

合金鉄製造工場の周辺における 浮遊粉じん中のマンガンの実態調査*

森 吉 通 博**・林 修 三**・岩 切 晃 史***

キーワード ①浮遊粉じん ②マンガ ③粒径分布 ④粗大粒子

要 旨

平成8年に大気汚染防止法の改正により、有害大気汚染物質が規定され、対策推進に係る各種規定が追加された。マンガについては、そのうちの優先取組物質(22物質)の1つとしてリストアップされている。

徳島県にはマンガ鉱石を取り扱う合金鉄(フェロマンガ)製造工場があり、周辺環境へのマンガの影響を調査するため、工場敷地境界において浮遊粉じんをローボリュームエアースンプラーおよびアンダーセンエアースンプラーにより採取し、浮遊粉じんに含まれるマンガの測定を行った。

浮遊粉じん中のマンガ量あるいは割合は、季節により変動し、地殻中の平均割合よりかなり高い値が測定された。また、浮遊粉じんの粒径分布ごとの測定では、粗大粒子のマンガ割合が高く、微小粒子にはあまり含まれていないことがわかった。

1. はじめに

マンガは自然界に広く分布しており、地殻中のマンガの平均割合は約0.1%である。また人間にとって必須の微量元素であり、骨や結合組織の形成などに関わる種々の働きをしている。しかし、多く取り過ぎると精神や神経系に障害が現われる慢性的なマンガ中毒を引き起こすといわれている¹⁾。

徳島県では昭和44年から合金鉄製造工場(N工場)が操業しており、工場周辺の浮遊粉じん中のマンガなどの実態調査²⁾を行っている。今回、平成11年の季節変動(冬、春、夏、秋)についてマンガの含有状況を取りまとめたので、ここに報告する。

2. 調査方法

2.1 測定期間

平成11年2月(冬)、5月(春)、8月(夏)、11月(秋)。

2.2 測定地点

工場敷地境界の4地点(図1)を選んだ。

① ハイボリュームエアースンプラーによる測定地点

地点1：合金鉄などの製造工場敷地境界の最北側

地点2：合金鉄などの製造工場敷地境界の地点1、3の間

地点3：合金鉄などの製造工場敷地境界の地点2、4の間

*The Manganese Quantity Investigation in the Dust around the Ferro Alloy Iron Manufacture Factory

**Michihiro MORIYOSHI, Syuzo HAYASHI (徳島県保健環境センター) Tokushima Prefectural Institute of Public Health and Environmental Sciences

***Teruhumi IWAGIRI (加賀屋醤油(株) Kagaya shoyu Co, Ltd.

地点4：合金鉄などの製造工場敷地境界の最西側

② ローボリュウムエアースンプラーによる測定地点

地点2, 3 (同上)

対照地点：徳島大気環境測定局

③ アンダーセンエアースンプラーによる測定地点

地点2 (同上)

2.3 測定装置

ハイボリュウムエアースンプラー：紀本電子工業社製

ローボリュウムエアースンプラー：新宅機械社製

アンダーセンエアースンプラー：東京ダイレック社製

2.4 測定項目

浮遊粉じん量, マンガン(濃度)

2.5 測定方法

浮遊粉じん：重量秤量法

マンガン：原子吸光光度法

2.6 風向, 風速

N工場から約600mに位置する橋大気環境測定局のデータを用いた。

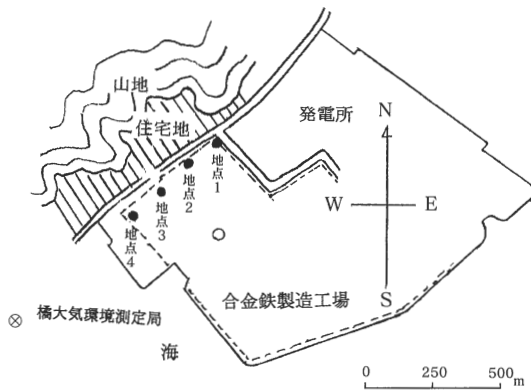


図1 測定地点

3. 調査結果

3.1 ハイボリュウムエアースンプラーによる測定結果

ハイボリュウムエアースンプラー(以下HVと略する)によるデータは、公害防止協定に基づきN工場が毎日連続して2月, 5月, 8月, 11月に行った測定結果を用いた。HVの吸引量は約1,500 l/分で24時間吸引し、ろ紙上に集めた浮遊粉じん量とマンガン含有量を測定したものである。

3.1.1 浮遊粉じんとマンガンについて

表1, 2に浮遊粉じんとマンガンの季節ごとの平均, 最大, 最小を示した。浮遊粉じんについて

表1 HV法による浮遊粉じんの平均(最大, 最小)

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	2月			5月			8月			11月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
定点1	29.54	54.90	10.30	45.20	84.60	22.70	26.15	40.00	16.30	20.30	34.40	8.40
定点2	39.55	72.30	15.30	54.88	152.50	29.00	25.99	40.20	14.40	26.80	45.60	11.70
定点3	37.35	70.00	16.70	53.90	162.60	25.60	32.15	101.70	15.70	34.70	50.80	18.90
定点4	24.76	49.10	9.70	35.45	101.60	15.50	29.32	49.00	15.00	33.49	165.00	13.40

表2 HV法による浮遊粉じん中のマンガンの平均(最大, 最小)

単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	2月			5月			8月			11月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
定点1	0.20	0.94	0.04	1.13	3.97	0.12	0.54	2.78	0.07	0.18	1.58	0.03
定点2	0.21	1.45	0.03	1.05	3.71	0.07	0.47	2.39	0.05	0.11	0.50	0.02
定点3	0.25	1.53	0.08	0.51	3.35	0.08	0.54	6.25	0.04	0.16	0.66	0.05
定点4	0.39	2.15	0.08	0.66	2.53	0.17	0.55	2.54	0.05	0.39	1.77	0.08

は定点1から4のすべての地点で5月に平均値がもっとも高く、5月に2回、11月に1回の計3回、 $150\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える値があった。マンガンについては定点1から4のすべての地点で5月と8月に平均、最大ともに値が高く、2月と11月はともに値が低かった。浮遊粉じんが多くてもマンガンの低い場合もあった。

図2に季節ごとの風配図を示した。5月は南、8月は南東、2月と11月は北西の風が主として吹いている。このため工場の北から西の位置にある定点において5月、8月はマンガンの値が高く、2月、11月はマンガンの値が低い結果となっている。

次に図3にマンガンの季節ごとの日々の変動を地点別に示した。どの季節においても $1.0\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上の日が見られるが、5月がもっとも多く、ま

た高い値の日と同時に他の地点でも高く出ている場合が多い。

3.1.2 浮遊粉じん中のマンガンの割合について

マンガンは地殻中では0.1%の割合で含まれているといわれている。そこでマンガンの汚染状況を表わすため、浮遊粉じん中のマンガンの割合を計算し、それを表3と図4に示した。地殻中の割合0.1%より高い日が多く、とくに8月において高い日が多かった。

表4に浮遊粉じん中のマンガンの割合の多い上位5番までを示した。8月3日に地点3で16.6%、地点4で8.67%、8月20日に地点1で8.13%であった。風向と平均風速は8月3日が南東の風 $5.9\text{m}/\text{s}$ 、8月20日が南南東の風 $5.4\text{m}/\text{s}$ であった。南よりの風が吹き、少し風のある日が周辺の浮遊粉じん中のマンガンの割合が高いことが

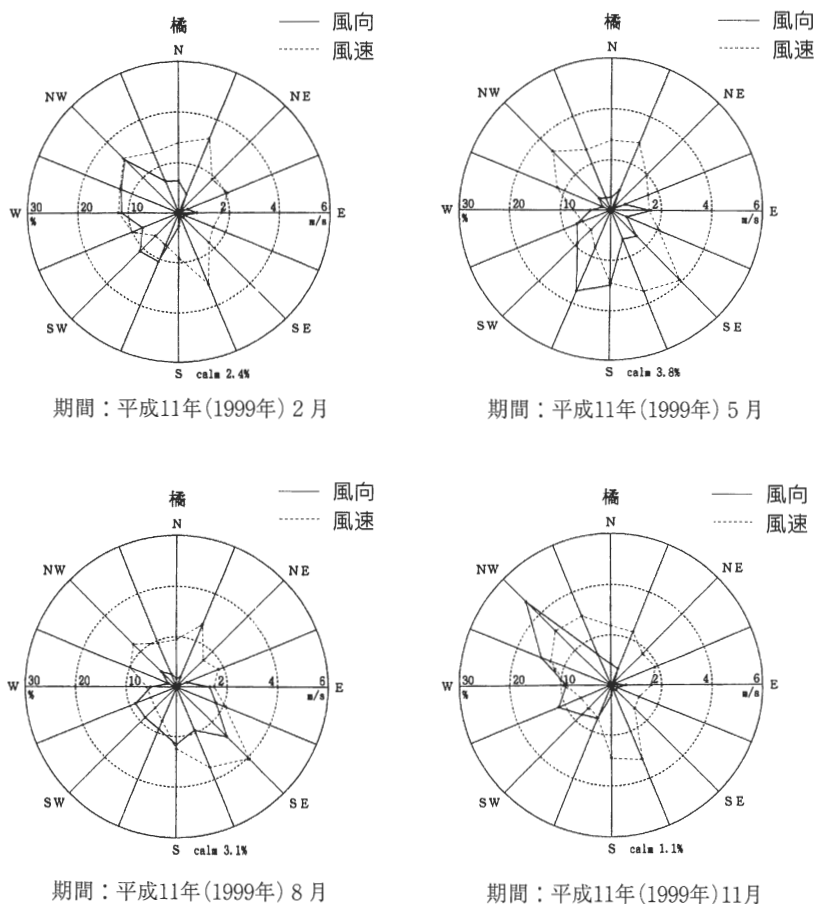


図2 季節ごとの風配図
(橘大気環境測定局のデータ)

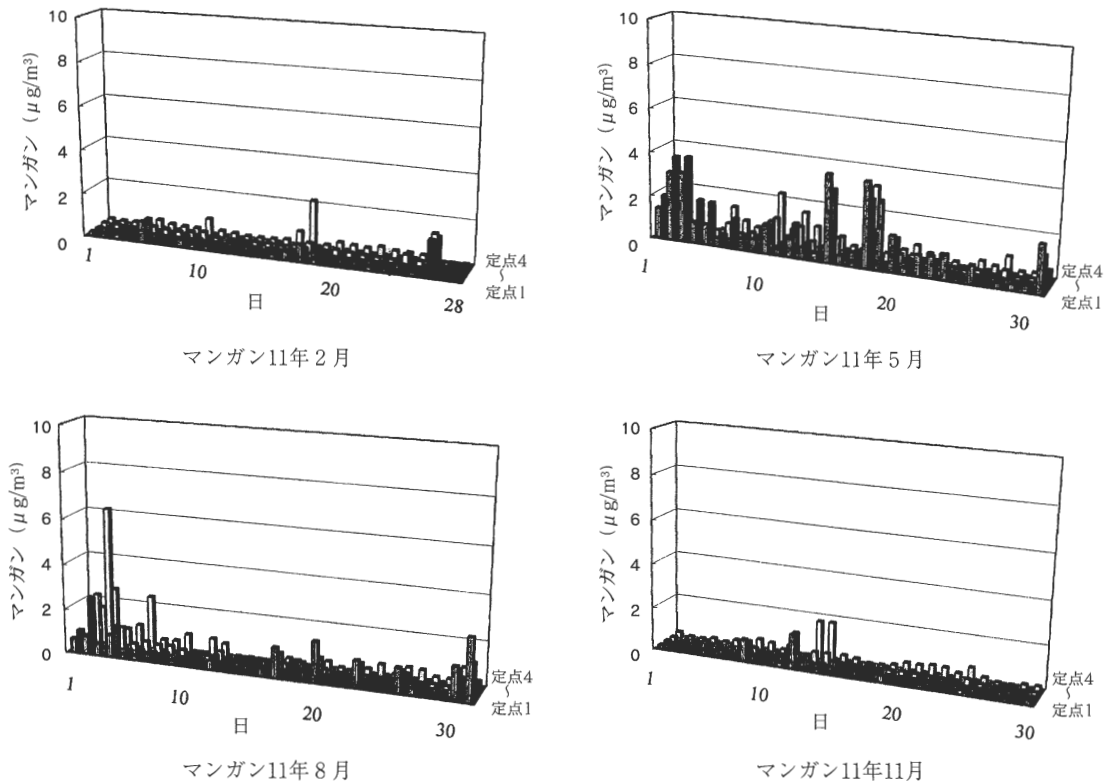


図3 マンガンの季節変動

表3 HV法による浮遊粉じん中のマンガンの割合平均(最大, 最小) 単位: %

	2月			5月			8月			11月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
定点1	0.66	4.09	0.17	2.51	6.56	0.39	2.05	8.13	0.25	0.89	7.09	0.18
定点2	0.53	3.46	0.11	1.91	7.08	0.24	1.80	7.22	0.18	0.41	1.66	0.10
定点3	0.67	4.20	0.21	0.95	2.38	0.23	1.63	16.60	0.08	0.47	1.53	0.23
定点4	1.56	4.43	0.34	1.86	6.00	0.48	1.93	8.67	0.18	1.17	4.18	0.06

わかった。

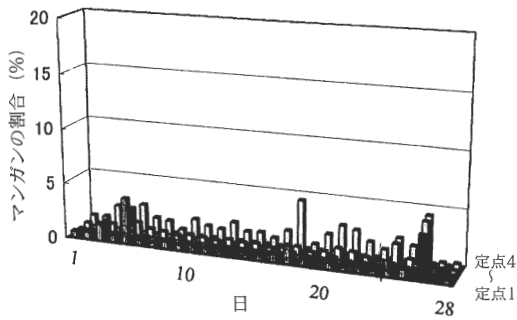
図5に全データについての浮遊粉じんと浮遊粉じん中のマンガンの割合との相関図を示した。浮遊粉じんが多くてもマンガンの割合が少ない場合もあり比例関係はなかった。工場からの粉じんと、それ以外の粉じんがさまざまな割合で混合しているものと思われる。

図6に浮遊粉じん中のマンガンの割合と風向、風速の関係について示した。5月15日は南東の風の時、最大平均風速3.8m/sであるが、この日は南の風の時もあり、工場の最北側にある地点1の

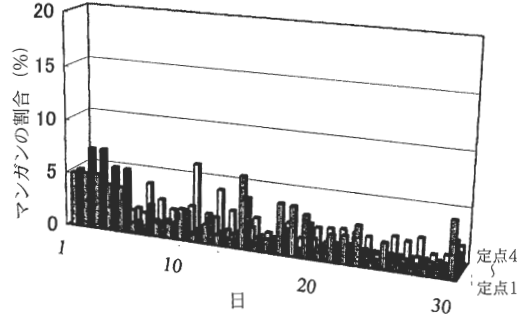
割合が高くなっている。8月2日は南東の風が多く、工場の北西側にある定点2, 3の割合が高くなっている。8月6日は東の風が多く、工場の最西側にある定点4が高くなっている。風の方向によりマンガンの割合が高くなる地点が変化している。

3.2 ローボリュームエアースンプラーによる測定結果

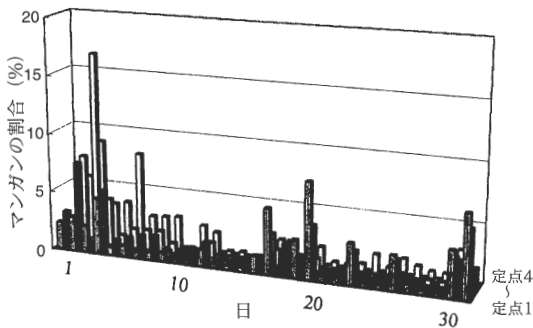
ローボリュームエアースンプラー(以下LVと略する)では、吸引量約20l/分で1カ月間吸引し、濾紙上に集めた浮遊粉じん量とマンガン含有



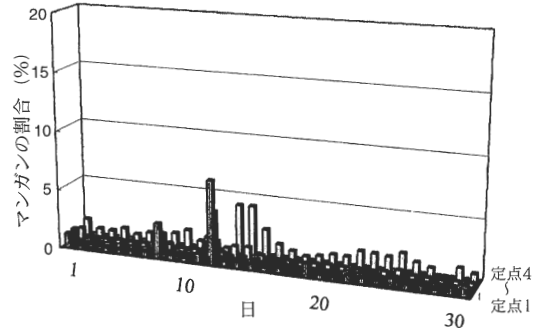
マンガンの割合11年2月



マンガンの割合11年5月



マンガンの割合11年8月



マンガンの割合11年11月

図4 浮遊粉じん中のマンガンの割合の季節変動

表4 HV法による浮遊粉じん中のマンガンの割合の上位順位

順位	地点番号	試料採取日	マンガンの割合%	風向	最大平均風速 m/s
1	定点3	H.11年8月3日	16.60	南東	5.9
2	定点4	〃	8.67	〃	〃
3	定点1	8月20日	8.13	南南東	5.4
4	定点4	8月6日	7.85	東	2.6
5	定点3	8月2日	7.52	南東	6.7

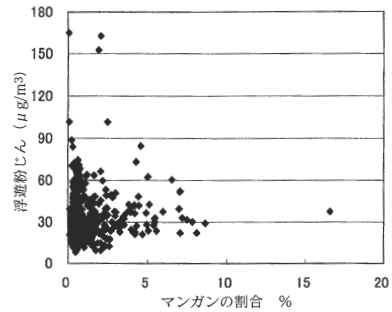


図5 浮遊粉じんと浮遊粉じん中のマンガンの割合との相関図

量を測定した。それを2月、5月、8月、11月について行ったものである。吸引量20l/分は人間の呼吸量と同程度の量であり、粉じんの粒子の大きさも10 μ より大きいものはカットされている。人間が実際に肺に取り入れる状態に合わせている。

表5に浮遊粉じんとマンガンの割合の季節ごとの値を示した。さらに、図7に浮

遊粉じん中のマンガンの割合を地点別に示した。定点2と3では5月、8月にマンガンの割合が高く、対照地点の徳島局と比較するとかなり高くなっている。

3.3 アンダーセンエアースンプラーによる測定結果

アンダーセンエアースンプラー（以下ASと略

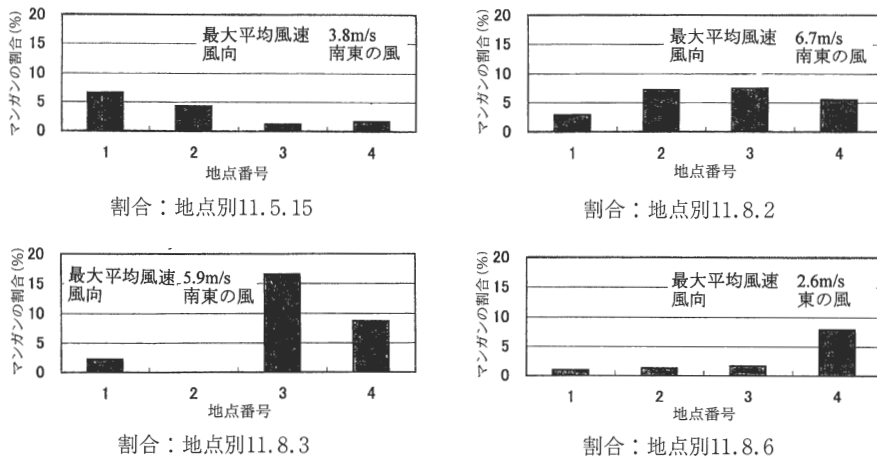


図6 浮遊粉じん中のマンガンの割合と風向、風速の関係

表5 LV法による浮遊粉じん、マンガン、マンガンの割合の測定結果

	浮遊粉じん ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				マンガン ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				マンガンの割合 (%)			
	2月	5月	8月	11月	2月	5月	8月	11月	2月	5月	8月	11月
定点2	45.60	46.10	30.50	35.70	0.13	0.93	0.60	0.17	0.29	2.02	1.97	0.48
定点3***	28.80	34.10	17.90	23.50	0.05	0.20	0.14	0.07	0.17	0.59	0.78	0.30
徳島局	30.30	28.10	16.90	31.90	0.01	0.01	0.00	0.01	0.03	0.04	0.00	0.03

*** 定点3の2月は、平成12年の2月のデータである

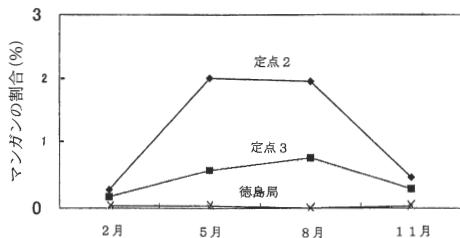


図7 LV法による浮遊粉じん中のマンガンの割合

する)では、吸引量28.31/分で1カ月間吸引し、粒径ごとにろ紙上に集めた浮遊粉じん量とマンガン含有量を測定した。それを2月、5月、8月、11月について行ったものである。

表6に粒径ごとの浮遊粉じん、マンガン、マンガンの割合の測定結果を示した。AS法では表6に示すように9段階に分別され、(1)~(5)までが粗大粒子、(6)~(9)までが微小粒子である。鼻呼吸において、微小粒子は人間の気管支、肺胞まで入るとされるが粗大粒子 [(1)~(4)] は咽喉、気管までしか入れないといわれている。

表6 AS法による粒径ごとの浮遊粉じん、マンガン、マンガンの割合の測定結果 (平成11年5月分)

浮遊粉じん	50%捕集径 (μm)	浮遊粉じん ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	マンガン ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	マンガン割合 %
粗大粒子	(1) 9.99	6.35	0.345	5.43
	(2) 7.04	6.22	0.202	3.25
	(3) 4.66	6.86	0.130	1.90
	(4) 3.17	7.12	0.202	2.84
	(5) 2.06	6.48	0.077	1.19
微小粒子	(6) 1.07	7.12	0.024	0.34
	(7) 0.62	11.40	0.009	0.08
	(8) 0.43	6.35	0.010	0.16
	(9) 0.43>	5.31	0.006	0.11
合計		63.21	1.005	1.59

定点2において5月に測定した結果、粗大粒子 [(1)~(4)] のマンガンが全マンガンの約90%近くを占め、微小粒子には少ししか含まれていなかった。このため、マンガンを多く含んだ浮遊粉じんは粒子が大きいため鼻呼吸の場合、人間の肺への

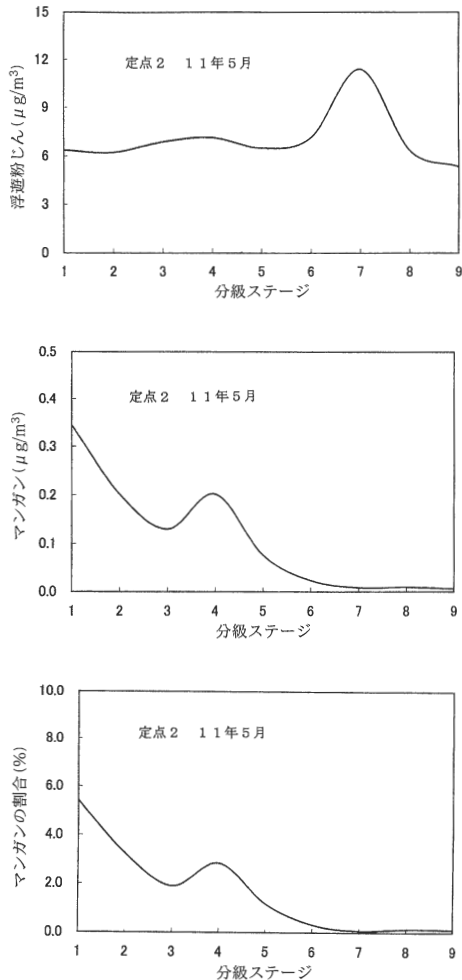


図8 AS法による浮遊粉じんの粒径分布

取込みは少ないと考えられる³⁾。

図8に浮遊粉じん、マンガン、マンガンの割合の粒径分布図を示した。(1)と(4)にピークがあり、(1)から(4)までに多くのマンガンが含まれている。なお、粒径分布の測定はマンガンの発生源近くで

しか測定していないので、今後離れた場所での測定も必要と思われる。

4. まとめ

平成11年に合金鉄などの製造工場周辺において、浮遊粉じん中のマンガン量の調査を行った。南よりの風が吹く春と夏にマンガンの高い日が多く出て、北よりの風が吹く秋と冬には高い日が少しかなかった。海側の地点で高くなっていることが推測できる。また、マンガンの高い日は同時に他の地点でも高くなり、風の方向により高くなる地点が決まってくる。

次いで、浮遊粉じん中のマンガンの割合を利用してマンガンの含有状況を検討したが、もっとも高い割合で16.6%、続いて8.67%、8.13%であった。地殻中のマンガンの割合0.1%と比べるとかなり高い値が出ている。

人間の呼吸量に近いLV法では対照地点と比較したが、定点2、3ともに5月と8月にマンガンの割合の値が高かった。

浮遊粉じんの粒径分布を測定したが、粗大粒子にマンガンが多く含まれ、微小粒子にはあまり含まれていなかった。このため鼻呼吸の場合、人間の肺への取込みは少ないと考えられる。

—参考文献—

- 1) 環境庁環境保健部保健調査室：WHO環境保健クライテリア17マンガン，pp.19～21，1983
- 2) 森吉通博：クロム酸及び合金鉄製造工場周辺における浮遊粉じんの調査結果について，徳島県保健環境センター年報，19，pp.21～27，2001
- 3) 諫早典夫，中江茂，平沢紘介：浮遊微粒子の計測・制御総合技術，pp.149～156，1987