィルタの最大許容繊維数である。したがって、100 視野で 10 繊維がバックグラウンドを超えて計測可能な最低レベルと考えるのは妥当である。実際繊維濃度の測定下限は吸引量やフィルタの有効面積によって変わるが、240L のサンプルでフィルタの有効面積が 380mm<sup>2</sup> の場合、0.02f/mL に当たる。

### **3.2.2 HSG248**

この方法は世界保健機関推奨法と実質的に同じで、手順がより詳細に記述されている。

## 4 EU

### 4.1 カテゴリー別分析法の概要

#### (1)作業環境

作業環境の基準は1983年に出された理事会指令83/477/EECで、8時間の時間加重平均で0.1f/mLと決められた。分析法は当初理事会指令83/477/EECの付録部分のヨーロッパ標準法が使われていたが、2003年の改定で世界保健機関推奨法を用いることとされた。

#### (2)排出ガス

排出ガスの基準は理事会指令87/217/EECで0.1mg/m<sup>3</sup>とされており、分析法はこの理事会指令の付録に重量分析法と位相差顕微鏡法が紹介されている。位相差顕微鏡法では繊維数として結果が出るため、2f/cm<sup>3</sup>は0.1mg/m<sup>3</sup>と変換することとなっている。

#### (3)クリアランス

クリアランスに関してのEUでの規定は特に存在しない。

### 4.2 分析法の詳細

#### 4.2.1 理事会指令87/217/EEC 重量分析法

- ・ サンプリングは空気が層流になっているところで行う
- ・ サンプリングは周囲の流速と等しい流速で行う
- ・ サンプリング時間は秤量するのに十分な量が取れる時間行う
- ・ 使用するフィルタはガラス繊維性のものが望ましい
- ・ フィルタは0.3μmのエアロゾルを使ったDOPテストでろ過効率が99%以上のものでなければならない
- ・ 適切な高精度の天秤を使う必要がある
- ・ 秤量を正確に行うため、サンプリングの前後にフィルタの状態を整える必要がある
- ・ 計測の結果に加えて、温度、気圧、流速などのデータやサンプリング場所の見取り図、ダクトの大きさ、採取された大気量、計算方法などを記録する。これらの結果は標準の温度(273K)圧力(101.3kPa)で表す

#### 4.2.2 理事会指令87/217/EEC 計数法

- ・ 計数法を用いる場合は2f/mLを0.1mg/m<sup>3</sup>に変換する
- ・ 数えるべき繊維は長さ5μm超で幅3μm未満かつ長さとの比が3:1を超えるもので、理事会指令83/477/EECの付録Iにある位相差顕微鏡法で計数できるものである
- ・ サンプリングについての注意は重量法とほぼ同じで、サンプリング時間に関しては繊維の密度が100-600f/mm<sup>2</sup>になるように調整する
- ・ フィルタは径25mm孔径5μmで格子が印刷されたメンブレンフィルタが望ましい
- ・ フィルタは計数可能なアスベスト繊維に対して99%以上のろ過効率を持っていないなければならない
- ・ 繊維の計数はヨーロッパ標準法に従う
- ・ 計測の結果に加えて、温度、気圧、流速などのデータやサンプリング場所の見取り図、ダクトの

大きさ、採取された大気の種類、計算方法などを記録する。これらの結果は標準の温度（273K）圧力（101.3kPa）で表す。

## 5 まとめ

以下の表に、今回調査した分析方法の特徴をまとめる

	NIOSH 7400	NIOSH 7402	AHERA	WHO	カナダ鉱山	EU 重量分析法	EU 計数法
<b>対象</b>	作業環境	作業環境	クリアランス	作業環境、クリアランス	排出ガス	排出ガス	排出ガス
<b>分析方法</b>	位相差顕微鏡	透過型電子顕微鏡 (検出器)	透過型電子顕微鏡 (検出器)	位相差顕微鏡	位相差顕微鏡	電子天秤	位相差顕微鏡
<b>計測対象</b>	繊維	アスベスト繊維	アスベスト繊維	繊維	繊維	粒子	繊維
<b>フィルター</b>	MCE フィルタ 0.45-1.2 $\mu$ m $\phi$ 25mm	MCE フィルタ 0.45-1.2 $\mu$ m $\phi$ 25mm	MCE フィルタ <0.45 $\mu$ m PC フィルタ <0.40 $\mu$ m $\phi$ 25mm	MCE フィルタ 0.8-1.2 $\mu$ m $\phi$ 25mm	MCE フィルタ 0.8 $\mu$ m $\phi$ 37mm	ガラス繊維フィルタ 直径 0.3 $\mu$ m のエア ロゾルを用いたろ 過効率試験でのろ 過効率が 99%以上	MCE フィルタまた は硝酸セルロースフ ィルタ 5 $\mu$ m $\phi$ 25mm
<b>流量</b>	0.5-16 L/min	0.5-16 L/min	1-10 L/min	0.5-16 L/min	排気の流量に合わせる	排気の流量に合わせる	排気の流量に合わせる
<b>総吸引量</b>	>400 L	>400 L	記載なし	記載なし	吸引時間： $\leq$ 2 時間	記載なし	記載なし
<b>定量下限</b>	7 f/mm <sup>2</sup>	1 f/mm <sup>2</sup>	0.005 f/cm <sup>3</sup>	記載なし	記載なし	記載なし	記載なし

	NIOSH 7400	NIOSH 7402	AHERA	WHO	カナダ鉱山	EU 重量分析法	EU 計数法
前処理方法	フィルタの 1/4 を切り取ってスライドガラスに載せ、アセトンの蒸気を吹き付けてフィルタを透明化した後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスを載せる	フィルタから 3 箇所丸く切り抜き、スライドガラスに載せてアセトンに浸し、透明化する。カーボン蒸着を行い、フィルタの 1/4 を切り取って、蒸着面を下にしてアセトンに浸した TEM グリッドの上に乗せる	ポリカーボネートフィルタカーボン蒸着を行い、クロロフォルム洗浄してフィルタを溶かす。メンブレンフィルタの場合は、NIOSH 7402 とほぼ同じで、カーボン蒸着の前に低温プラズマ灰化を行う	フィルタの 1/4 を切り取ってスライドガラスに載せ、アセトンの蒸気を吹き付けてフィルタを透明化した後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスを載せる	フタル酸ジメチルとシュウ酸ジエチルを 1:1 で混合した溶液で透明化し、カバーガラスを載せる	記載なし	フィルタの 1/4 を切り取ってスライドガラスに載せ、アセトンの蒸気を吹き付けてフィルタを透明化した後、トリアセチンを滴下し、カバーガラスを載せる
計測倍数	x400	x500-1,000	x15,000-20,000	x400-600	x400-450	該当なし	x400-600
計測対象繊維形態 (サイズ、アスペクト比)	長さ：>5 μm 幅：制限なし アスペクト比：≥3:1	長さ：>5 μm 幅：>0.25 μm アスペクト比：≥3:1	長さ：>0.5 μm 幅：制限なし アスペクト比：≥5:1	長さ：>5 μm 幅：<3 μm アスペクト比：>3:1	長さ：>5 μm 幅：制限なし アスペクト比：≥3:1	該当なし	長さ：>5 μm 幅：<3 μm アスペクト比：>3:1
計測視野面積	0.00785mm <sup>2</sup> (φ 100 μm)	0.0057mm <sup>2</sup> (200 メッシュ)	0.0057mm <sup>2</sup> (200 メッシュ)	0.00785mm <sup>2</sup> (φ 100 μm)	測定前にそのつど計測	該当なし	0.00785mm <sup>2</sup>
計測視野数	20-100	6-40	記載なし	20-100	100	該当なし	20-100
最低計測本数	100	100	50	100	記載なし	該当なし	100

	NIOSH 7400	NIOSH 7402	ASHERA	WHO	カナダ鉱山	EU 重量分析法	EU 計数法
計算方法	試料のフィルタとブランクのフィルタの1mm <sup>2</sup> あたりの繊維数の差をとり、それにフィルタの有効面積をかけ、吸引量で割る	光学的に検出可能な繊維中のアスベスト繊維の割合を求め、それを同じフィルタの位相差顕微鏡の計数結果にかけてアスベスト繊維濃度を求める	クリアランスの場所とその外部で採取されたそれぞれ最低 5 個の試料に対して Z 検定を行う	計数された繊維数にフィルタの有効面積をかけ、視野面積と視野数、吸引量をかかけたもので割る	1 視野あたりの試料とブランクの繊維数の差にフィルタの有効面積をかけ、視野の面積と吸引量で割る。吸引量は実際に吸引した量を標準の温度・圧力状態に直したものをを用いる	記載なし	計数された繊維数にフィルタの有効面積をかけ、視野面積と視野数、吸引量をかかけたもので割る
その他特徴			アスベストが 50 本に達しない試料については、検出下限が 0.005 f/cm <sup>3</sup> になるまで計数				

アメリカ、カナダ、イギリス、EU で用いられている大気中アスベスト濃度の分析法では、主に PCM による総繊維数の計数が行われていることが明らかとなった。

日本では、アスベストを計数するために、位相差顕微鏡と生物顕微鏡を切り替えて計数する方法や分散染色法が用いられているが、これらの手法は今回調査した国々では用いられておらず、アスベスト繊維を見分ける方法としては主として電子顕微鏡が用いられていた。グレーティクルはカナダの排出源標準分析法以外の PCM 分析では、すべて直径  $100\mu\text{m}$  の Walton-Beckett グレーティクルが用いられていた。

繊維の定義として  $5\mu\text{m}$ 、アスペクト比 3:1 が基準となっている点は PCM を用いる分析法ですべて共通していたが、詳細な計数ルールには、アメリカの NIOSH 7400 では繊維の太さの制限はないが、世界保健機関推奨法では繊維の幅の制限が  $3\mu\text{m}$  となっている、NIOSH 7400 では繊維がグレーティクルの境界と 2 回以上交差している場合は数えないが、世界保健機関推奨法では両端が中に入っていれば 1 繊維として数えるなど、若干の違いが見られた。

今回調査した分析方法には精度管理に関する記述がなされており、分析機関内での精度管理の方法や、分析機関間の偏りを最小にするために行われる国ごとの精度管理プログラムについての記載が確認された。これは PCM による分析法は人間の目に頼っているため、統計的な誤差のほかに個人の主観による違いが影響する可能性があり、それを監視して最小に保つための仕組みが必要であることを示していると考えられる。