

茨城県の主要都市道路わき粉じんの重金属含有率

浅見輝男・水谷 悟・佐々木和加代

緒 言

水田土壌や畑土壌など農用地のカドミウムなど重金属による汚染については、土壌汚染防止法に基づいて全国的な調査が行われ、汚染の実態がかなり明らかにされ、対策が実施されつつある。一方都市の重金属汚染については、浮遊粉じん中の重金属含有量についての調査が行われている程度であり、都市の重金属汚染に関する調査は満足すべき状況にはない。

都市への人口の集中は加速度的に進んでいる。すなわち、1920年には、全国人口に対する都市人口の割合は18%にすぎなかったが、1970年には72%に達しており、しかもこの人口は、東京・大阪・名古屋の3大都市圏に集中している。この3大都市圏の人口は1960年には3,738万人であったが、1970年には4,826万人にもなり、わずか10年間に1,088万人も増加したのであった¹⁾。したがって都市における重金属汚染の実態を把握することは極めて重要であると言えよう。

都市における重金属汚染の実態を明らかにするためには、浮遊粉じん、降下ばいじん、道路わきその他の粉じん、都市土壌、植物、動物などを採取分析する必要があ

ろう。これらのなかで比較的簡単に採取できるのは、道路わき粉じんである。道路わき粉じんは主として土壌物質よりなっていると考えられるが、都市の道路わき粉じんに含まれている重金属の大部分は大気より落下したものであるであろう。道路わき粉じんを用いての、都市の重金属汚染に関する調査研究は、外国においてかなり実施されており²⁻¹¹⁾、鉛についての研究が特に多いが、最近では鉛の化学種の同定¹²⁾も実施されている。しかし、日本では著者らの調査研究¹³⁻¹⁶⁾以外には見当たらないようである。

著者らはすでに東京、大阪¹⁵⁾、京都¹⁶⁾など多数の都市の道路わき粉じん中の重金属含有率についての調査研究を実施しているが、今回は茨城県の主要都市である日立市、水戸市、土浦市および比較のために茨城大学農学部のある阿見町の調査を行ったので、その結果を報告する。

試料および分析法

1 都市の性格

日立市、水戸市、土浦市および阿見町の若干の統計を表1に示した¹⁷⁾。表1より明らかのように日立市は水戸市や土浦市に比べて著しく工業の盛んな都市である。周

表1 日立市、水戸市、土浦市、阿見町の若干の統計¹⁷⁾

都市	人口 (人)	面積 (km ²)	人口密度 (人/km ²)	原材料使用額 (千万円)	製造品出荷額 (千万円)	卸売業年間 販売額 (千万円)	小売業年間 販売額 (千万円)
日立	204,596	152.74	1,339.5	67,755	100,129	15,297	12,593
水戸	215,566	145.96	1,476.9	7,003	11,863	90,380	21,406
土浦	112,517	91.51	1,229.6	18,385	27,093	28,864	11,912
阿見	33,720	70.75	476.6	2,583	4,061	792	959

年間販売額は昭和54年、その他は昭和55年の統計

知のように日立鉱山は江戸時代から操業をはじめ、1981年に採鉱を中止した。しかし日立電線をはじめ日本鉱業株式会社日立鉱業所など多くの工場が市内に分布しており、日立市は典型的な工業都市である。水戸市は現在県庁所在地—政治、経済、交通の中心地—であり、商業都市である。土浦市の工業は水戸市よりは盛んであり、商業は日立市より盛んである。したがって、土浦市は工業都市と考えることができよう。

2 試料の採取と調整

日立市、水戸市、土浦市の道路わき粉じんは、いずれ

も1982年11月にそれぞれ15, 16, 18点ずつ採取した。比較のために用いた阿見町の試料は1977年11月に10点採取したものである。試料採取は主な道路の車道と歩道の段差のあるところから採取したが、一部は車道の端にある下水溝のふたにたまったものを採取した。なお阿見町の一部では歩道と車道が分かれていないので、道路のアスファルトあるいはコンクリート上に集積した粉じんを採取した。試料はビニール袋に入れて実験室に持ち帰り、約60°Cの通風乾燥器で風乾した後、粗大ごみを除去してから土塊をつぶし、サラン製の0.5 mmの篩で篩別し

表2 茨城県下主要都市の道路わき粉じん中重金属含有率

都市(N)など 重金属		(乾物当りppm, Feのみ%)						
		阿見 (10)	土浦 (18)	水戸 (16)	日立 (15)	非汚染土壤 ¹⁹⁾	日立 非汚染土壤	
Cd	$\bar{x} \pm s$	0.34 ± 0.24	0.44 ± 0.22	0.65 ± 0.22	1.72 ± 1.01	0.44	3.9	
	min ~ max	0.15 ~ 0.93	0.13 ~ 0.81	0.27 ~ 0.95	0.66 ~ 4.38			
Zn	$\bar{x} \pm s$	111 ± 19	330 ± 196	449 ± 196	921 ± 361	86	10.7	
	min ~ max	83 ~ 141	72.8 ~ 642	112 ~ 795	293 ~ 1738			
Pb	$\bar{x} \pm s$	57.3 ± 35.7	75.6 ± 41.9	84.8 ± 33.9	189 ± 73	29	6.5	
	min ~ max	22.4 ~ 145	14.7 ~ 179	24.1 ~ 152	67.5 ~ 338			
Cu	$\bar{x} \pm s$	27.2 ± 14.6	77.7 ± 61.6	95.4 ± 81.9	725 ± 447	34	21.3	
	min ~ max	15.3 ~ 64.7	23.6 ~ 1850*	27.1 ~ 381	108 ~ 1650			
Ni	$\bar{x} \pm s$	11.1 ± 3.1	22.2 ± 8.2	26.5 ± 6.6	41.3 ± 14.5	28	1.5	
	min ~ max	7.3 ~ 19.5	6.3 ~ 36.8	17.6 ~ 26.5	21.2 ~ 76.5			
Cr	$\bar{x} \pm s$	21.2 ± 5.2	35.5 ± 16.0	33.1 ± 6.8	54.8 ± 12.5	50	1.1	
	min ~ max	13.5 ~ 29.9	12.8 ~ 88.9	22.9 ~ 47.8	27.8 ~ 77.9			
Co	$\bar{x} \pm s$	8.4 ± 2.6	11.0 ± 2.1	10.9 ± 1.7	17.4 ± 4.2	10	1.7	
	min ~ max	5.5 ~ 15.7	7.4 ~ 15.5	7.3 ~ 13.8	12.8 ~ 24.6			
Fe	$\bar{x} \pm s$	2.67 ± 0.64	3.31 ± 0.73	3.21 ± 0.47	4.05 ± 0.62	4 ²⁰⁾	1.0	
	min ~ max	1.85 ~ 4.40	2.37 ~ 5.66	2.27 ~ 3.94	2.43 ~ 5.04			
Mn	$\bar{x} \pm s$	380 ± 131	534 ± 373	502 ± 87.1	580 ± 60.3	1000 ²⁰⁾	0.6	
	min ~ max	234 ~ 699	283 ~ 1996	377 ~ 740	497 ~ 718			
V	$\bar{x} \pm s$	104 ± 33	83.4 ± 14.7	86.6 ± 19.9	103 ± 25	90 ²⁰⁾	1.1	
	min ~ max	70.3 ~ 196	46.5 ~ 105	55.6 ~ 125	49.3 ~ 152			

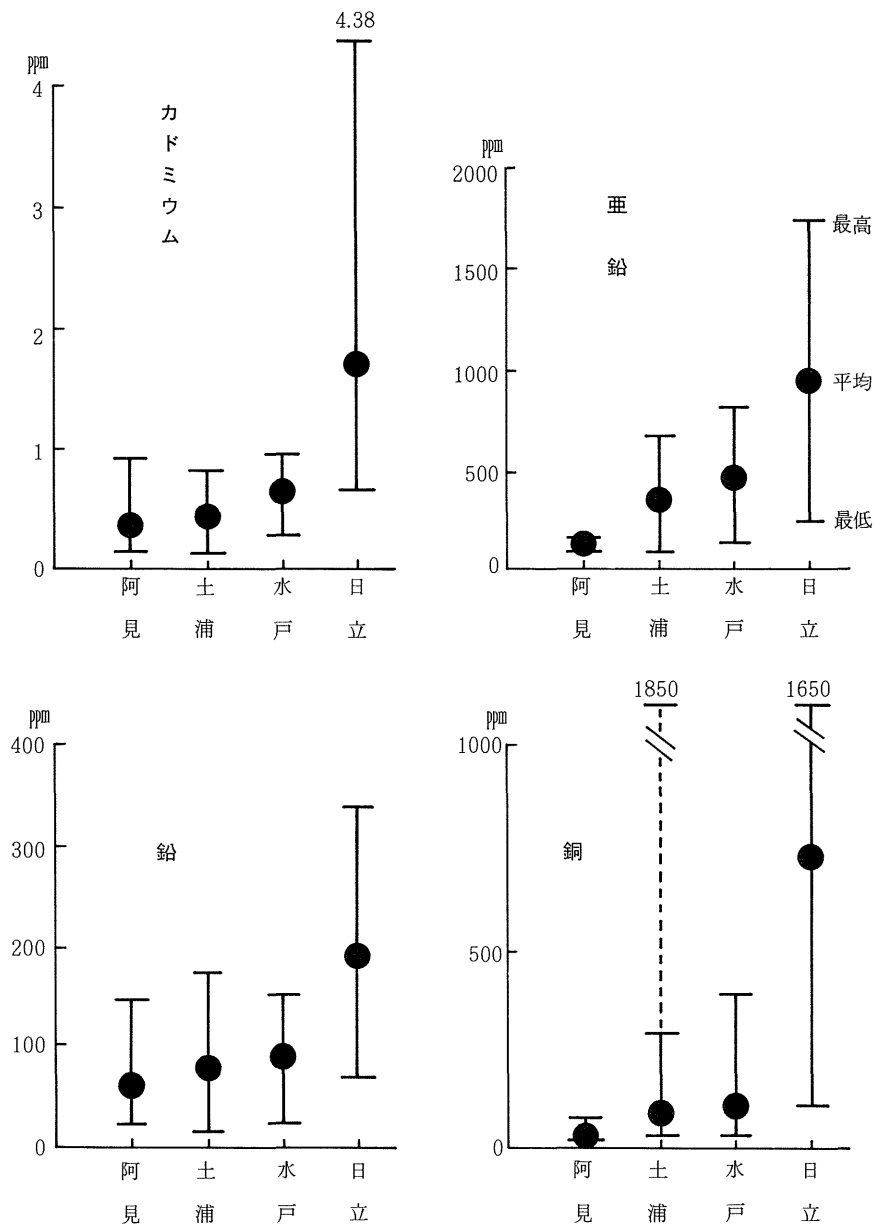
* 1850ppmを除いた平均値と標準誤差、2番目に高い値は278ppm

分析用試料とした。

3 分析方法

分析用試料 5 g を 100 ml 三角フラスコに秤取し、6 N 塩酸 20 ml を添加し、よくふり混ぜた後、逆流冷却管を付して砂皿上で 1 時間静かに沸とうさせた。放冷後東洋汙紙 No.5 B で汙過し 100 ml とした。

浸出液中のカドミウム、亜鉛、鉛、銅、ニッケル、クロム、コバルト、鉄、マンガン、バナジウムの分析を行った。カドミウムは、浸出液の一定量を採取し濃硝酸を加えて加熱することにより第一鉄を第二鉄に酸化してから、ジエチルジチオカルバミン酸ナトリウム (DDTC) を添加してカドミウムとキレートをつくり、メチルイソ



第 1 図 茨城県下主要都市の道路わき粉じんの重金属含有率

ブチルケトン(MIBK)で抽出した後、原子吸光法により分析した。鉛、ニッケル、コバルトはバックグラウンド自動差引法により、その他の元素はそのままあるいは、適宜稀釈してから原子吸光法により定量した。定量値は乾物当り μg 、鉄のみは $\%$ で表示した。なお本法により得られるカドミウム、亜鉛、鉛、銅の値は硝酸—過塩素酸分解法により得られる値とほぼ等しい¹⁸⁾。

結果と考察

各都市ごとの重金属の平均値、標準誤差、最少値、最大値、非汚染土壌の重金属含有率および日立市における各金属の平均値を非汚染土壌の重金属含有率で割った値を表2に示した。非汚染土壌のデータを示したのは、道路わき粉じんが主として土壌物質からなると考えられるからである。また汚染の程度の高いカドミウム、亜鉛、鉛、銅については図1にも示した。

比較のために用いた阿見町は鉛が非汚染土壌に比べて高く、若干の汚染が考えられたが、その他の重金属による汚染は特に認められなかった。それに対して工業都市である日立市はバナジウムを除くすべての元素で阿見町よりも高く、カドミウム、亜鉛、鉛、銅による著しい汚染が認められた。特に銅による汚染の程度は高い。すなわち、われわれが現在までに調査した各都市の平均値と比べて最も高く、大阪市¹⁵⁾の2.2倍であった。日立市では古くから日立鉱山が銅製錬を行っており、1981年に操業を中止したが永年にわたって放出された銅が現在でも残存して汚染源となっているものと考えられる。また現在でも、日立電線、日本鉱業その他の工場があり、新旧の汚染源があるものと考えられる。

土浦市と水戸市の道路わき粉じんの重金属含有率は、バナジウムを除いて、阿見町と日立市の中間にあり、両都市の性格をよく反映していると考えられた。なお土浦市においても1850 μg という高い銅の値が認められたが、この試料の採取地点は国道125号線が国道6号線と交わる地点であり、近くに銅を扱う工場がある。

以上に述べた3市の汚染金属の発生源は工場、自動車および都市を構成している各種の資材であろう。しかし

高濃度の銅に関するかぎり、発生源は主として銅を取り扱っている工場であると考えられる。

日立市については、より詳細な調査を1983年に実施したので、別に報告する予定である。

要 約

都市汚染の実態を明らかにするために、茨城県下の主要都市である日立市、水戸市、土浦市の道路わき粉じんを採取し、カドミウム、亜鉛、鉛、銅、ニッケル、クロム、コバルト、鉄、マンガン、バナジウムの分析を実施した。また比較のために阿見町についても同様の調査を実施した。結果の概要は次のとおりである。

1. 阿見町は鉛を除いて汚染が認められなかった。
2. 工業都市である日立市はバナジウムを除く他の元素で阿見町より高く、カドミウム、亜鉛、鉛、銅の4元素で著しく高かった。特に銅は非汚染土壌の21倍と高く、日立市に銅を扱う工場が多いためであると考えられた。
3. 商業都市である水戸市、商工業都市である土浦市は阿見町と日立市の中間の値を示した。ただし土浦市でも銅を扱う工場の近くで採取した粉じんに銅が1850 μg も含まれていた。

謝 辞

本研究をまとめるに際し、種々御協力下さった茨城大学農学部助教授 久保田正亜博士に謝意を表します。

文 献

- 1) 日本環境学会編集委員会編：環境科学への扉，p.7 (1984) 有斐閣
- 2) Day, J. P., M. Hart and M. S. Robinson: Nature, **253**, 343 (1975)
- 3) Archer, A. and R. S. Barratt: Sci. Total Environ., **6**, 275 (1976)
- 4) Harrison, R. M.: J. Environ. Sci. Health, Part A, **11**, 417 (1976)
- 5) Solomon, R. L. and J. W. Hartford:

- Environ. Sci. Technol., **10**, 773 (1976)
- 6) Duggan, M. J. and S. Williams : Sci. Total Environ., **7**, 91 (1977)
- 7) Farmer, J. G. and T. D. B. Lyon : Sci. Total Environ., **8**, 89 (1977)
- 8) Day, J. P., J. E. Ferguson and T. M. Chee : Bull. Environ. Contam. Toxicol., **23**, 497 (1979)
- 9) Harrison, R. M. : Sci. Total Environ., **11**, 89 (1979)
- 10) Hopke, P. K., R. E. Lamb and D. F. S. Natusch : Environ. Sci. Technol., **14**, 164 (1980)
- 11) Linton, R. W., D. F. S. Natusch, R. L. Solomon and C. A. Evans : Environ. Sci. Technol., **14**, 159 (1980)
- 12) Biggins, P. D. E. and R. M. Harrison : Environ. Sci. Technol., **14**, 336 (1980)
- 13) 浅見輝男・手島礼子：茨大農学術報告, No **26**, 117 (1978)
- 14) 浅見輝男：化学と生物, **20**, 775 (1982)
- 15) 浅見輝男・本間 慎・小野塚春吉・小池貞二：環境科学総合研究会 第8回研究発表会予稿集, p. 21 (1982)
- 16) 浅見輝男・本間 慎・小野塚春吉・佐々木和加代：環境科学総合研究会 第9回研究発表会予稿集, p. 46 (1983)
- 17) 茨城県：昭和56年茨城県統計年鑑 (1982)
- 18) 浅見輝男・加藤景子：土肥誌, **48**, 335 (1977)
- 19) Iimura, K. : Heavy Metal Pollution in Soils of Japan, ed. by K. Kitagishi and I. Yamane p. 20 (1981) Japan Scientific Societies Press
- 20) Bowen, H. J. M. 著, 浅見輝男・茅野充男訳：環境無機化学, p. 68 (1983) 博友社

Heavy Metal Concentration in the Street Dust of Main Cities in Ibaraki-ken, Japan

TERUO ASAMI, SATORU MIZUTANI and WAKAYO SASAKI

To elucidate the level of heavy metal pollution of 3 main cities in Ibaraki-ken, the street dust was collected from Hitachi(industrial city), Mito(commercial city) and Tsuchiura(commercial-industrial city), and the concentrations of Cd, Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, Co, Fe, Mn and V in the dust were determined. The street dust of Ami (small town) was also collected and analyzed for control. The street dust was mainly composed of soil materials. Results are as follows.

- 1) Pollution by heavy metals except Pb was not detected in Ami. Ami was slightly polluted by Pb.
- 2) The concentrations of heavy metals except V in the street dust were higher in Hitachi than in Ami, especially in Cd, Zn, Pb and Cu. The concentration of Cu in Hitachi was 21 times that of unpolluted soil : the Cu pollution would derived from the Cu factories in Hitachi.
- 3) The concentrations of heavy metals in the street dust of Mito and Tsuchiura were higher than those in Ami and lower than those in Hitachi. But, one sample which was collected near a Cu factory in Tsuchiura contained 1,850ppm Cu.

(Sci. Rep. Fac. Agr. Ibaraki Univ., No.32, 29 ~ 34, 1984)