

# 大気汚染物質の植物に対する影響 (第7報)

## 緑地帯, 街路樹帯の土壤中の金属含量

太田 洋\*・門田正也\*\*・佐野 慄\*・鶴泉彰恵\*

Effects of Air Pollution on Some Trees Growing in  
Urban Environment (VII)

Content Levels of Metals in Soils

Hiroshi OHTA, Masaya KADOTA

Isamu SANNO, Akie TSURUIZUMI

都市環境から受ける影響を市内緑地帯, 街路樹帯の樹葉中の Cu, Zn, Mn, Fe, Pb, Cd, Ni, Ca, Mg を測定し, この植物に直接, 間接的に影響の大きい土壤中の各元素についての検討を行なった。

その結果, 都市化型土壌のきざしが pH, 各元素よりみられ, 特に車交通に関係する Pb が街路樹帯緑地帯の道路ぎわにみられた。また Cd は Cd/Zn 比より Zn にともなって存在するものによるとみられた。樹葉 / 土壌の比は自然値の場合とほぼ同じで, 特に影響を与えているとはいえない。

生活環境としての自然環境の保全として緑の拡充, 確保の必要性は, 生物圏における基礎生産者の位置にある緑の環境との相互作用を利用しつつ, 都市環境の内部からの浄化を図ろうとするものであるといえよう。この都市環境は生物的・化学的・物理的のさまざまな相互の影響による自然環境とは異なった複雑な形で形成されつつある。この中で, 日常工場, 車などの廃棄あるいは排出される各種重金属による自然系ではみられなかった人工系の物質循環の経路が作られ, 環境衛生上いろいろな問題を提起している。

一方, 自然環境に対する新しい理念, 認識から生物に対する価値観の変化による都心部にある緑地, 公園あるいは街路樹帯の樹木も自然地と同様に重要な保護保全の対象と考えられてきた。

この都市環境から, これら市内緑地の樹木などが受けつつある影響を見るために都市環境下で樹葉に含まれている元素の種類とその含量レベルについての研究調査は都市部における緑の保護保全にかかわる基本的項目の一つであると考え, これまでに報告してきた<sup>1)</sup>

ところが, これら植物の微量元素の問題は幾つかの元素, 例えば生育元素, 微量栄養元素および不必要元素などの相関性の上で栄養, 毒性などが論じられるべきであ

るが, さらにこれを土壤中の元素まで研究の観点を広げた研究例は殆んど見当たらない。

そこで植物に対して直接, 間接的に影響の大きい土壤中の各元素についての実態把握を行なったので報告する。

ここでは植物の生育に必要な主栄養元素として Ca, Mg 微量であっても, 正常な生育にはなくてはならない微量栄養元素として Cu, Zn, Mn, Fe, および現在では不必要元素と考えられているよりむしろ汚染元素の性格をもつ Pb, Cd, Ni をとり上げ, これら元素について路線からの影響, 交通量と Pb 含有量の関係, 深さ別金属元素含有量, 自然地との対比, Cd/Zn 比および樹葉と土壌の金属含有量などについて検討を試みた。

自然界および各地の土壌中の金属含有率については表 1 に示す。

### 調査地点および測定方法

第3報<sup>1)</sup>に 取地および採取点を示す。試料は距離などを考慮し, 各点とも 1 m 四方の各点の 4 点をよく混合し, ポリエチレン袋に入れて試料とした。同一地点における土壌採取は上層部として 0 cm および 10 cm の表土を採取し, さらに下層部として 25~30 cm の下土も併せて採取した。

実験室に持ち帰った土壌の一部を, まず木片, 葉, 石

\* 環境工学研究所

\*\*名古屋大学農学部

表1 自然界の土壌の平均含有率

	Pb ppm	Cd ppm	Ni ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm	Fe %	Ca %	Mg %
クラーク数 <sup>(2)</sup>	15	0.5	100	100	40	900	4.70	3.39	1.93
Taylorら <sup>(2)</sup>	12.5	0.2	—	55	70	950	5.63	—	—
Bowenら <sup>(3)</sup>	10	0.06	40	20	50	850	4.00	1.40	0.60
	(2—200)	(0.01~0.7)	(10~1000)	(2~100)	(10~300)	(100~4000)	—	—	—
KOBGAら <sup>(3)</sup>	10	0.5	30	20	50	850	—	—	—
山 縣ら <sup>(4)</sup>	10	—	30	20	50	1000	—	—	—
	(2—200)	—	(7—500)	(2—100)	(10—200)	(200—3000)	—	—	—
水田の天然賦存量 <sup>(5)</sup>	30	0.45 ±0.23	—	44	100	~1000	—	—	—
岡山耕地土壌 0~15cm <sup>(6)</sup>	33.4	0.55	27.2	46.5	135	438	—	—	—
長野水田土壌 0~10cm <sup>(7)</sup>	21.9	0.49	19.5	46.1	103	511	3.41	—	—
30~40cm	18.0	0.22	18.6	—	89.3	—	4.47	—	—
長野山林原野 0~10cm <sup>(7)</sup>	21.4	0.43	15.3	42.2	92.3	714	3.81	—	—
30~40cm	16.3	0.21	17.4	34.5	82.6	618	4.01	—	—

などを除き、シャーレなどに広げ、天日で風乾後、手又は木槌で軽くほぐし、2mmおよび0.15mmのふるいで節過し、ポリエチレン袋に入れ風乾試料として保存した。

採取した試料についての分析方法は、樹葉の場合の方法<sup>8), 9)</sup>によった。

測定結果ならびに考察

場所別、深度別の強熱残分を表2に示し、また各元素含有率およびpH測定結果を表3に示す。

(1) 土壌の一般的傾向— pHおよび強熱残分について

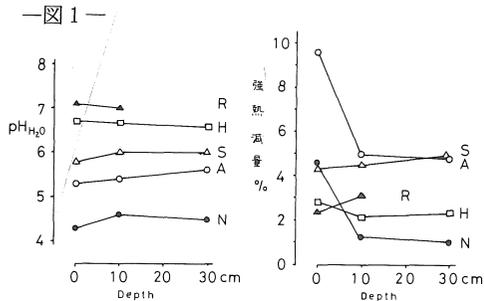


図1 土壌のpHと強熱減量

樹木の群生(熱田神宮)と列植(東山公園, 白川公園, 街路樹)などの影響は表上, 下上の有機物量(強熱減量)に表われ, すなわち, 森の形となっている熱田神宮は, 落葉などによって表土の強熱減量が大きい値となって表

われ, 列植状の東山公園, 白川公園, 街路樹帯では秋になると枝はらい, 落葉の清掃などで除かれ, 表土の強熱減量は, きわめて小さい値である。

青少年公園では表土では落葉分がみられたが下土に関しては風化が進んでいず, ジャリ質のため, ほとんど強熱減量がみられなかった。

pH値でみると青少年公園, 熱田神宮, 白川公園, 東山公園, 街路樹帯の順に高くなっており, このことは, 街路樹帯, 東山公園が高いのは舗装による影響と考へ, いわゆるアルカリ性化(都市化型)を示している。これに対し熱田神宮は古くから継続している半自然的な環境下において都市的因子の影響をより受けにくい状態にあり, この点樹葉中のCa含有率, 含有量の場合と同じことがいえる。

このpH値は深さによる変化は, ほとんどない(図1)

(2) 自然地との対比

調査場所の各元素の含有率は文献値と比較して, この自然値(バックグランド)の数値の取り扱いについては若干の問題は残るが, 一応, 表4のようにまとめた。

山林系野(長野), 耕地(岡山)およびクラーク数などの値と比較して, 緑地帯より街路樹帯の方が高いことは, 都市化型汚染のきざしがみられるといえるが, 植物の状態と比較して, 特に汚染されているとはいえない。

表2 土壤の強熱残分

採集場所	採集地点	強熱残分 (%)		
		0 cm	10cm	30cm
熱田神社宮	D <sub>1</sub>	89.7	93.8	93.8
	D <sub>2</sub>	83.3	97.7	96.5
	D <sub>3</sub>	95.1	96.4	96.8
	D <sub>4</sub>	97.1	95.7	97.1
	D <sub>5</sub>	87.0	87.7	92.8
	D <sub>6</sub>	94.2	96.8	95.9
	D <sub>7</sub>	92.6	97.3	96.1
	平均	91.3	95.1	95.4
	D <sub>8</sub>	87.4	94.7	93.8
	D <sub>9</sub>	89.0	93.6	95.9
	D <sub>10</sub>	87.8	94.4	93.8
	D <sub>11</sub>	91.1	96.4	96.2
平均	88.8	94.8	94.9	
D <sub>12</sub>	76.9	92.3	94.6	
全平均	89.3	94.7	95.2	
東山公園	G <sub>1</sub>	96.2	98.3	
	G <sub>2</sub>	97.7	98.2	
	G <sub>3</sub>	98.4	98.5	
	G <sub>4</sub>	97.2	98.2	
	G <sub>5</sub>	98.2	97.8	
	G <sub>6</sub>	93.8	97.8	97.3
	G <sub>7</sub>	98.4	96.6	97.9
	平均	97.1	97.9	97.6
街路樹	1桜通り	96.2	97.8	
	2志賀本通	98.4	95.3	
	3阿由知通	97.9	96.1	
	4塩入町	98.0	96.8	
	5港東通	97.6	97.7	
	6港本町	97.0	96.2	
	7八角堂	98.4	98.6	
	平均	97.6	96.9	

0 cm, 10cm, 30cmは、土壤の表面からの深さを示す。

採集場所	採集地点	強熱残分 (%)		
		0 cm	10cm	30cm
白川公園	K <sub>1</sub>	94.1	95.9	96.5
	K <sub>2</sub>	93.4		
	K <sub>3</sub>	96.3	95.9	96.5
	K <sub>4</sub>	95.4		
	K <sub>5</sub>	98.0	95.4	96.2
	K <sub>6</sub>	97.9		
	K <sub>7</sub>	97.8	97.5	96.2
	K <sub>8</sub>	95.8	95.2	95.2
	K <sub>9</sub>	95.7		
	平均	96.0	96.0	96.1
	L <sub>1</sub>	93.8	95.3	94.0
	L <sub>2</sub>	92.7		
L <sub>3</sub>	95.6	98.2	95.6	
L <sub>4</sub>	96.3			
L <sub>5</sub>	98.8			
L <sub>6</sub>	95.0	95.0	95.7	
L <sub>7</sub>	95.0			
L <sub>8</sub>	95.7			
L <sub>9</sub>	94.9	90.8	89.9	
L <sub>10</sub>	98.4			
平均	95.6	94.8	93.8	
M <sub>1</sub>	97.5	98.6	98.2	
M <sub>2,3</sub>	92.1	94.1	94.1	
M <sub>4</sub>	93.8	96.1	96.6	
M <sub>5,6</sub>	92.6	95.3	95.2	
M <sub>7</sub>	93.4	96.5	95.9	
M <sub>8</sub>	93.2	95.8	97.1	
平均	93.8	96.1	96.2	
全平均	95.3	95.7	95.5	
青少年公園	H <sub>3</sub>	94.0	98.3	99.0
	H <sub>4</sub>	94.8	98.9	99.3
	H <sub>5</sub>	97.4	99.1	98.8
	平均	95.4	98.8	99.0

表3 土壌の pH 及び金属の含有量 (ppm)

地点	pH		Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd											
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30									
D <sub>1</sub>	5.4	5.3	5.7	13	21	1770	1310	1330	105	126	219	505	249	364	567	441	520	20500	18600	19500	22.9	12.4	27.1	167	237	146	1.43	0.79	0.85	
	4.8		4.8																											
D <sub>2</sub>	5.1	5.6	5.3	51	1	1500	1010	1130	48	7	30	277	81	97	493	317	346	16600	13500	17200	21.4	5.0	7.3	102	14	19	1.34	0.54	0.66	
		4.9																												
D <sub>3</sub>	5.4	5.3	6.2	5	0	1120	1170	1310	20	7	10	167	126	153	268	365	10700	12300	18500	17.3	20.0	13.6	45	15	19	0.70	0.47	0.62		
	4.6	5.0	5.1																											
D <sub>4</sub>	5.2	5.8	5.2	7	5	4	1380	1290	1020	16	17	9	152	151	103	402	427	10200	12300	14300	12.7	16.7	8.3	31	38	19	0.82	3.75	1.15	
		4.2																												
D <sub>5</sub>	5.7	5.2	6.7	529	380	51	1140	1330	1570	74	1635	49	409	570	344	565	614	16100	14600	15800	16.7	18.6	14.4	95	190	81	1.20	1.23	0.96	
	5.4																													
D <sub>6</sub>	5.6	6.0	6.4	736	85	21	3140	1920	1980	110	89	28	345	149	99	416	550	16300	15900	22300	42.9	14.2	12.7	281	87	39	1.09	0.66	0.79	
	5.8	5.9																												
D <sub>7</sub>	5.6	5.0	5.7	20	1	12	1430	719	840	31	8	23	302	75	187	243	189	11300	9100	10700	28.7	5.7	9.5	63	15	54	1.70	0.46	0.49	
		5.2																												
平均	5.4	5.5	5.9	19	18	16	1640	1250	1310	58	42	25	308	200	192	422	414	14500	13800	16900	23.2	13.2	13.3	112	85	54	1.18	1.13	0.79	
	5.2	5.0	5.0	194	69																									
D <sub>8</sub>	5.2	5.5	4.8	25	10	2	2260	1150	1440	82	24	24	427	125	121	611	355	404	12300	14200	18800	37.7	12.5	20.8	220	58		3.76	0.74	0.96
	4.6	4.5	3.8																											
D <sub>9</sub>	5.3	5.6	6.2	249	77	44	1060	990	1180	27	19	14	280	129	114	749	705	731	16100	16200	17300	13.0	8.2	9.4	80	29		0.83	0.70	0.59
	4.8	4.7	5.1																											
D <sub>10</sub>	4.8	4.6	4.4	16	1	0	1060	970	1080	37	15	14	216	113	95	725	627	736	14600	15500	13900	15.0	11.0	11.3	63	28		0.89	0.45	0.54
	4.2	3.7	3.6																											
D <sub>11</sub>	5.0	5.4	5.6	10	6	9	1220	1130	1390	65	54	40	234	137	101	535	631	723	11100	14400	14400	17.9	10.2	10.6	154	45		0.93	0.57	0.79
	4.3	4.6																												
平均	5.1	5.3	5.3	17	24	14	1400	1060	1270	53	28	23	289	126	108	655	580	649	13500	15100	16100	20.9	10.5	13.0	129	40	35	1.60	0.62	0.72
	4.5	4.3	4.3	75																										
D <sub>12</sub>	5.1	5.5	6.0	432	139	372	1550	990	830	898	204	154	952	385	381	504	360	300	34300	19300	12000	39.7	18.5	12.6	382	122	108	3.28	0.84	0.75
		5.3																												
全平均	5.3	5.4	5.7	18	20	15	1550	1160	1260	56	52	24	356	191	180	507	465	567	15800	14700	16200	23.8	12.8	13.1	140	73	52	1.50	0.93	0.76
	4.8	4.8	4.6	174	60	45																								

表中の 0, 10, 30は土壌の表面からの深さ [cm], pH; 上段H<sub>2</sub>O, 下段KCL (以下各頁共通)

元素 地点	pH		Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd										
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30								
K <sub>1</sub>	5.4	5.2	5.4	21	46	1410	1360	1300	49	64	83	257	200	195	443	402	329	17300	13900	10200	19.4	14.5	12.0	107	106	81	0.87	0.59	0.52
	5.2			8		1860			57		211			431		16400					19.9		117				0.74		
K <sub>3</sub>	6.6	7.0	6.4	356	129	1284	1470	2510	1000	37	56	242	377	389	291	438	341	8700	16000	12800	16.0	15.6	19.2	101	208	147	0.90	1.33	0.80
	6.8			30		1530			43					297		13100					18.9		128				0.92		
K <sub>5</sub>	6.3	6.2	6.0	10	13	1190	1510	1330	16	32	21	103	130	81	358	847	505	10500	17800	13200	8.9	13.4	8.9	41	48	32	0.49	0.83	0.54
	4.8	5.6	5.3	4		770			36			118		222		8400					9.5		67				0.45		
K <sub>7</sub>	6.7	6.4	7.2	59	26	1190	1170	1290	34	39	41	256	249	219	351	307	442	9200	10700	14100	13.2	15.0	13.2	83	78	78	0.72	0.79	0.73
	5.3																												
K <sub>8</sub>	6.1	6.6	6.5	42	43	1670	1670	2130	93	241	145	348	429	402	313	309	617	12000	11600	19600	18.5	20.6	20.0	127	166	144	2.06	2.86	3.27
				34		1560			60			336			306		17100				23.0		130				1.05		
平均	6.1	6.3	6.3	26	41	1410	1640	1410	47	85	89	236	277	257	335	461	447	12500	14000	14000	16.4	15.8	14.7	100	121	96	0.91	1.28	1.17
	5.0	5.6	5.8	63	161																								
L <sub>1</sub>	5.7	6.1	6.0	23	22	2130	1870	2180	58	42	35	240	131	118	604	588	640	20800	20900	25200	19.7	13.5	17.1	151	65	52	1.02	0.61	0.66
	5.5			22		2190			47			229			580		22700				21.4		97				1.03		
L <sub>3</sub>	5.1	6.1	6.2	15	34	1920	1350	1370	17	28	18	112	104	107	415	209	364	13100	11600	14900	11.9	11.2	10.2	42	218	52	0.64	0.48	0.53
	4.6			12		1540			18			111			307		11800				12.4		36				0.51		
L <sub>5</sub>	6.1			8		690			5			60			108		5200				4.0		13				0.28		
	5.3																												

白川公園 S K S L S M

元素 地点	pH			Ca			Mg			Cu			Zn			Mn			Fe			Ni			Pb			Cd		
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
L <sub>6</sub>	6.2	5.7	5.9	31	8	15	1730	1590	1540	25	26	33	187	125	239	387	451	362	13100	16800	16000	12.6	14.5	12.3	35	42	28	0.61	0.58	0.64
L <sub>7</sub>	6.0	5.7		48			2550			62			247			544			21000			17.0			87			1.11		
L <sub>8</sub>	5.8			10			2570			42			180			458			19400			21.5			110			0.72		
L <sub>9</sub>	5.1	4.7	4.8	5	0	0	2510	3230	3370	34	18	20	206	107	106	620	788	820	19500	30800	31500	18.6	25.1	29.0	84	40	39	0.87	0.74	0.85
L <sub>10</sub>	6.1	5.6		28			1660			17			154			271			15400			12.3			56			0.64		
平均	5.6	5.7	5.7	20	16	13	1950	2010	2120	33	29	27	173	117	143	429	509	547	16200	20000	21900	15.1	16.1	17.2	71	91	43	0.74	0.60	0.67
M <sub>1</sub>	6.1	5.8	5.4	77	20	75	2290	1330	1250	40	18	19	229	113	114	365	298	323	14500	11600	12200	27.3	10.0	9.6	151	48	42	0.92	0.58	0.78
M <sub>2-3</sub>	6.3	5.7	6.2	49	13	10	2620	1930	2060	33	22	18	308	139	120	603	681	692	17600	21900	22000	27.4	17.4	18.6	162	71	57	1.17	0.78	0.82
M <sub>4</sub>	5.8	5.7	5.8	33	15	5	2050	1620	1320	30	26	14	197	120	76	514	506	378	17000	17000	15100	28.4	13.4	8.8	108	62	161	0.66	0.71	0.42
M <sub>5-6</sub>	5.8	5.9	5.9	46	14	22	2090	1700	1530	39	41	31	239	228	208	516	491	477	16900	16600	16200	19.2	13.6	13.7	70	48	56	0.77	0.67	0.70
M <sub>7</sub>	4.7	5.5	5.7	19	13	30	1610	1250	1430	24	69	46	103	121	131	310	508	454	8000	15000	17600	11.4	10.8	16.4	40	88	111	0.48	0.65	0.62
M <sub>8</sub>	5.5	6.4	6.1	10	12	30	1980	1620	1120	40	53	40	175	157	118	482	433	306	16900	17000	13200	21.2	19.3	12.1	110	60	55	0.82	0.73	0.55
平均	5.7	5.8	5.9	19	15	29	2110	1580	1450	34	38	28	209	146	128	465	486	438	15200	16500	16100	22.5	14.1	13.2	107	63	80	0.80	0.69	0.65
全平均	5.8	5.9	6.0	26	16	16	1790	1710	1610	38	51	41	204	182	175	404	484	470	14600	16600	16900	17.3	15.2	14.7	90	76	90	0.82	0.86	0.83
	5.2	5.4	5.6	40	67																									

M地点は表面から0cm 10cm 25cmの土壌を試料とした。

元素 地点	pH			Ca			Mg			Cu			Zn			Mn			Fe			Ni			Pb			Cd		
	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30	0	10	30
東山公園 G																														
G <sub>1</sub>	7.2	7.1		1450	440		2760	1250		33	11		225	101		202	204		9800	10100		32.0	8.3		66	23		0.45	0.78	
G <sub>2</sub>	6.1	6.5		3620	5470		2780	2070		21	12		176	171		274	446		9100	9700		26.0	9.3		194	25		0.63	0.63	
G <sub>3</sub>	6.9	6.3		6510	540		3600	1440		25	12		209	90		494	232		14600	12600		21.6	4.8		50	21		0.37	0.84	
G <sub>4</sub>	6.8	6.2		3490	350		6110	1870		33	13		288	153		277	207		13800	14500		79.5	10.6		71	47		1.39	0.50	
G <sub>5</sub>	6.6	6.9		1010	520		1870	1510		15	13		211	134		222	228		10100	11400		17.1	12.0		31	24		0.63	0.59	
G <sub>6</sub>	6.2	7.1	6.6	73	460	66	1950	750	540	33	16	18	241	153	192	227	144	150	14300	11100	11200	22.1	11.1		84	96	67	0.81	0.43	0.41
G <sub>7</sub>	7.3	7.0	6.6	1710	17	330	2220	520	750	18	11	8	181	91	77	225	136	142	11800	11800	10300	17.3	8.1		26	19	16	0.76	0.51	0.37
平均	6.7	6.7	6.6	3220	460	198	3040	1340	650	25	13	13	219	128	135	274	228	146	11900	11600	10800	30.8	9.2	8.5	75	36	42	0.72	0.61	0.39
	6.2	6.2	6.4	4750																										

青少年公園 H

H <sub>3</sub>	4.3	4.7	4.5	0	0	0	220	270	330	6	5	5	30	15	18	19	13	16	3800	5100	6000	3.5	3.1	4.0	19	11	60	0.30	0.20	0.41
H <sub>4</sub>	3.3	3.9																												
H <sub>5</sub>	4.3	4.6	4.6	0	0	0	200	190	150	4	3	3	21	9	7	12	11	7	3200	3500	2700	3.1	3.0	3.0	17	9	9	0.35	0.08	0.08
平均	3.3	3.9																												
H <sub>5</sub>	4.3	4.5	4.5	0	0	0	200	200	190	3	4	3	7	17	9	7	9	4	6000	5700	4800	2.7	3.4	0.7	6	8	3	0.14	0.23	0.13
平均	3.5																													
平均	4.3	4.6	4.5	0	0	0	210	220	220	4	4	4	19	14	11	13	11	9	4300	4800	4500	3.1	3.2	2.6	14	9	6	0.26	0.17	0.21
	3.4	3.9																												

× 異常値と思われるものを除いた平均

※ 異常値と思われるものを含めた平均

元素 地点	pH		Ca	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe	Ni	Pb	Cd
	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0

街路樹地帯

1 桜通り	7.3 6.2	7.2 6.2	440	105	3740	1740	53	27	270	103	530	428	24000	14900	44.4	13.2	431	198	2.11	0.68
2 志賀本通	6.6 6.5	7.4	8200	65	3260	1390	169	62	232	193	302	470	10800	15500	43.2	17.5	121	942	0.71	0.92
3 阿由知通 3	7.4 7.2	7.2 6.3	9300	136	2720	550	113	34	394	87	349	249	12600	7500	39.1	10.7	230	53	1.09	0.33
4 塩入町 3	7.2 5.6	6.2	872	25	1990	1020	102	148	553	262	424	476	21700	13400	41.1	17.4	407	93	1.33	0.71
5 港東通 1	6.5 6.5	5.9 6.3	3660	477	4700	3840	116	74	385	195	633	345	21600	17300	97.5	41.5	138	69	1.25	0.50
6 港本町	7.1 6.2	7.7 6.8	5830	8620	4110	3620	131	128	670	826	504	840	18800	15000	153.6	102.0	258	196	2.07	2.28
7 八角堂	7.6 6.8	7.4 5.9	32500	54	9160	350	81	6	286	29	1484	1323	9000	9800	56.3	5.1	162	19	1.59	0.30
平均	7.1 6.4	7.0 6.3	8690	1350	4240	1790	109	68	399	242	604	590	16900	13300	67.9	29.6	250	224	1.45	0.83

表4 自然値との対比

	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Mn
自然値 (自然値) ppm	1 10 - 35	1 0.1 - 0.6	1 15 - 40	1 20 - 50	1 50 - 150	1 300 - 1000
熱田神宮	5.9	3.3	1.1	1.4	3.0	0.7
白川公園	3.8	2.1	0.8	1.0	2.0	0.6
東山公園	3.7	1.8	1.5	0.6	2.1	0.4
青少年公園	0.7	0.7	0.7	0.6	1.2	0.5
街路樹帯	12.5	3.6	3.4	2.7	4.0	0.9

あえていうならば、街路樹帯の一部にあるかも知れないといえよう。

しかし pb についてのみでみると自然値資料 (平均 20 ppm) に対して、街路樹帯は 12.5 倍、熱田神宮は 5.9 倍と大きく、汚染が充分考えられる。これは車の排気ガスによる影響が大きいと考える。また他の緑地帯 (白川公園、東山公園) においても 4 倍近くも存在することから都市化型汚染のきざしといえよう。しかし、この程度が都市部の平均含有量レベルとなるかも知れない。

Mn については全て低い比率であるのは、環境汚染の影響とともに土壌の化学性による影響も受けていることが推定できる。すなわち一般に、自然山岳地では都市街域に比して高濃度を呈していることである。この土壌の化学性のうちで pH の影響がもっとも大きいものと考えられる。市街域の土壌の pH は微アルカリ性 (pH ~ 8.5) であるのに対して、一方の自然山岳地では酸性土壌 (pH 5 ~ 6.5) を呈する。Mn に限っていえば、このように土壌の化学性そのものによってどちらかという分析時に溶解し (抽出され) 易い形によりなっていることも考えると分析結果には更に検討を要する。

他の元素は自然値の 1 ~ 3 倍で、その値の中でも緑地帯より街路樹帯の方が高いことは都市化型汚染のきざしがみられるといえよう。

(3) 緑地帯の金属含有量率 (路線からの影響)

自然緑地的性格をもつ熱田神宮では、図 2 のように、路線から遠ざかるにつれて各元素量が減少しているが、汚染元素である Pb に、特にその傾向が顕著にみられた。これも交通量の影響によるもので、樹葉中の元素においても同じ傾向がみられることから云いうる。

白川公園では、樹木が列植状で、開放部分による常風方向、微地形影響 (道路、信号など) があらわれ、すなわち中央にランドをもち、風に運ばれてより高濃度の Pb を含んだ排気ガスにさらされ即ち直線的影响の形で L<sub>8</sub>, L<sub>9</sub>, K<sub>8</sub>, K<sub>9</sub> に特に Pb の高い点がみられ、又国

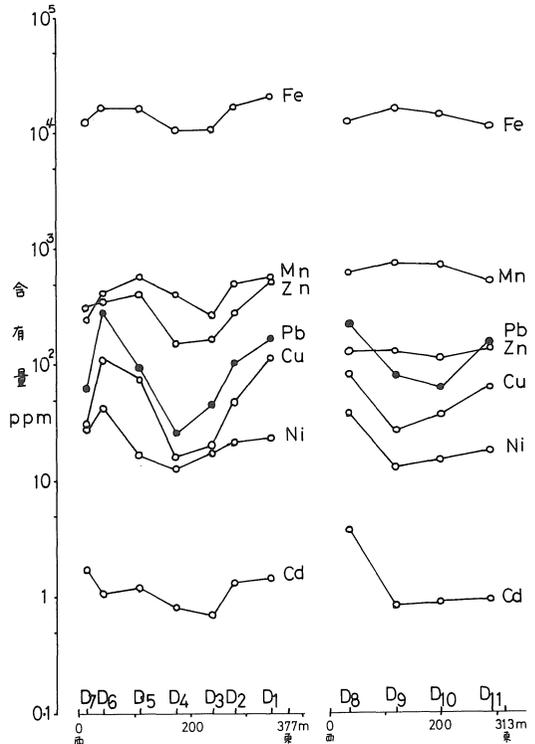


図2 熱田神宮 (A) 表土

道19号線と若宮大通街 (百米道路) との交差点にあることから L<sub>1</sub> ~ L<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, K<sub>1</sub> ~ K<sub>4</sub> に Pb の高い点がみられた。

(4) 街路樹帯 (交通量との関係)

昭和49年度の交通量調査<sup>\*</sup>の結果と表土の Pb 含有量について図 3 に示す。交通量が増すにつれて Pb は増加しており (120 ~ 430 ppm), これに例えば中都市としての岡山市内のデータも同一直線上にあり、よく一致した。また下土 (30cm 深) が表土 (0 ~ 10cm) の 1/5 ~ 1/10 であること、更に以前より交通量の多い所の比は値が大きい (

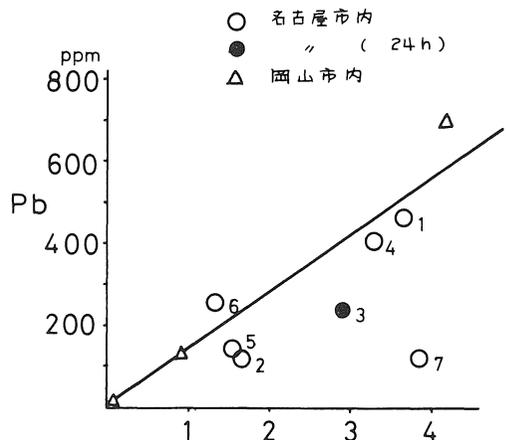


図3 交通量と Pb (表土)

\* 名古屋市土木局道路部建設課による

1に近い) ことより、車の排気ガスによることがはっきりし、都市の Pb 汚染に大きな影響を与える可能性があるといえよう。

この傾向は、Cu, Zn, Ni, Cd についてもみられる。

Pb, Zn, Fe が幹線道路において高濃度を顕著に測定された結果は、通過車輛数との関連において重金属汚染が進行することを意味する。とくに排気ガスそのものと直接関連のない Fe の濃度が幹線道路において高いことは、大都市域の環境汚染防護の意味から新しい問題を提起するものとして注目しうる。

表5 市街道路と鉄道沿線

	街路樹帯	鉄道沿線*
	ppm	ppm
Pb	250	382
Cd	1.45	3.28
Ni	67.9	39.7
Cu	109	898
Zn	399	952
Mn	604	504
Fe	16,900	34,300

\* D<sub>12</sub>

また鉄道沿線 (D<sub>12</sub>) については1点のみであるが、表土に赤茶色 (酸化鉄) などがみられない程度にはなれた場所であるが、緑地帯の数倍~10数倍の高値を示し、また街路樹帯よりも Pb, Cu, Ca が顕著に高い濃度を示したが、市街道路より小面積であるが、車輛の種類、列車本数、離隔距離などを考慮して検討を要することである。

(5) 深さ別 (表土と下土の比較)

一般的に表土の方が下土より高値を示す傾向にあり、表土/下土の比は1.5~3であった

Pb などの汚染元素は一般に表土/下土の比が大きい (熱田神宮など) が、街路樹、白川公園では表土と下土が殆んど変りない、すなわち比が1に近いのは特視され、長期にわたる汚染化ともいえる。

しかし Fe の場合は表土と下土が殆んど変りないことは広く分布している元素であることによるが、青少年公園の値に比して高いことは産業 (生産) がもたらした都市化土壌ともいえよう。

(6) Cd / Zn 比

Pb ととも汚染元素の1つである Cd は一般に非鉄金属元素の1つである Zn と共存する。それ故 Ca / Zn 比を

みれば、他と変りないか、小さい場合は Cd は Zn の共存量によるものと考えられるが、比が大きい場合は Cd による汚染が考えられる値とみることができよう。

一般に自然界ではこの比が0.004~0.005である、

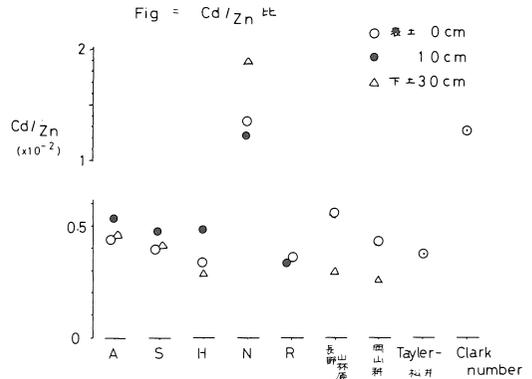


図5 Cd / Zn 比

各緑地帯、街路樹帯の Cd / Zn 比を図5に示すと表土、下土ともに0.003~0.005にあり、又青少年公園の土壌は山土であることからクラーク数と類似している。

このことから名古屋市内の緑地帯、街路樹帯の Cd は単独汚染のものでなく、Zn との共存によるものと考えられる。

(7) 植物との関係 — 樹葉と土壌の金属含有量

一般に同種の植物でも土壌が異なれば樹葉に含まれる元素の種類も、その量も異なるはずである。また同一地点に生育する同種の植物でも生長の良否によって各種元素の含有量に差異があろう。さらに季節の進行に伴う生育状態の変化 (たとへば、新芽、若葉、成葉、老葉など) に従って各種元素の含有率はそれぞれ増減、つまり季節的变化を示すのが通例である。

10月頃の樹葉は、なかには多少軽度の老化現象を伴うとはいえ、一般的には成葉 (一葉あたりの重量がほぼ最大) である故、季節変化で漸増、漸減などの様相の相違は別として各種元素の含有率はほぼ安定しているといえよう。したがって落葉直前でない限り、10月期の供試葉についての各種元素含有率の数値は葉の成熟度にとかく大差が生じやすい生長期前半の供試葉のそれにくらべて

表6 植物 (樹葉) / 土壌 (表土) 比

	Pb	Cd	Ni	Cu	Zn	Mn	Fe
min	0.03	0.43	0.04	0.09	0.09	0.05	0.009
max	0.41	1.08	0.30	0.25	0.36	0.64	0.022
平均	0.08	0.5	0.1	0.2	0.1	0.2	0.02
KOBGA	0.05	—	0.02	0.1	0.1	0.01	0.003

樹葉: クスノキ, ケヤキ, イチョウ, マツ, サンゴジュ

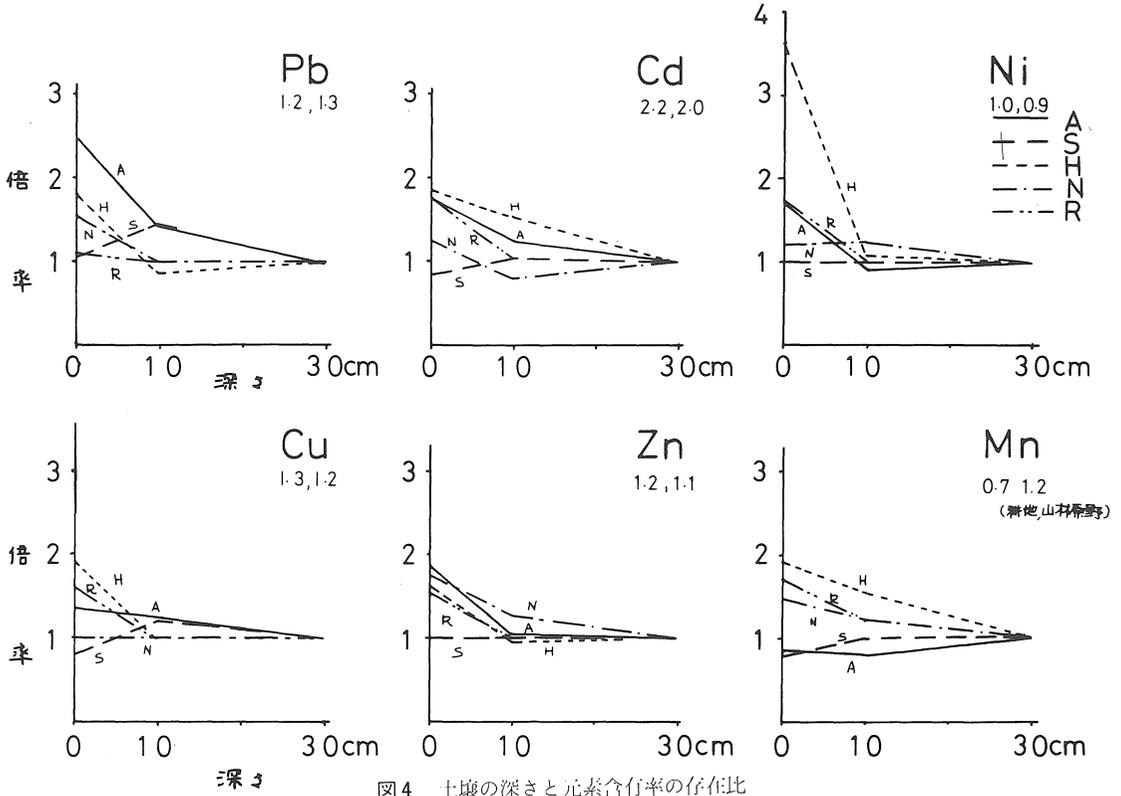


図4 土壌の深さと元素含有率の存在比

葉の化学的組成あるいは、その診断に関して、より良い指標を与えると考える。

この成葉である10月期の樹葉の各種元素の含有率とそれとを比較するために樹葉 / 土壌(表土)の比を表6に示す。

Kobga<sup>3)</sup>と比較して余り差はないが、Mn, Ni はやや大きい。

しかしこの存在比は植物の種類, 土壌の pH, 有機質量, 粘度含量などの諸要因が複雑に作用しており、今後の検討問題となろう。

結 論

1) 土壌の pH, 強熱残分より名古屋市内は明らかにアルカリ性(都市化型)を示した。

2) 各種元素の含有率は汚染元素のうち特に Pb が街路樹帯に多くみられ、他の元素も汚染につながる元素が多いことから都市化型汚染のきざしがみられる。

3) 交通量の影響は街路樹帯にみられ、また緑地帯においても道路ぎわ、開放部分の奥側などに濃度が高いところがみられた。

4) 表土 / 下土の濃度(含有率)比は 1.5 ~ 3 で、汚染元素はその比がさらに大きくみられた。しかし街路樹

帯では逆に 1 に近い値をみせたことは特視される。

5) Cd / Zn 比から名古屋市内は Cd 単独汚染はみられず、Zn にもなって存在するものとみられるものである。

6) 樹葉 / 土壌の比は文献値のものとは差がないものであるから、植物の方に対しては特に影響を与えているとは云えないだろうが、その値の取扱いには更に検討を要する。

終りに、この研究を行うに当り、試料の採取に御便宜を与えられた熱田神宮庁林苑課、名古屋市緑地部、同公害対策局、同土木局中土木事務所白川公園分所、同東山総合公園事務局事業係、愛知県青少年対策局青少年公園公園係の方々、又試料の採取に協力してくれた研究生岡部正利君、応用化学科学生安藤元彦君、大島 誠君、又試料の測定に協力してくれた応用化学科学生中村善之君、夏目隆勝君らに深く謝意を表する。

文 献

1) 太田, 門田, 佐野, 鶴泉: 愛工大研報, No.12  
203, 215, 231, 261 (1977)  
2) 日本化学会編: 化学便覧, 基礎編 I (1971)  
3) H. J. M Bowen: Trace Elements in Biochemi-

stry。

- 4) 山縣 登：環境と地球化学 82 (1974)大日本図書
- 5) 農業技術研究所：農業技術研究所報告 (1971)
- 6) 小林 隆ら：ibid 9 1013 (1973)
- 7) 牧 幸男ら：ibid 9 473 (1973)
- 8) 太田, 安達：愛工大研報 No.10, 223 (1975)
- 9) 太田 : 昭51中化連講演予稿集 221 (1976)  
(特別討論会「原子吸光分析」)