

浮遊微粒子測定例の紹介

Some Exsmples of Particulate Matters collected by High Volume Air Sampler.

Tosio Odaira

はじめに

大気中浮遊微粒子濃度の測定には、沓紙による重量測定法 (Hi-volume or Low-volume air-sampler 使用)、テープ沓紙による光の透過率・反射率の測定法 (Tape air sampler 使用) および光散乱方式による重量換算測定法 (Automatic aerosol Resister 使用) などがある。わが国における現状では、Tape air sampler による測定がもっとも多く行われている。しかし、この方法は、黒い煙による汚れ度合を示すインデックスを示すもので、重量濃度で示すものではなくかつ、沓紙の質・測定器光源の強弱などにより測定値の安定性に欠けるので、黒煙追放の時代にはそれなりの意味があったが、今日では問題のある方法である。浮遊微粒子濃度で大気汚染防止計画とその施策実施後の効果判定という評価を行うとするならば、現在のところでは、沓紙による重量測定法が採用されるべきである。

ここでは、Hi-volume air sampler を用いて測定された浮遊微粒子濃度について、東京都の資料および、大平が日本各地の国設大気汚染測定所の資料から算出した濃度分布について紹介する。

1. 都内における浮遊微粒子濃度

東京都が1965年8月から1969年1月の間に夏季・冬季に“スモッグ調査”として特別に調査した浮遊微粒子の測定値を表一1に、関係図を図1, 2, 3に示す。

一般的な傾向としては、夏季・冬季の季節では、冬季の方が濃度が高く、用途地域では住居地域が一番低い値

を示すようである。車道端では他の地域より2~3倍は高い値を示すようであるし、高さ別の濃度では一般に考えられているように上空に行くにしたがって濃度は低くなるようである。しかし、25mと127mでは余り顕著な相違はなく、225mになって明らかな差異を示し、この高さでは100~200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲に入るようである。都23区内の一般的な生活環境空気中の濃度は1966年の冬を除けば100~400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の範囲にあるようである。浮遊微粒子の成分とくに金属元素の分析値については、現在はデータを先づ集積することであり、評価の段階ではない。参考として1965年ニューヨーク市内で測定された浮遊微粒子濃度をいくつか表2に示す。

2. 日本各地における浮遊微粒子の濃度分布

厚生省が設置し各自治体が保守管理している国設大気汚染測定所で毎月2回(24時間連続) Hi-volume air sampler を用いて浮遊微粒子の測定を行なっている。これらの資料から、各地域によってどのような濃度分布 (Frequency distribution of Suspended Particulate Concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$) を示しているかを統計的に調べ、各パーセンタイルの値 (Frequency distribution-Percent) および各測定点の濃度分布を紹介する。

正規分布・対数正規分布・指数分布の3つの型を想定し、分布パラメータを算出し、想定した3つの分布型のうちのどの分布がもっとも実測値頻度分布に近いかを統計的に決定するため“ χ^2 -検定”を有意水準5%で行なった。その結果を表3に示す。表中、分布パラメーター欄

表1 都内における浮遊微粒子濃度 (1965年8月~1969年1月)

(Hi-volume air sampler 使用)

測年月 日	測定点	周辺 の境	検 体 数	濃 度	分 析 内 容 $\mu\text{g}/\text{m}^3$										採 取 時 間			
					全量	Cd	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	灰分	可燃分		SO ₄	NO ₃	
1965年 8月20日 ~ 9月2日	羽田地方 航空台	工(海 岸) 業	36	平均 最大 最小	218 510 95				5.4 11.6 2.3					(35) 73.1 210 10	(35) 148.5 310 90	23.8 83.4 3.5	6.7 22.2 0.9	昼夜(24時間)
"	都舎 第一 庁(屋 上)	商 業	22	平均 最大 最小	269 650 110			8.1 17.5 3.7			*	0.7 1.9 0.1	94.5 300 40	290 300 50	29.8 80 10.1	7.0 18.8 1.1		同 上 ※ 2 時間採取21検体
"	東京 タワー 25m	"	36	平均 最大 最小	148 310 56			3.2 4.8 1.5			*	0.7 2.5 0.0	(33) 43.5 6	(33) 108.8 210 60	14.3 32.6 3.4	3.5 8.2 0.4		同 上 ※ 2 時間採取31検体
"	東京 タワー 127m	"	13	平均 最大 最小	236 430 150			5.0 12.5 1.2			*	0.9 2.8 0.1	59.2 160 20	176.9 330 110	27.9 65.1 9.1	6.2 16.3 0.7		10 ~ 16 時 ※ 2 時間採取25検体
12月3日 ~ 16日	羽田地方 航空台	工(海 岸) 業	24	平均 最大 最小	336 960 93			9.8 17.4 4.3					(23) 118 340 10	(23) 228 620 40	20.6 58 3.3	6.8 20 1.2	昼夜(24時間)	
"	都舎 第一 庁(屋 上)	商 業	21	平均 最大 最小	409 1430 36			12.8 88.5 0.0			*	5.0 13.6 0.9	154 670 10	282 760 30	18.5 48.0 1.0	9.3 46 1.8		同 上 ※ 2 時間採取12検体
12月3日 ~ 9日	東京 タワー 25m	"	20	平均 最大 最小	393 840 97			11.2 23.2 4.6			*	1.7 3.9 0.6	117 280 2	294 560 80	18.8 38 4.4	7.2 24 1.8		同 上 ※ 2 時間採取15検体
1965年 12月3日 ~ 9日	東京 タワー 127m	商 業	9	平均 最大 最小	277 490 78			11.2 25.6 7.5			*	3.04 26.9 0.1	72 110 20	237 380 60	18.9 38.0 2.9	12.7 27.0 3.2		10 ~ 16 時 ※ 2 時間15検体
12月10日	高 速 道 路 本 町 口	車 道 端	1	平均 最大 最小	2520			16.0					1140 1380	48 3.8			11時40分~18時	
1966年 8月19日 ~ 9月1日	羽田地方 航空台	工(海 岸) 業	38	平均 最大 最小	204 3030 20										40.6 560 13	5.2 83.3 0.0	昼夜(24時間)	

"	都 衛 研	住 居	37	平均 最大 最小	209 410 110													22.1 38.7 12.9	3.7 8.8 0.0	同 上	
"	東京 タワー 25m	商 業	39	平均 最大 最小	243 530 100													30.7 50.3 15.8	4.3 13.3 0.0	同 上	
"	東京 タワー 127m	商 業	13	平均 最大 最小	288 630 100													33.6 54.3 15.3	6.58 13.3 1.8	10 ~ 16 時	
8 月23 日 ～ 9月1日	東京 タワー 225m	商 業	11	平均 最大 最小	128 210 80													17.6 36.9 9.3	2.9 4.6 0.8	24時間連続	
1966年 8 月24 日 ～ 27日	八 王 子 保 健 所	商 業 (三 多 摩)	10	平均 最大 最小	266 420 120													30.4 59.5 12.7	7.4 17.1 1.4	昼夜 (24時間)	
12月 2 日 ～ 13日	都 舎 第 一 庁 (屋 上)	商 業	10	平均 最大 最小	595 1370 250													60.1 109.7 20.5	9.8 15.8 8.0	10 ~ 16 時	
12月 2 日 ～ 13日	都 衛 研	住 居	9	平均 最大 最小	568 1150 290													37.3 46.7 17.5	6.4 8.5 3.9	10 ~ 16 時	
"	東京 タワー 25m	商 業	25	平均 最大 最小	476 1390 180													48.8 144.0 25.1	7.9 14.3 2.4	昼夜 (24時間)	
"	東京 タワー 127m	商 業	9	平均 最大 最小	391 920 200													44.3 102.9 28.3	12.0 17.1 8.2	10 ~ 16 時	
"	東京 タワー 225m	商 業	8	平均 最大 最小	93 200 40													8.8 20.8 4.5	2.1 3.6 1.1	昼夜 (24時間)	
1967年 8 月11 日 ～ 24日	都 舎 第 一 庁 (屋 上)	商 業	13	平均 最大 最小	215 337 124	0.01 0.03 0.01	0.18 0.28 0.11	7.2 11.4 4.2	20.27 40.39 20.21	0.94 1.55 0.68											24時間連続

1967年 8月11日 ～ 24日	都 衛 研	住 居	12	平均 最大 最小	1560.01 2690.03 830.00	0.18 0.43 0.10	4.70.18 8.20.32 2.30.07	1.79 17.6 0.17					24時間連続
"	品発 川電 火力所	工(海 岸業)	13	平均 最大 最小	1980.01 3250.02 890.01	0.13 0.23 0.09	5.70.29 9.90.66 3.30.16	0.52 1.10 0.19					同 上
"	東京 25m タワー	商 業	13	平均 最大 最小	1900.01 2890.02 880.01	0.13 0.18 0.08	6.00.27 7.50.35 3.70.13	0.47 0.83 0.15					同 上
"	東京 17m タワー	商 業	13	平均 最大 最小	1870.01 2920.02 730.01	0.13 0.20 0.09	6.20.26 9.60.37 3.00.15	0.51 0.99 0.01					同 上
"	東京 225m タワー	商 業	11	平均 最大 最小	1680.01 2700.02 510.01	0.12 0.29 0.05	5.60.27 8.00.38 2.50.15	0.37 0.63 0.15					同 上
9月25日 ～ 10月25日	区七 内交 差所	車 道 端	7	平均 最大 最小	5650.02 11300.03 3380.01	0.55 0.97 0.28	18.30.58 29.00.78 11.00.35	1.34 2.44 0.89					同 上
10月16日 ～ 21日	南学 千住 中(荒 川)	工 業	5	平均 最大 最小	2230.01 4130.01 1470.01	0.14 0.23 0.10	7.10.49 13.10.98 3.60.24	0.06 0.12 0.03	0.4 0.48 0.31		9.82.05 12.54.25 7.31.26		同 上
1967年 10月16日 ～ 21日	大 門 小 学 校	工 業	5	平均 最大 最小	2900.01 4500.01 1850.01	0.11 0.22 0.07	7.00.52 10.20.82 5.50.24	0.08 0.11 0.03	4.92 23.6 0.18		22.11.73 33.73.93 9.20.95		同 上
12月1日 ～ 8日	都 舎 第 一 片上	商 業	7	平均 最大 最小	2680.01 4290.03 1460.00	0.14 0.25 0.09	7.70.37 13.00.48 4.10.25	0.08 0.15 0.03	0.48 1.04 0.35		14.12.49 19.13.87 8.10.97		同 上
"	都 衛 研	住 居	5	平均 最大 最小	1880.01 2510.03 1020.01	0.12 0.20 0.06	3.60.19 5.30.29 1.40.11	0.07 0.18 0.03	0.66 1.03 0.49		7.41.67 10.22.48 3.60.66		同 上
"	東京 25m タワー	商 業	6	平均 最大 最小	1980.00 3250.01 1080.00	0.11 0.16 0.05	4.20.31 6.60.45 2.10.21	0.09 0.17 0.04	0.20 0.26 0.12		10.11.65 18.13.28 5.20.57		同 上

"	東京 127 m タワー	商 業	7	平均 最大 最小	193 357 103	0.01 0.02 0.01	0.08 0.10 0.04	4.5 6.5 2.2	0.40 0.68 0.26	0.09 0.22 0.04	0.90 1.40 0.23				13.1 22.7 5.4	2.18 4.48 0.67	24時間連続
"	東京 225 m タワー	商 業	6	平均 最大 最小	111 199 66	0.01 0.01 0.01	0.04 0.06 0.02	2.8 5.6 1.2	0.27 0.38 0.19	0.04 0.05 0.03	0.28 0.39 0.13				6.4 11.6 3.5	1.86 3.47 0.58	同 上
1968年 8月13日 ～ 28日	都舎 庁第一 庁(屋上)	商 業	14	平均 最大 最小	213 517 56	0.00 0.01 0.00	0.02 0.09 0.01	8.7 15.0 1.9	0.27 0.45 0.05	0.07 0.11 0.03	1.16 2.1 0.18						同 上
1968年 8月13日 ～ 28日	都 衛 研	住 居	13	平均 最大 最小	126 232 59	0.03 0.06 0.01	0.03 0.06 0.01	5.5 11.0 2.7	0.21 0.31 0.10	0.08 0.13 0.04	0.76 1.20 0.38						同 上
"	東京 25 m タワー	商 業	14	平均 最大 最小	157 257 72	0.01 0.02 0.01	0.03 0.08 0.01	5.5 9.4 1.7	0.25 0.46 0.13	0.07 0.13 0.01	0.78 1.30 0.49						同 上
"	東京 127 m タワー	商 業	14	平均 最大 最小	137 275 49	0.01 0.02 0.00	0.03 0.07 0.00	5.5 10.0 2.5	0.25 0.46 0.11	0.09 0.14 0.05	0.61 1.30 0.33						同 上
"	東京 225 m タワー	商 業	14	平均 最大 最小	112 264 32	0.01 0.02 0.01	0.02 0.04 0.01	5.0 8.3 2.6	0.24 0.47 0.10	0.14 0.22 0.06	0.46 1.10 0.07						同 上
10月18日 ～ 29日	松校 上小舎 学校内	工 業	8	平均 最大 最小	130 229 65		0.03 0.04 0.01	2.6 3.9 1.3	0.15 0.34 0.10	0.05 0.10 0.03							同 上
"	松校 上小舎 校外	工 業	10	平均 最大 最小	243 320 185		0.04 0.08 0.02	5.2 7.7 3.7	0.33 0.53 0.13	0.07 0.10 0.04							同 上
11月29日 ～ 12月14日	公屋 研究所上	商 業	14	平均 最大 最小	373 625 112	0.05 0.08 0.03	0.09 0.16 0.01	13.0 23.0 4.5	0.87 0.54 0.42	0.21 0.38 0.09	2.8 4.3 1.2						同 上
1968年 11月29日 ～ 12月14日	都 衛 研	住 居	13	平均 最大 最小	278 513 77	0.05 0.07 0.03	0.04 0.09 0.02	7.6 14.0 4.7	0.40 0.63 0.24	0.12 0.68 0.05	1.8 2.2 0.73						同 上

11月29日 ～ 12月13日	東京 タワー 25m	商 業	14	平均 最大 最小	286 504 73.1	0.03 0.06 0.01	0.05 0.13 0.01	0.27 0.48 0.12	7.9 15.0 1.7	0.57 0.91 0.19	0.15 0.22 0.03	1.9 3.5 0.82				24時間連続
〃	東京 タワー 17m	商 業	15	平均 最大 最小	257 554 64	0.03 0.05 0.01	0.06 0.08 0.00	0.21 0.37 0.07	7.3 13.0 1.8	0.55 1.04 0.17	0.13 0.43 0.08	1.4 2.4 0.52				同上
〃	東京 タワー 25m	商 業	12	平均 最大 最小	133 238 27	0.02 0.03 0.01	0.03 0.06 0.01	0.10 0.18 0.05	4.5 7.0 1.0	0.34 0.62 0.14	0.07 0.16 0.03	0.78 1.41 0.26				同上
1969年 1月21日 ～ 23日	春日 町	車 道 端	6	平均 最大 最小	(5) 462 798	0.04 0.05 0.02	0.06 0.11 0.02	0.40 0.64 0.22	20.0 31.1 8.3	0.67 1.0 0.51	0.32 0.43 0.26	4.0 5.9 2.2				同上
1月28日 ～ 29日	豊役 島所 区前	車 道 端	2	平均 最大 最小	476 831 120	0.03 0.03 0.03	0.04 0.07 0.01	0.29 0.44 0.13	24.0 41.0 6.4	0.1 1.0 1.0	0.3 0.3 0.2	2.2 3.3 1.1				同上
〃	池所 袋(屋上 保健)	商 業	2	平均 最大 最小	199 242 156	0.04 0.05 0.03	0.05 0.07 0.04	0.39 0.41 0.37	13.0 16.9 9.8	1.1 1.3 0.8	0.4 0.4 0.3	1.8 2.2 1.3				同上

表一2 ニューヨーク市内の浮遊微粒子濃度 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
(1965年)

測 定 点	検体数	平 均	最 小	最 大
ニ ュ ー ヨ ー ク 市				
ALBANY	89	120	25	294
BROOKHAVEN	53	58	25	174
COFYMONS	30	101	28	197
LOCKPORT	52	87	38	191
SMITHTOWN	54	67	25	204
YONKERS	63	106	35	337

表一4 浮遊微粒子濃度累積分布値
採取器 ハイパーリウム $\mu\text{g}/\text{m}^3$

場所 累積値	場 所						
	東京都 (衛研)	大阪府	尼崎	川崎	福岡	岡山	
二 十 四 時 間 値	% 5	80	85	90	70	64	90
	20	140	140	140	160	130	130
	50	195	220	220	250	176	200
	80	280	340	340	340	235	300
	95	430	520	500	430	280	400
χ^2 検 定	対数 合格	対数 合格	対数 合格	正規 合格	正規 合格	対数 合格	

表-3

	地 域	対 象 期 間	内 容	分布パラメータ		分布型	χ^2 - 検定値	自由度	有意水準 5%適否
				平 均	標準偏差				
1	東 京 都 (術 研)	昭和41年11月~43年3月	半 月 平均値	0.184 (0.206)	0.116 (0.116)	対数 正規	6.25	5	適
2	大 阪 府	"	"	0.213 (0.252)	0.152 (0.152)	"	1.72	6	適
3	尼 ヶ 崎 市	"	"	0.215 (0.248)	0.145 (0.145)	"	1.77	6	適
4	川 崎 市	昭和42年8月~43年3月	"	0.248	0.115	正規	0.70	6	適
5	北 九 州 市	"	"	0.181	0.073	"	3.07	5	適
6	岡山県南部上水道組合	昭和41年7月24日10時 ~41年7月31日10時	"	0.227 (0.256)	0.126 (0.126)	対数 正規	5.18	7	適
7	岡山県第福田小学校	"	"	0.177 (0.202)	0.127 (0.127)	"	9.66	7	適
8	東京都・大阪府・尼崎の合計	昭和41年11月~43年3月	"	0.203 (0.235)	0.140 (0.140)	対数 正規	17.26	8	否
9	川崎市・北州市の合計	昭和40年8月~43年3月	"	0.191 (0.215)	0.102 (0.102)	対数 正規	2.27	7	適
10	岡山県南部上水道組合 岡山県第3福田小学校の合計	昭和41年7月24日10時 ~41年7月31日10時	"	0.200 (0.229)	0.129 (0.129)	"	8.39	7	適

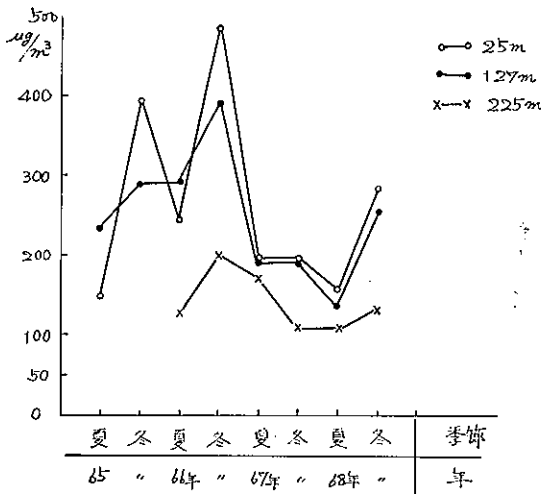


図 1 都内高度別浮遊微粒子濃度 (東京タワー)

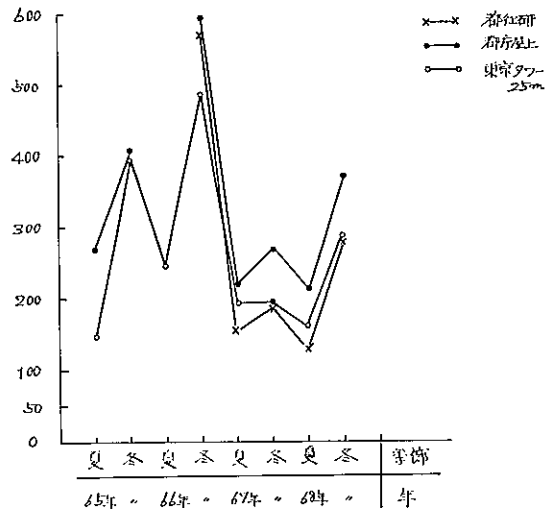


図 2 都内浮遊微粒子濃度経年変化

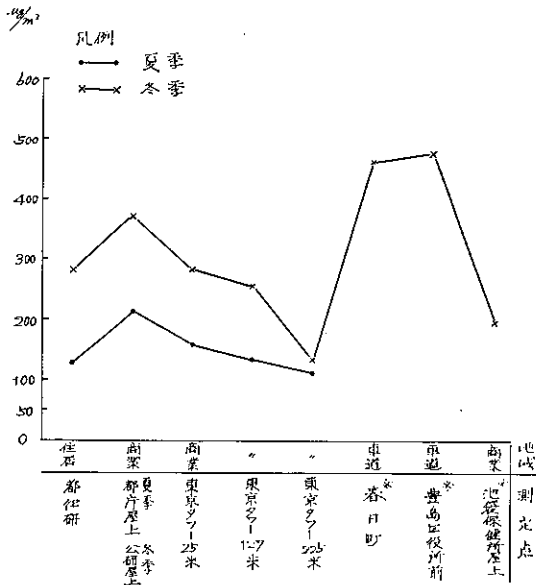


図3 都内夏季冬季の浮遊微粒子濃度 (1968)
(※印は1969年1月の調査)

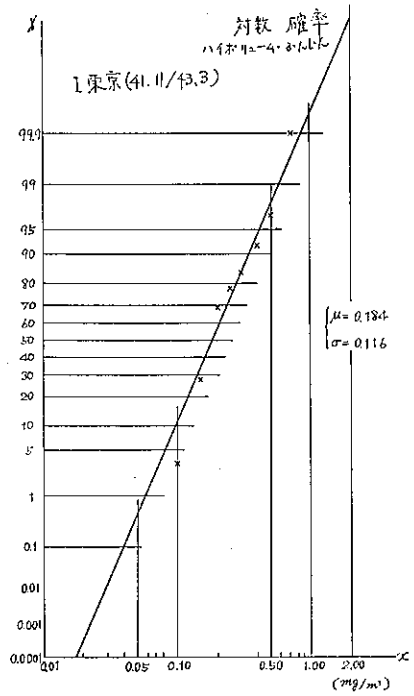


図4-1 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 東京 (41.11~43.3)

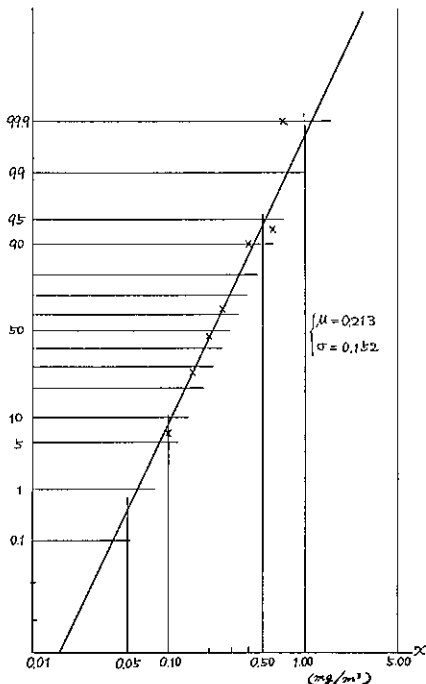


図4-2 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 大阪 (41.11~43.3)

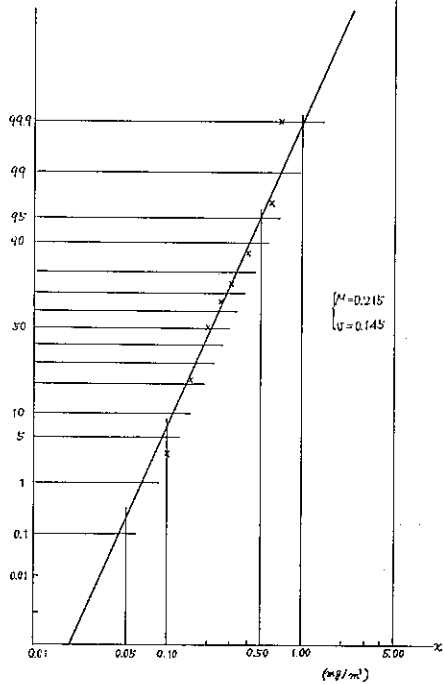


図4-3 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 新潟 (41.11~43.4)

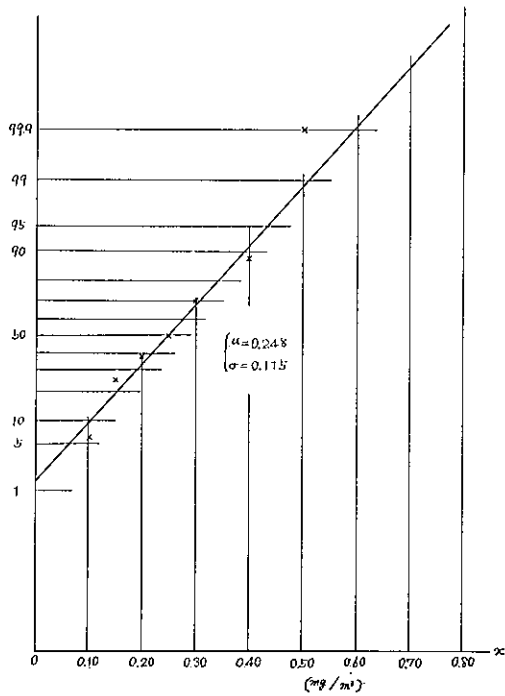


图4—4 浮遊微粒子濃度別頻度分布
正規確率 川崎 (24.8~43.3)

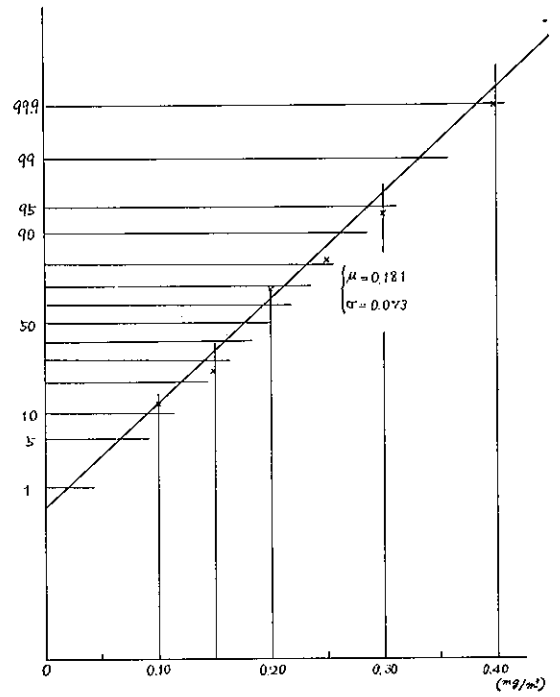


图4—5 浮遊微粒子濃度別頻度分布
正規確率 北九州 (42.8~43.3)

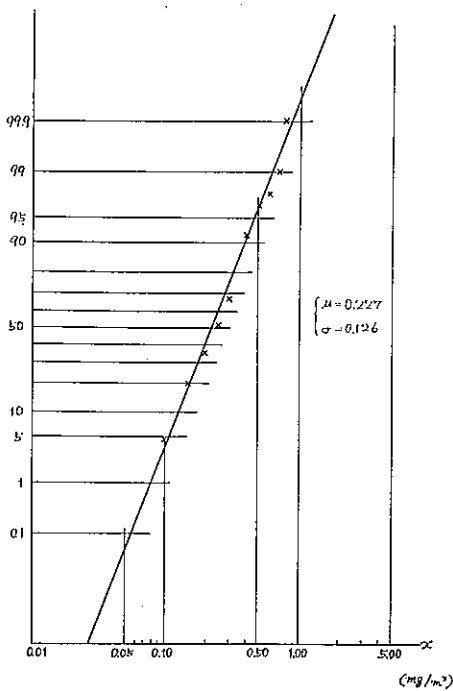


图4—6 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 岡山県南部上水道組合
(41.7.24.10:00~41.7.31.10:00)

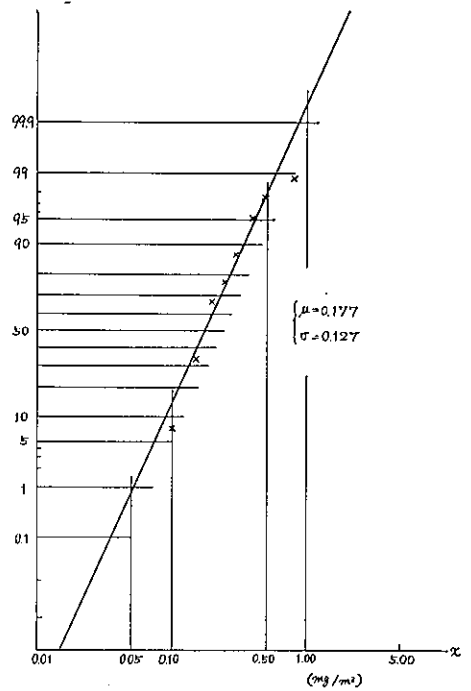


图4—7 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数率確率 岡山県第三福田小学校
(41.7.24.10:00~41.7.31.10:00)

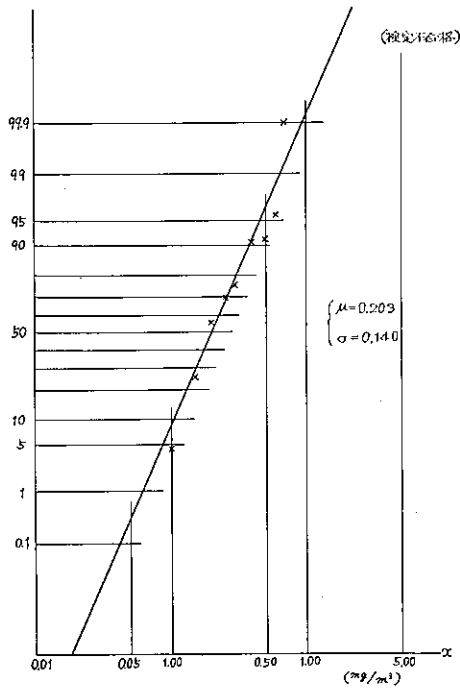


図4-8 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 東京, 大阪, 尼崎 (41.11~43.3)

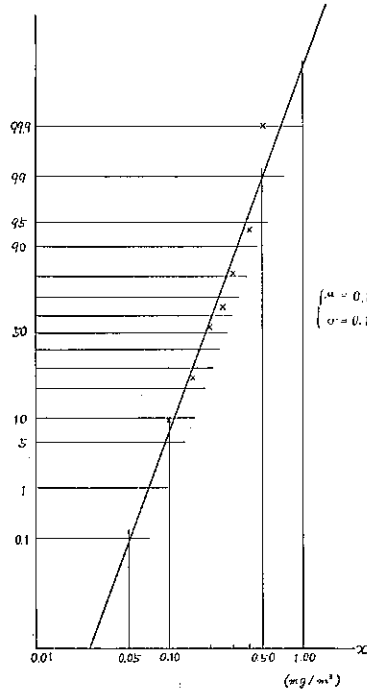


図4-9 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 川崎, 北九州 (42.8~43.3)

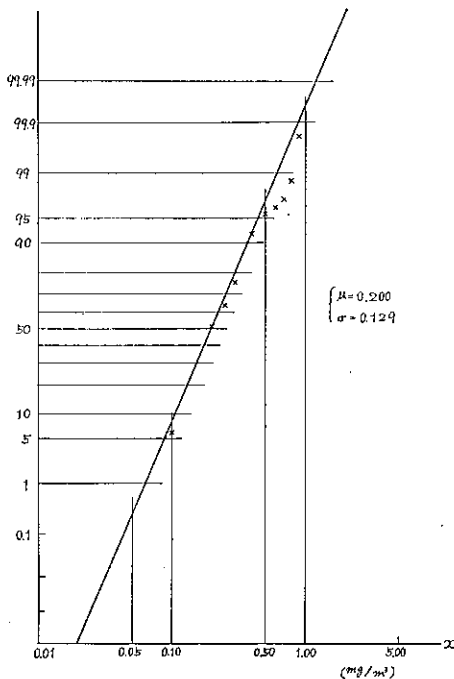


図4-10 浮遊微粒子濃度別頻度分布
対数確率 岡山県, 前記2ヶ所の合計

で()内に示した数字は正規分布の場合の平均値・標準偏差を表わし、分布型欄で()内に示したものは想定した分布のいずれにも適合しないがしいて一番よく似ている分布型を示したものである。

表4は各地域の濃度分布のパーセントの値を示したものである。図4は各地域の濃度別累積分布をグラフで示したものである。 以上

参考文献

- 1) 日本環境衛生センター, 大気汚染物質の分析に関する研究
昭和42年3月, 昭和43年3月(厚生省委託, 公害調査研究)
岡山県衛生部, 岡山県における大気汚染の現況, 43年10月
- 2) U.S. Dep. of H.E.W. Public Health Service;
Air Quality Data from the National Air Sampling Networks and Contributing State and Local Networks, 1964~1965