

# 大気汚染物質の植物に対する影響（第4報）

## 緑地帯，街路樹帯の樹葉中の金属含量（その2）

太田 洋\*・門田 正也\*\*・佐野 慥\*・鶴泉 彰恵\*

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

Content Levels of Metals in Leaves of Urban Woody  
Plants (2)

Hiroshi OHTA, Masaya KADOTA

Isamu SANÔ, Akie TSURUIZUMI

人と車の過密な大都市環境下で緑地帯，街路樹帯などの樹木が受ける影響の中で大気汚染物質（金属成分）による研究例は少ない。著者らは樹葉中の金属含量レベルを測定し，大気汚染物質に対するモニターおよび影響について報告する。その結果，各元素の平均含有率は，一般的範囲では差異は少ない。特異的と思われる範囲の含有率では自然地より Mg, Zn, Cu, Pb, がやや高いが，市街地と比較すれば Zn, Pb は低く，Cu のみやや高い数値を示した。

植物の葉には20種を超える元素が通常含まれている。しかし，その全元素が，植物の正常な生育に必ずしも必要であるとは限らない。また，そのうち，今の科学的知見が必要といわれている元素でも，植物の種類に，あるいは，その植物の各生育段階にそって，必要元素もほぼ適量レベルにあることがのぞましく，いいかえると，極端に過剰でも不足でも，正常な生育はおぼつかない。また，いわゆる微量元素のうちには，植物の種類毎にいくつかの特定の必要元素の性格をもつものもある。そのような性格をそなえる微量元素も植物にとっては，その適量が微量なレベルで十分となるゆえ，とかく，その過剰ならびに不足は植物に比較的是げしい影響を及ぼしやすい反面もっている。

上記の諸点は，農作物，果樹あるいは造林木などの居食住に直結した「いわゆる有用植物」に対して，古くから研究調査されてきた。ところが，それ以外の自生植物などに対しては，特殊の種類を除けば，十分には調べられてはいない。ことに都市内の公園緑地に多く用いられている樹木については，殆んど調べられていない。

緑問題の基本的問題点の1つとして，人と車の過密な大都市内の緑地帯，街路樹帯などが，その都市環境から受けつつある影響などの現情把握は，ゆるがせにできな

い重要なポイントでもある。

緑の存在効果の一部として，葉面上に付着している各種の元素の様相，ひいては緑によるダストフィルタの効果についての研究調査は，わが国においても最近多くなった。また葉面に付着した各種元素の多少を調べることにより，その附近の大気汚染度をおおまかに，定性的にうかがい知ることができ，その研究例も増しつつある。

しかしながら，植物側にとっては，この葉面汚染度からのみで，植物が都市大気から受ける影響をとらえうるとは限らない。

それ故，都市環境下で葉に含まれている元素の種類と，その含有レベルについての研究調査もまた緊急的課題にあげねばならぬのであるが，その方向の研究は緒にいたばかりであって，調査例はまだ数少ない状態である。著者らは，このような研究調査を都市部における緑の保護，保全にかかわる基本的な研究項目の1つと思考している。

植物に含まれている元素については，最近の例では Fortescue<sup>1)</sup>らは樹木に関して次の4群に分類している。

- 1) ガス状元素：H, O, N, Cl。
- 2) 主要栄養素：C, K, Ca, Mg, P, S。
- 3) 微量元素：Mo, Cu, Zn, Mn, Fe, B。

\* 環境工学研究所

\*\* 名古屋大学農学部

表1-1 樹種別の含有率(上段—ppm—乾燥試料)および含有量(下段— $\mu\text{g}/\text{枚}$ )

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd										
	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏									
E3	3190	10500	6530	1250	1930	520	2.9	4.0	2.5	14	35	20	50	85	73	141	246	192	0.75	0.83	1.27	24	8.0	5.9	0.15	0.88	0.26
	2.16	2477	719	85	453	57	0.20	0.94	8.1 <sup>2</sup>	2.15	3.42	20.0	8.0	9.6	57.9	21.1	0.05	0.14	0.05	0.20	0.14	0.16	1.88	0.65	0.01	0.21	0.03
E4	9770	5200	13700	1930	1410	1960	4.7	3.3	6.0	3.6	3.5	44	5.2	2.19	57	179	125	401	1.89	0.52	2.56	6.1	4.5	10.2	0.37	0.44	
	4.70	257	874	93	70	125	0.23	0.16	0.38	1.03	1.03	2.78	2.52	10.8	3.6	8.6	6.2	25.6	0.09	0.03	0.16	0.27	0.22	0.65	0.02	0.01	0.03
平均	6480	7900	10100	1590	1670	1240	3.8	3.7	4.3	2.5	3.5	32	5.1	15.2	65	160	186	297	1.32	0.68	1.92	4.3	4.3	8.1	0.26	0.59	0.35
	343	1367	797	89	262	91	0.22	0.55	0.33	1.34	4.03	2.87	2.97	15.4	5.8	9.1	22.1	23.4	9.07	0.12	0.15	0.23	1.05	0.65	0.02	0.11	0.03

ケヤキ — 熱田神宮 A E

ケヤキ — 白川公園 SK

K1	6610	10600	14700	2070	1420	940	5.14	12.8	4.3	22	13	16	164	235	212	33	162	257	0.60	1.44	1.70	3.9	11.6	30.1	0.28	0.35	0.31
	488	1080	1660	156	164	106	0.41	0.28	0.48	1.63	1.33	1.82	12.4	23.8	23.9	2.5	16.4	29.1	0.05	0.15	0.19	0.30	1.17	3.40	0.02	0.04	0.04
K2	9660	7700	16100	1550	1350	1350	4.2	4.2	4.9	2.9	1.6	2.3	3.1	12.9	27.5	41	214	267	0.56	1.03	1.57	4.7	51.8	46.4	0.35	0.31	0.42
	367	923	2920	59	184	245	0.16	0.51	0.89	1.08	1.88	4.4	1.2	15.6	50.1	1.5	26.0	48.5	0.02	0.12	0.29	0.18	6.28	8.45	0.01	0.04	0.08
K3	8030	12500	14400	1760	1970	680	6.4	5.6	8.1	2.8	2.4	2.8	1.03	1.67	2.9	4.5	32.9	38.6	0.36	1.42	1.47	3.9	188	115	0.24	0.42	0.39
	131	1134	1760	2.9	108	85	0.10	0.51	1.02	0.45	2.21	3.66	1.7	15.1	3.6	0.7	29.8	48.2	0.01	0.13	0.18	0.06	17.0	14.4	0.00	0.04	0.05
K4	14300	13700	17900	1470	1630	1040	5.0	5.3	6.1	2.3	1.9	2.5	8.2	11.4	7.4	33	29.6	27.6	0.84	3.00	1.76	4.7	54.1	17.3	0.36	0.45	0.40
	1095	1260	3280	112	150	190	0.38	0.49	1.12	1.74	1.78	4.55	4.3	16.6	13.5	2.5	27.3	50.5	0.06	0.28	0.32	0.36	4.99	3.17	0.03	0.04	0.07
K5	6920	8920	10500	1680	840	890	7.1	4.0	7.7	2.3	1.2	2.3	1.09	10.7	7.9	14	244	344	0.50	1.93	1.24	3.7	12.6	35.7	0.32	0.31	0.36
	479	1018	1320	116	96	112	0.49	0.45	0.97	1.54	1.41	2.85	7.6	12.3	10.0	7.7	27.8	43.3	0.03	0.22	0.16	0.26	1.43	4.49	0.02	0.04	0.04
K6	10800	16300	20800	1950	1830	1480	8.3	4.5	6.2	3.8	2.8	2.1	6.9	10.3	7.2	178	25.8	18.5	0.71	1.62	1.38	5.9	23.9	13.7	0.41	0.45	0.47
	106	1255	1370	19	141	97	0.08	0.34	0.41	0.37	2.15	1.38	0.7	7.9	4.7	1.7	19.8	12.4	0.01	0.12	0.09	0.06	1.84	0.90	0.00	0.03	0.03
K7	7680	10600	19800	2230	2070	1380	5.9	4.2	3.8	2.3	1.0	1.4	15.1	18.2	6.8	124	15.2	16.5	0.45	1.03	1.27	3.3	48.6	11.3	0.31	0.33	0.39
	607	1102	3140	118	21.9	218	0.31	0.44	0.60	1.22	1.06	2.20	8.0	19.0	10.8	6.6	15.8	22.9	0.02	0.11	0.20	0.17	5.08	1.77	0.02	0.03	0.06
K8	7680	7640	9370	1750	980	550	6.1	3.8	3.8	2.1	1.7	1.7	4.9	20.0	12.2	106	18.0	20.0	0.74	1.29	0.95	3.3	2.4	3.4	0.35	0.29	
	355	1329	1320	81	170	79	0.28	0.66	0.55	0.96	2.93	2.38	2.3	34.8	17.4	4.9	31.3	28.7	0.03	0.22	0.14	0.15	0.41	0.49	0.02	0.05	0.04
K9	11300	8370	17200	1310	1060	1110	4.8	3.0	3.3	2.0	1.4	1.4	4.5	6.4	3.3	99	16.6	21.1	1.90	1.37	1.19	3.8	3.2	5.6	0.33	0.29	0.33
	543	682	1450	63	86	94	0.23	0.25	0.30	0.98	1.5	1.9	2.2	5.2	2.8	4.8	13.6	17.8	0.09	0.11	0.10	0.18	0.26	0.47	0.02	0.02	0.03
平均	9220	10700	15600	1950	1400	1050	5.9	4.2	5.4	2.5	1.7	2.0	8.9	14.5	10.7	86	22.2	25.3	0.74	1.57	1.39	4.1	44.0	30.9	0.32	0.36	0.37
	442	1088	2029	84	144	136	0.27	0.44	0.70	1.11	1.77	2.66	4.5	16.7	15.2	3.7	23.1	33.5	0.04	0.16	0.19	0.19	4.29	4.17	0.02	0.04	0.05

(注) 上段—含有率 ppm 乾燥試料  
下段—含有量  $\mu\text{g}/\text{枚}$   
(以下各表共通)

\* 異幣値と思われるもの。平均はこの値を含めたものと除いたものから出した。

表1-2 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd						
	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏					
L1	10100	13900	20700	1360	1230	1080	6.5	3.2	6.0	24	25	109	182	267	174	1.81	1.71	4.5	232	241	0.31	0.32	0.39
	1082	1436	1880	145	237	98	0.70	0.33	0.55	2.3	2.3	11.7	18.8	243	0.19	0.19	0.16	0.48	2.40	2.19	0.03	0.03	0.04
L2	11300	14700	23900	1790	1260	1500	7.2	3.2	5.8	27	30	109	204	385	1.45	1.97	1.58	3.9	18.1	130.	0.32	0.32	0.42
	739	2333	2540	117	201	159	0.47	0.52	0.62	3.9	3.2	7.1	32.5	408	0.10	0.48	0.17	0.26	2.88	13.8	0.02	0.05	0.04
L3	10400	10300	17800	1660	1710	1430	7.0	5.2	4.5	17	10	102	278	267	2.76	1.20	0.96	3.5	172.	97.4	0.34	0.96	0.40
	607	1273	3510	97	211	291	0.41	0.64	0.89	2.1	2.0	6.0	34.2	487	0.16	0.15	0.19	0.21	21.1	192	0.02	0.12	0.08
L4	10900	11400	25600	1660	1740	1670	6.1	3.5	5.6	71	37	124	159	336	0.55	1.28	1.85	3.7	165	80.6	0.31	0.36	0.52
	500	1870	3570	76	286	233	0.28	0.58	0.78	12.9	5.1	5.7	26.2	469	0.03	0.21	0.26	0.17	2.70	11.2	0.01	0.06	0.07
L5	7400	14500	22700	1440	2060	1750	4.2	5.8	6.6	66	84	107	303	361	0.57	1.66	1.77	3.2	9.6	29.4	0.39	0.42	0.47
	421	1128	2390	82	161	184	0.24	0.45	0.70	10.7	8.9	6.1	23.6	38.0	0.03	0.13	0.19	0.18	0.75	30.7	0.02	0.03	0.05
L6	8430	13500	23000	1630	1910	1440	5.5	5.4	3.2	31	98	71	142	197	0.64	1.29	1.16	3.6	88.0	44.2	0.25	0.36	0.33
	513	3889	2130	99	126	231	0.33	0.35	0.52	1.9	6.5	12.4	9.4	31.6	0.04	0.08	0.18	0.22	5.78	7.08	0.02	0.02	0.05
L7	8220	6470	12100	1880	1340	910	8.4	6.1	4.6	98	119	158	177	179	0.94	1.10	1.25	2.6	35.7	40.4	0.29	0.30	0.39
	596	1376	1500	126	285	173	0.56	1.29	0.57	6.6	25.3	10.8	37.7	22.2	0.06	0.23	0.16	0.17	7.60	5.89	0.02	0.06	0.05
L8	22100	13100	16300	2070	2220	1500	8.1	4.9	5.9	116	127	130	252	280	1.27	1.28	1.62	2.6	66.8	16.2	0.35	0.33	0.37
	1942	874	1060	184	63	97	0.71	0.25	0.37	5.9	8.3	11.4	12.9	18.2	0.11	0.07	0.11	0.23	44.6	10.6	0.03	0.02	0.02
L9	7820	16500	22200	1910	2220	1320	6.6	3.7	4.0	75	126	116	194	243	1.29	1.30	1.25	3.7	23.9	35.7	0.35	0.30	0.35
	470	1485	1770	115	171	191	0.40	0.52	0.58	18.5	24.2	7.0	27.3	35.3	0.08	0.18	0.18	0.22	33.6	5.37	0.02	0.04	0.05
L10	9870	12300	14700	2080	1060	1250	9.0	4.1	10.2	79	87	139	140	205	2.40	2.06	1.73	2.9	21.0	31.5	0.39	0.31	0.40
	309	1501	2120	65	130	180	0.28	0.50	1.47	2.5	10.9	4.3	17.2	29.5	0.07	0.25	0.16	0.09	2.57	45.3	0.01	0.04	0.06
平均	10730	12070	17900	1750	1480	1390	6.9	4.5	5.6	84	72	120	203	270	1.36	1.50	1.43	3.4	47.4	53.6	0.33	0.40	0.40
	718	1397	2247	111	176	178	0.44	0.54	0.71	3.9	9.9	7.6	24.0	33.6	0.09	0.20	0.18	0.22	5.36	7.34	0.02	0.05	0.05

ケヤキ — 白川公園 S<sub>L</sub>

ケヤキ — 青少年公園 N

H1	10700	1400	25700	1850	1760	1330	4.0	3.8	4.0	172	353	125	1900	173	1.47	1.99	2.65	3.3	5.1	8.4	0.33	0.27	0.53
	909	1240	3210	155	156	167	0.33	0.34	0.50	14.3	35.6	10.5	159	217	0.12	0.18	0.46	0.27	0.46	1.05	0.03	0.22	0.07
H2	13800	15100	20100	2260	2080	1520	5.4	5.1	4.8	194	222	315	105	178	1.51	1.62	2.58	4.9	2.8	7.2	0.32	0.32	0.42
	830	2860	2970	136	393	223	0.33	0.36	0.70	117	419	10.6	19.8	263	0.07	0.31	0.38	0.29	0.53	1.07	0.02	0.06	0.06
平均	12100	14600	22900	2060	1920	1430	4.7	4.5	4.4	183	312	151	1003	176	1.49	1.81	3.12	4.1	4.0	7.8	0.33	0.30	0.43
	870	2050	3090	146	275	195	0.33	0.35	0.60	13.0	28.8	10.6	94.4	240	0.11	0.25	0.42	0.28	4.50	1.06	0.02	0.04	0.07

19.8

表1-3 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd										
	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋									
ケヤキ — 東山公園H																											
G1	12300	16700	1530	1170	930	6.3	6.6	5.7	12	17	32	179	207	251	151	248	263	1.31	2.27	1.84	6.7	9.8	9.7	0.34	0.39	0.42	0.04
G2	543	1118	1480	68	77	0.30	0.44	0.47	0.55	1.16	2.68	7.9	13.8	20.8	6.7	16.6	21.7	0.06	0.15	0.15	0.30	0.66	0.80	0.92	0.03	0.03	0.04
G3	14400	15800	20400	23570	1800	6.5	7.0	4.9	11	19	26	99	113	121	126	275	251	1.37	2.09	1.62	6.6	9.7	8.3	0.37	0.41	0.45	
G4	823	1105	1280	135	126	0.38	0.49	0.31	0.60	1.36	1.65	5.7	7.9	7.5	7.2	19.3	15.7	0.08	0.15	0.10	0.38	0.68	0.52	0.02	0.03	0.03	
G5	13800	12400	21000	17400	1530	7.7	5.3	5.0	14	33	22	185	135	263	139	154	190	1.37	1.57	2.02	5.2	8.0	6.6	0.37	0.39	0.43	
G6	1309	2105	1580	166	169	0.73	0.59	0.37	1.37	3.67	1.69	17.7	14.8	19.8	13.3	16.9	14.3	0.13	0.17	0.15	0.49	0.88	0.49	0.04	0.04	0.03	
G7	11300	16700	17700	1540	1610	7.1	4.9	5.8	13	17	38.4	17.8	200	206	122	239	274	1.51	1.87	1.81	2.3	7.4	6.0	0.43	0.37	0.33	
G8	843	2363	1690	115	227	0.53	0.68	0.55	0.98	2.42	3.65	13.3	28.2	19.6	9.1	33.8	26.0	0.11	0.26	0.17	0.45	1.05	0.57	0.03	0.05	0.03	
G9	13000	14500	16400	1450	1320	8.9	6.0	4.1	14	20	27	64	146	76	187	217	267	1.71	2.04	1.93	7.9	7.4	8.8	0.38	0.40	0.36	
G10	851	1285	1710	95	117	0.58	0.53	0.43	0.94	1.72	2.86	4.2	12.9	8.0	12.3	19.2	27.9	0.11	0.18	0.20	0.52	0.65	0.92	0.03	0.04	0.04	
G11	11100	18600	17500	1450	1730	4.5	4.9	3.4	10	12	39.8	16.6	100	131	143	201	130	1.71	2.09	1.62	4.1	5.5	5.3	0.33	0.40	0.38	
G12	312	2627	965	41	244	0.73	0.68	0.19	0.29	1.64	21.9	4.7	14.2	7.2	4.0	28.4	7.2	0.05	0.30	0.09	0.12	0.77	0.29	0.01	0.06	0.02	
G13	12200	24200	20000	1500	1410	5.8	4.4	3.5	13	15	9	14.3	97	18.3	105	153	12.8	2.15	2.05	2.02	4.5	8.0	4.8	0.34	0.48	0.40	
G14	818	1223	1770	109	71	0.43	0.24	0.31	0.93	0.77	0.83	10.4	4.9	16.2	8.4	7.7	11.4	0.16	0.10	0.18	0.33	0.40	0.42	0.03	0.02	0.02	
G15	12400	18000	18700	1650	1510	6.7	5.6	4.6	12	19	12.8	14.5	14.3	17.6	13.9	21.2	21.5	1.59	2.00	1.84	5.3	8.0	7.1	0.37	0.41	0.40	
G16	786	1689	1496	104	147	0.44	0.52	0.38	0.81	1.82	9.23	9.1	13.8	14.2	8.7	20.3	17.7	0.10	0.19	0.15	0.27	0.73	0.57	0.03	0.04	0.03	
ケヤキ — 街路樹R																											
T	19900	14000	18500	3150	1750	16.2	7.7	10.6	23	29	52	36	65	57	136	280	686	2.05	1.50	3.40	8.2	7.7	16.6	0.41	0.36	0.46	
八角堂	773	2520	1350	123	314	0.63	1.38	0.77	0.90	5.16	3.80	1.53	11.6	4.2	5.8	50.3	50.0	0.08	0.27	0.25	0.32	1.38	1.20	0.02	0.06	0.03	
キョウチクトウ — 白川公園SM																											
M3	14100	25200	37300	1290	1750	2.5	6.6	3.3	20	32	11	87	23	18	112	170	165	0.88	2.67	2.56	3.4	6.4	8.1	0.37	0.55	0.66	
M4	1190	5210	560	109	640	0.21	1.37	0.47	1.72	6.53	1.59	7.32	4.8	2.5	9.4	35.2	23.5	0.07	0.55	0.36	0.28	1.33	1.16	0.03	0.11	0.09	
M5	12700	20600	28700	1200	2720	2.2	9.1	6.0	11	33	27	42	130	197	37	194	241	0.79	2.38	2.42	2.7	5.1	5.6	0.33	0.48	0.56	
平均	1930	3970	3990	182	524	0.34	1.75	0.82	1.62	6.31	3.70	6.3	25.0	26.8	8.7	37.3	32.7	0.12	0.46	0.33	0.40	0.97	0.77	0.05	0.09	0.08	
M6	28400	20800	23900	3570	2820	4.3	9.3	4.8	31	31	22	160	158	128	134	181	252	1.96	2.45	1.80	6.4	4.7	4.3	0.59	0.50	0.46	
M7	4400	3733	4650	544	505	0.67	1.66	0.93	4.81	5.58	4.34	24.8	28.3	24.9	20.7	32.5	49.1	0.30	0.44	0.35	0.99	0.84	0.84	0.09	0.09		
平均	18400	22200	30600	2000	2880	3.0	8.3	4.7	21	32	20	96	104	114	101	182	219	1.21	2.50	2.26	4.2	5.4	6.0	0.43	0.51	0.56	
平均	2507	4304	4717	278	556	0.41	1.59	0.74	2.72	6.14	3.21	12.8	19.4	18.1	12.9	35.0	36.1	0.16	0.48	0.35	0.56	1.05	0.82	0.06	0.10	0.09	

表1-4 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd					
	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋				
クノスキ — 熱田神宮 AA																						
A <sub>1</sub>	4580	8830	3120	1850	1540	6.9	6.2	7.2	26	28	21	117	153	156	1.57	1.62	2.48	3.2	4.9	0.30	0.41	0.36
	330	1490	1170	153	312	0.50	1.04	1.46	1.9	4.7	4.3	8.5	258	31.7	0.11	0.27	0.50	0.23	0.82	1.01	0.02	0.07
A <sub>2</sub>	4820	9230	11000	1750	1810	37.0*	7.7	8.7	31	86	22	103	128	166	0.92	1.42	1.45	3.3	4.9	0.27	0.45	0.37
	299	1590	1560	114	302	2.27	1.33	1.23	1.9	14.9*	3.1	6.3	22.0	23.4	0.06	0.25	0.21	0.20	0.84	0.02	0.08	0.05
A <sub>3</sub>	5670	7870	5600	2730	2410	178.0	5.3	4.8	32	26	20	107	125	132	0.92	0.95	1.08	3.3	4.3	0.37	0.38	0.78
	945	1920	1150	456	588	366	0.89	1.06	5.3	6.3	4.2	17.8	30.5	27.0	0.15	0.23	0.22	0.54	1.06	0.06	0.09	0.16
A <sub>4</sub>	6530	7030	8930	2790	2820	2630	13.6	9.4	42	31	34	87	944*	135	1.32	1.71	1.59	3.2	4.2	0.37	0.44	0.37
	552	1150	1470	236	459	432	1.15	1.54	3.6	5.0	5.6	22.7	15.4	22.2	0.11	0.28	0.26	0.27	0.69	0.03	0.07	0.06
A <sub>5</sub>	5010	9710	12900	1790	2370	2370	9.1	3.1	32	22	28	87	151	210	0.97	1.71	1.85	3.2	6.5	0.32	0.54	1.17
	413	1100	1170	167	270	325	0.75	0.35	2.6	2.5	3.9	14.8	17.0	28.8	0.08	0.19	0.25	0.27	0.73	0.03	0.06	0.16
A <sub>6</sub>	12600	13100	14900	2840	1240	2270	7.0	5.6	154*	36	34	186	151	197	3.09	2.11	2.87	8.3	8.2	0.52	0.47	0.49
	1070	1870	1910	245	178	299	0.61	0.80	13.3	5.2	4.5	20.2	21.6	26.1	0.27	0.30	0.38	0.72	1.18	0.05	0.07	0.09
A <sub>7</sub>	6940	8080	11000	2640	3280	2530	10.7	8.0	40	36	26	100	240	225	1.30	1.74	1.68	4.5	9.7	0.44	0.38	1.02
	442	686	1580	168	279	363	0.68	0.68	2.6	3.0	3.7	6.4	20.4	32.3	0.08	0.15	0.24	0.32	0.83	0.03	0.03	0.15
平均	6590	9120	10400	2400	2250	2130	12.8	6.3	51	38	26	121	270	174	1.44	1.61	1.86	4.1	6.1	0.37	0.44	0.68
	582	1401	1604	217	344	336	0.76	0.97	4.46	5.9	4.2	10.5	11.8	27.4	0.12	0.24	0.29	0.36	0.88	0.03	0.07	0.11
A <sub>8</sub>	9560	9680	11500	2360	1140	1780	8.1	6.1	6.3	155*	43	72	201	227	1.92	1.89	1.74	8.5	11.0	0.48	10.0	0.49
	986	1810	2470	245	400	373	0.84	1.14	1.33	16.2	8.0	7.5	37.5	47.6	0.20	0.35	0.36	0.88	2.05	0.05	0.05	1.87
A <sub>9</sub>	5140	7770	8470	1920	2430	1870	6.2	4.7	4.3	39	40	93	127	152	1.39	1.68	1.46	3.7	4.9	0.32	0.41	0.37
	386	734	1100	144	230	244	0.47	0.44	0.57	3.0	3.8	19.0	12.0	19.8	0.10	0.16	0.19	0.27	0.46	0.02	0.04	0.05
A <sub>10</sub>	4700	8750	7390	2200	1620	1440	10.4	6.7	7.3	38	24	123	160	200	1.09	1.50	1.57	2.2	5.4	0.35	0.40	0.39
	303	1320	1130	142	245	220	0.67	1.02	1.11	2.5	4.7	7.9	24.2	30.5	0.07	0.23	0.24	0.14	0.82	0.02	0.06	0.06
A <sub>11</sub>	3370	8200	11000	1290	1320	2000	6.9	6.2	5.3	36	32	28	157	208	1.18	1.31	1.82	3.0	5.2	0.28	0.45	0.38
	431	1900	1960	165	305	356	0.88	1.43	0.93	4.6	7.4	3.6	36.4	37.0	0.15	0.30	0.32	0.37	1.20	0.04	0.10	0.07
平均	5690	9100	9590	1940	1880	1770	7.9	5.9	5.8	67	37	79	161	197	1.40	1.60	1.65	4.4	6.6	0.36	0.42	0.41
	529	1441	1650	174	295	298	0.72	1.01	0.99	6.2	6.0	4.7	6.5	27.5	0.13	0.26	0.28	0.42	1.73	0.03	0.03	0.07
全平均	6300	8900	10100	2230	2210	2000	11.0	6.2	6.4	57	37	106	231	183	1.42	1.60	1.78	4.2	6.3	0.37	0.43	0.58
	563	1416	1621	201	324	322	0.84	0.98	5.3	5.9	4.4	9.0	24.7	29.7	0.12	0.25	0.29	0.38	0.97	0.03	0.03	0.10

表1-5 樹種別の含有率と含有量

元素 地殻	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd												
	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏											
N1	7510	18400	17700	2270	2960	2170	9.1	9.5	6.9	2.9	2.8	17	30	110	99	116	156	125	1.23	2.94	1.91	5.9	14.5	7.9	0.33	0.42	0.39	0.42	0.39
N2	551	3040	2780	166	488	341	0.67	1.56	1.08	2.13	4.57	2.70	2.2	18.1	15.5	8.5	25.6	19.6	0.09	0.42	0.30	0.43	2.37	1.34	0.02	0.07	0.06		
N3	3990	14600	13600	2300	3090	2570	7.1	4.3	4.7	2.6	17	18	19	71	68	87	125	141	0.90	1.13	1.44	3.2	8.5	9.5	0.32	0.39	0.37		
N4	388	3160	2370	223	661	446	0.69	0.93	0.82	2.52	3.76	3.07	1.8	15.3	11.8	8.5	20.0	24.5	0.09	0.34	0.25	0.31	1.83	1.64	0.03	0.08	0.06		
N5	6380	13500	12500	1720	2410	1480	6.5	6.1	6.0	17	18	17	148	211	196	68	192	172	0.94	1.28	1.16	3.6	8.2	8.0	0.33	0.39	0.33		
N6	349	1220	1260	94	218	148	0.36	0.55	0.60	0.94	1.60	1.75	8.1	19.2	19.6	3.7	17.4	17.3	0.05	0.12	0.12	0.20	0.74	0.81	0.02	0.04	0.03		
N7	8200	10400	13600	2410	2770	1910	8.1	21.8	6.4	3.0	2.4	17	103	159	196	69	142	164	4.77	11.3	1.30	4.9	11.2	9.1	0.44	0.46	0.37		
N8	241	1220	1420	71	254	200	0.24	2.45	0.67	0.87	2.85	1.82	3.0	18.5	20.5	2.0	16.6	17.1	0.14	1.32	0.14	0.14	1.31	0.95	0.01	0.05	0.04		
N9	5660	14200	14700	2690	2370	2020	10.2	3.1	5.9	2.7	18	14	179	154	185	85	135	108	0.99	1.28	1.52	3.4	6.5	5.9	0.34	0.38	0.36		
N10	447	2010	2530	198	335	349	0.75	0.44	1.03	1.96	2.56	2.49	13.2	21.7	31.9	6.3	19.0	18.7	0.07	0.18	0.26	0.25	0.92	1.02	0.03	0.05	0.06		
N11	5610	15800	16100	2740	3280	2760	9.3	7.3	6.8	2.7	17	14	130	293	394	98	115	107	1.10	1.35	1.52	2.9	4.7	4.4	0.33	0.40	0.37		
N12	394	2150	2950	192	454	504	0.66	1.01	1.25	1.92	2.34	2.53	9.2	40.6	72.0	6.9	15.9	19.6	0.08	0.19	0.28	0.21	0.65	0.81	0.02	0.05	0.07		
N13	5960	8300	12800	2100	1950	1820	7.0	4.8	5.7	2.4	13	18	62	144	133	81	88	141	1.25	1.04	1.31	3.4	4.8	6.9	0.33	0.30	0.30		
N14	514	1110	1410	181	261	201	0.60	0.64	0.63	2.04	1.74	1.94	5.3	19.1	14.7	7.0	11.7	15.5	0.11	0.14	0.14	0.29	0.63	0.76	0.03	0.04	0.03		
N15	7630	13000	18300	2600	2400	2350	10.8	3.8	7.3	3.4	19	16	281	205	259	99	140	137	1.28	1.10	1.78	5.0	11.3	11.8	0.33	0.35	0.43		
N16	445	1820	2370	142	338	304	0.59	0.53	0.95	1.86	2.62	2.04	15.3	28.8	33.6	5.4	14.6	17.8	0.07	0.15	0.23	0.27	15.9	15.3	0.02	0.05	0.06		
N17	6950	15000	15800	2630	2470	2750	6.6	4.8	5.9	3.2	21	19	70	132	156	65	163	98	1.13	1.45	1.95	4.0	5.7	2.29	0.31	0.37	0.42		
N18	430	2700	3850	163	477	669	0.41	0.92	1.45	1.97	3.97	4.64	4.3	25.5	38.0	4.0	31.5	23.9	0.07	0.28	0.48	0.25	9.98	5.59	0.02	0.07	0.10		
N19	5500	11600	10900	2990	2390	2360	10.1	8.7	2.9	2.9	14	18	46	84	90	62	233	109	0.91	2.60	1.73	2.4	4.1	7.8	0.28	0.31	0.36		
N20	500	2040	1570	272	420	341	0.92	1.17	0.42	2.61	2.47	2.53	4.2	14.8	13.1	5.6	40.9	15.7	0.08	0.46	0.25	0.22	0.72	1.13	0.03	0.05	0.05		
平均	6340	13500	14600	2450	2550	2220	8.5	7.3	5.9	2.8	19	17	107	156	178	83	149	130	1.45	1.51	1.56	3.9	7.7	20.0	0.34	0.38	0.37		
M1	420	1945	2251	170	391	350	0.59	0.84	0.87	1.88	2.85	2.55	6.7	22.2	27.1	5.8	22.5	19.0	0.09	0.34	0.25	0.26	3.51	2.92	0.02	0.06	0.06		
M2	7380	12300	13200	2720	2280	1640	7.8	4.6	7.1	2.5	15	20	66	100	100	56	99	164	1.08	1.13	1.38	2.7	4.7	8.8	0.36	0.32	0.40		
M3	582	2200	2550	214	409	317	0.61	0.87	1.38	1.97	2.70	3.77	5.2	12.0	19.4	4.4	17.7	31.7	0.08	0.20	0.27	0.21	0.85	1.69	0.03	0.06	0.08		

クスノキ - 白川公園SN

トウカエデ - 白川公園SM

M4	9700	10800	13900	3030	1640	1480	10.0	5.3	4.0	2.5	28	22	94	101	50	156	166	102	0.99	0.94	0.73	5.3	8.5	5.8	0.44	0.40	0.39
M5	450	1820	4160	134	276	443	0.44	0.87	1.21	1.11	4.67	6.53	3.7	17.0	15.0	6.9	27.9	30.5	0.04	0.16	0.22	0.24	1.44	1.74	0.02	0.07	0.12

表1-6 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd										
	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏									
B <sub>1</sub>	19200	19000	16300	14300	1340	1220	295	240	7.1	115	198	76	20	20	13	97	105	99	12.5	13.6	5.7	8.2	3.5	0.62	0.40	0.64	
	5670	7450	6980	422	524	522	7.05	9.41	3.05	33.8	778	326	5.9	7.9	5.5	285	410	42.6	3.7	5.3	0.7	1.68	3.21	1.51	0.18	0.16	0.28
B <sub>2</sub>	10400	12800	17900	2070	1970	2390	27.5	9.8	6.7	93	104	77	39	34	47	123	74	131	11.8	2.97	1.80	44	3.8	0.61	0.42	0.56	
	2810	5310	9050	568	815	1205	2.52	4.26	3.38	2.52	43.1	36.8	10.4	14.1	23.5	33.3	30.5	6.62	3.2	1.1	0.9	1.20	1.58	2.17	0.17	0.17	0.25
B <sub>3</sub>	9970	18100	15600	2250	1920	1650	22.1	7.7	8.2	125	140	157	41	62	56	110	104	138	12.2	2.45	2.92	3.8	5.6	5.2	0.75	0.44	0.57
	2620	5920	6080	591	628	643	5.77	2.50	3.21	32.9	45.8	61.2	10.6	20.2	2.8	28.8	47.0	53.9	3.7	0.8	1.1	1.00	1.82	2.02	0.20	0.15	0.22
B <sub>4</sub>	7190	14000	15000	2640	2330	1730	18.7	7.5	6.5	144	170	87	49	65	40	86	100	105	10.9	3.02	1.45	5.6	4.0	3.3	0.78	0.44	0.46
	2050	4420	5910	752	756	682	5.35	2.43	2.58	41.1	54.9	34.9	14.1	21.0	15.7	24.7	32.5	41.6	3.1	1.0	0.6	1.61	1.30	1.29	0.22	0.14	0.18
B <sub>5</sub>	11100	19300	17000	2440	2590	1910	8.7	7.1	6.3	132	191	127	50	81	96	102	106	106	8.94	4.53	2.06	3.2	4.2	4.1	0.73	0.52	0.66
	3970	8210	7530	880	1051	847	3.2	2.99	2.78	47.4	80.4	56.3	17.9	34.2	42.4	36.6	34.5	46.9	3.2	1.9	0.9	1.13	1.78	1.81	0.26	0.22	0.29
B <sub>6</sub>	17700	14100	14100	2860	2520	1790	7.1	7.9	7.1	163	149	80	45	50	21	112	142	59	7.14	4.09	3.00	3.4	3.2	3.3	0.49	0.66	0.56
	3650	4030	6430	387	720	818	2.21	2.26	3.26	50.7	42.5	36.5	14.1	14.4	9.5	34.8	40.6	27.0	2.2	1.2	1.4	1.06	0.92	1.51	0.15	0.19	0.26
B <sub>7</sub>	13700	15200	14200	2540	2500	1360	12.3	11.8*	6.6	79	184	47	30	56	20	114	146	134	8.56	4.60	1.32	3.1	6.5	2.8	0.42	0.74	0.52
	4350	5410	5670	804	888	541	3.91	4.20	2.62	24.9	65.4	18.6	9.5	21.7	8.0	36.1	51.9	53.0	2.7	1.6	0.5	0.98	2.29	1.11	0.13	0.26	0.21
平均	11900	16100	15700	2320	2150	1720	18.0	26.0	6.9	122	162	93	39	53	42	106	113	110	10.3	4.99	2.03	4.2	5.1	3.8	0.63	0.52	0.57
	2590	6840	6810	701	769	751	4.98	9.34	2.98	36.6	58.6	39.6	11.8	19.1	18.1	31.8	39.0	49.4	3.1	1.8	0.9	1.24	1.84	1.63	0.19	0.18	0.25
B <sub>8</sub>	15300	18400	21400	2220	1870	2340	9.8	11.6*	7.1	86	105	82	25	26	28	125	160	177	6.33	2.63	2.53	5.4	8.9	5.4	0.46	0.54	0.56
	3440	6600	10540	500	671	1152	2.21	4.17	3.49	19.3	34.7	40.4	5.6	9.2	13.6	28.3	57.5	87.5	1.4	1.0	1.2	1.22	3.19	2.67	0.10	0.23	0.28
B <sub>10</sub>	7510	8800	12100	1920	1910	2060	9.0	72.8	5.6	15.8	150	149	70	99	99	109	75	138	29.4	2.89	1.93	2.5	5.7	3.3	0.61	0.71	0.69
	2000	3850	5170	510	833	876	2.39	31.8	2.38	42.1	65.3	63.2	27.6	30.5	42.2	28.9	32.7	58.9	0.8	1.3	0.8	0.67	2.98	1.42	0.16	0.31	0.29
B <sub>11</sub>	15800	17000	19900	1980	2650	2630	32.8	95.7*	9.2	88	182	195	40	71	82	78	91	140	156	3.61	3.21	3.9	7.7	3.9	0.48	1.33	0.92
	3920	4040	6510	489	630	868	8.08	22.7	3.03	21.8	43.2	64.5	9.8	16.8	22.1	19.3	21.5	46.2	0.4	0.9	1.1	0.97	1.82	1.30	0.2	0.32	0.30
平均	12900	14700	17700	2040	2140	2340	17.2	94.8	7.3	111	146	142	56	66	70	104	109	152	3.61	3.04	2.56	3.9	7.4	4.2	0.52	0.89	0.72
	3120	4820	7410	500	711	965	4.23	32.1	2.97	22.7	48.7	56.0	14.3	18.8	27.6	25.5	37.2	64.2	0.9	1.0	1.0	0.95	2.50	1.80	0.13	0.29	0.29
全平均	12200	15700	16300	2240*	2150	1910	17.8	46.6	7.0	11.9	157	108	44	54	50	105	112	123	8.29	4.40	2.19	4.1	5.8	3.9	0.60	0.63	0.62
	3450	5530	6990	641	752	815	4.76	16.2	2.93	33.9	55.6	44.5	12.6	19.0	21.0	29.9	39.0	52.4	2.4	1.6	0.9	1.15	2.04	1.68	0.17	0.21	0.26

サンゴジュ — 熱田神宮 AB

表1-7 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd							
	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏	春	夏						
C1	7960	19100	1820	2260	43	47	48	9.3	10.1	12.0	9.0	15.5	13.9	7.0	21.0	29.6	0.75	2.16	1.45	2.7	6.9	0.28	0.69	0.52
	801	2630	163	311	0.39	0.65	0.61	0.83	1.38	1.51	0.80	2.13	1.75	6.3	29.0	37.2	0.07	0.30	0.18	0.25	0.96	0.03	0.07	0.07
C2	9280	21500	24600	1580	1630	1770	44	4.1	4.3	9.2	7.8	11.8	11.3	6.8	17.9	24.7	0.82	1.70	1.93	3.6	7.3	0.28	0.46	0.55
	649	2666	2500	114	202	181	0.32	0.51	0.44	0.94	0.56	1.46	1.15	4.9	22.2	25.2	0.06	0.21	0.20	0.26	0.90	0.02	0.06	0.06
C3	8130	11300	16700	1800	1920	2280	4.3	4.7	4.7	8.5	7.5	12.4	13.5	3.8	15.6	20.9	0.93	1.38	1.38	3.9	6.7	0.34	0.33	0.49
	1001	1820	2600	322	305	354	0.52	0.76	0.72	1.66	0.92	1.99	2.10	4.6	25.0	43.3	0.11	0.22	0.21	0.48	1.08	0.04	0.05	0.08
C4	7400	20800	23200	2280	3630	4870	3.4	4.2	4.4	12.9	10.2	22.3	5.7	6.6	22.4	2.90	0.55	1.99	1.79	4.1	10.0	0.25	0.46	0.49
	2553	4060	4190	262	709	879	0.39	0.82	0.79	1.48	2.00	2.26	11.3	7.6	43.6	52.3	0.06	0.39	0.32	0.47	1.93	0.03	0.09	0.09
平均	9190	18200	21100	1970	2360	2780	4.1	4.4	4.6	7.5	9.4	11.7	24.4	6.1	19.2	27.8	0.76	1.81	1.64	3.6	7.7	0.29	0.44	0.51
	831	2793	2943	190	383	423	0.41	0.69	0.64	0.95	1.46	1.21	1.82	5.9	30.0	39.5	0.08	0.28	0.23	0.37	1.22	0.03	0.07	0.08
C5	8730	9100	19300	2210	2140	3160	6.9	6.7	6.8	13.5	15.9	14.1	15.0	7.1	2.50	2.61	1.12	1.28	2.52	4.8	8.9	0.32	0.47	0.54
	659	1010	5220	167	237	413	0.52	0.74	0.75	1.02	1.77	1.06	1.67	5.4	27.7	34.1	0.09	0.14	0.33	0.36	0.98	0.02	0.05	0.07
C6	6720	14000	20700	2070	3250	3690	6.9	7.0	6.3	11.5	9.5	9.6	20.8	5.4	26.2	2.61	1.97	1.20	3.71	2.4	5.7	0.27	0.47	0.64
	933	2470	3250	288	572	517	0.96	1.23	0.90	1.60	1.67	1.33	3.67	7.5	46.1	37.1	0.27	0.21	0.53	0.33	1.01	0.04	0.08	0.09
平均	7720	11600	21100	2140	2700	3400	6.9	6.9	6.1	12.5	12.7	11.9	17.9	6.3	25.6	2.61	1.55	1.24	3.12	3.6	7.3	0.30	0.47	0.59
	796	1740	2885	228	405	465	0.74	0.99	0.83	1.31	1.72	1.20	2.67	6.5	36.9	35.6	0.17	0.18	0.43	0.35	1.00	0.03	0.07	0.08
全平均	8000	16000	21100	1960	2470	2990	6.0	5.2	5.1	10.4	10.5	11.7	22.2	6.1	21.4	27.2	1.02	1.62	2.13	3.6	7.6	0.29	0.45	0.54
	819	2640	2920	203	390	427	0.52	0.78	0.70	1.07	1.54	1.21	3.18	6.0	32.3	38.2	0.11	0.24	0.30	0.36	1.44	0.03	0.07	0.08

イチヨウ — 熱田神宮 AC

イチヨウ — 白川公園 SM

M2	9700	20600	26300	2700	2630	2960	7.1	3.7	2.8	12.8	10.3	12.7	15.6	11.5	16.2	18.2	1.35	2.81	2.09	4.0	7.7	6.0	0.40	0.51	0.52
	685	3920	4770	191	502	536	0.50	0.70	0.51	1.26	2.38	2.30	1.10	8.1	30.9	32.9	0.10	0.53	0.39	0.28	1.47	1.09	0.03	0.10	0.09
M6	15900	24900	25600	2570	2500	3090	6.5	2.6	6.1	11.4	6.7	30.3	22.5	8.7	9.4	23.7	1.26	1.60	2.49	4.2	4.5	5.8	0.44	0.39	0.53
	1520	5710	4870	246	573	577	0.62	0.59	1.17	1.09	1.53	5.76	2.15	8.3	21.6	45.1	0.12	0.37	0.47	0.40	1.03	1.11	0.04	0.09	0.10
平均	12800	22800	26000	2640	2570	3000	6.8	3.2	4.6	14.6	8.5	23.5	19.1	10.1	12.8	21.0	1.31	2.21	2.29	4.1	6.1	5.9	0.42	0.45	0.53
	1103	4815	4820	219	538	557	0.56	0.65	0.84	1.18	1.93	4.03	1.63	9.2	26.3	39.0	0.11	0.45	0.43	0.34	1.25	1.10	0.04	0.10	0.10



表1-8 樹種別の含有率と含有量

元素 地味	Ca		Mg		Cu		Zn		Mn		Fe		Ni		Pb		Cd		
	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	春	秋	
1 上 伏見通 -批道下	16500	23600	29400	3070	10.8	5.5	4.9	1.3	2.1	18	3.2	2.1	1.5	2.3	3.0	7.7	9.8	0.43	0.57
2 志賀本通	—	4230	4270	—	—	0.99	0.71	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3 自由和道	13100	16700	29700	4320	14.8	11.2	9.0	2.3	5.1	1.5	2.2	2.9	2.4	3.3	3.3	8.4	15.9	0.36	0.90
4 堀入町3	1420	3120	3360	523	1.59	2.08	1.02	4.3	5.8	1.6	4.2	3.3	2.6	4.3	5.8	3.0	2.3	0.04	0.10
5 飛騨東1	17000	15700	26800	3060	9.1	10.3	6.7	1.9	4.6	3.0	6.2	1.9	1.8	2.3	2.8	7.6	9.5	0.36	0.61
6 菟本町	2350	3350	5310	369	1.27	2.17	1.33	4.2	9.1	3.7	6.4	12.2	2.4	2.9	4.9	1.0	2.0	0.05	0.11
平均	14000	18200	25200	2570	11.6	17.2	9.9	2.2	14	2.4	1.3	3.0	2.08	2.56	2.3	9.0	11.2	0.37	0.54
	2260	7040	9970	448	1.88	6.61	3.94	7.4	5.5	3.8	5.1	11.8	3.35	5.85	11.8	4.3	6.9	0.06	0.21
	13000	25400	32200	2670	10.7	16.0	9.4	2.6	2.5	2.2	1.7	2.9	2.09	3.50	4.53	7.1	16.1	0.38	0.60
	2070	7320	9490	4236	12.50	11.00	2.77	4.2	7.1	3.5	4.9	8.4	3.33	9.49	13.3	1.1	4.6	0.06	0.17
	11100	25100	26000	2720	5.20	3.33	19.2	3.9	7.5	1.6	3.3	3.4	3.55	6.02	6.12	9.0	16.2	0.34	0.46
	1260	5060	3050	307	1.060	3.75	3.87	2.65	5.9	1.8	6.7	5.0	4.01	2.10	8.83	1.0	3.3	0.04	0.09
	14000	22300	26600	2500	4.400	4.230	7.1	11.7	7.6	2.4	1.8	2.8	2.25	2.83	3.67	9.0	19.5	0.38	0.54
	1020	4740	5330	282	9.16	8.47	0.74	2.60	1.53	3.1	5.4	8.0	2.34	6.26	7.39	0.9	4.3	0.04	0.12
	14100	21000	28000	2720	30.60	40.40	13.9	9.4	24	2.1	2.4	3.3	2.28	3.09	3.95	7.9	13.7	0.37	0.50
	1803	5009	5729	388	8.62	3.28	1.99	7.3	5.0	2.4	5.3	2.1	3.08	6.76	7.95	1.1	3.3	0.05	0.13

イチヨウ — 街路樹 R

マツ — 熱田神宮 AF

F1	6000	15000	4220	1250	1180	1490	2.8	6.3	5.0	3.7	2.9	2.8	1.58	4.4	1.20	1.70	9.0	1.58	0.82	5.56	1.33	3.8	1.6	5.3	0.24	0.78	0.33
	832	495	69	389	—	0.16	0.21	2.05	0.94	8.74	1.43	9.4	2.9	—	—	—	—	—	0.04	0.18	0.27	0.05	0.27	0.05	0.073	0.006	—

マツ — 青少年公園 N

H3	1620	1900	2700	1070	1010	1330	4.6	6.1	5.9	3.5	9.3	7.5	8.5	5.9	6.8	9.3	6.8	9.84	5.53	9.84	3.37	0.8	0.9	1.1	0.24	0.7	0.28
	13	30	—	9	1.6	—	0.04	0.10	—	0.26	0.51	1.18	—	0.5	1.1	—	0.006	0.014	0.05	—	0.006	0.014	—	0.006	0.003	—	—
H4	1380	2210	2600	1030	790	730	7.7	5.3	4.1	3.9	3.7	9.9	1.66	5.8	7.0	2.60	8.20	12.8	8.20	12.8	3.61	0.9	2.1	5.0	0.24	0.22	0.25
	8	88	—	6	3.1	—	0.07	0.21	—	0.21	1.46	3.95	—	0.3	2.8	—	0.05	0.51	0.05	0.51	0.005	0.084	—	0.005	0.009	—	—
H5	1140	1420	1700	1080	810	940	5.5	3.6	4.2	3.8	2.5	8.8	3.0	3.8	2.6	4.3	4.66	2.06	4.66	2.06	2.72	0.8	0.9	1.7	0.22	0.13	0.15
	7	40	—	6	2.3	—	0.03	0.10	—	0.22	0.72	1.55	—	0.2	0.7	—	0.03	0.06	0.03	0.06	0.005	0.026	—	0.005	0.004	—	—
平均	1380	1840	2400	1070	870	1000	5.9	5.0	4.7	3.6	3.2	7.6	1.13	5.0	5.5	8.99	6.13	8.23	6.13	8.23	3.47	0.8	1.3	2.6	0.23	0.17	0.23
	9	52.7	—	7	2.3	—	0.05	0.14	—	0.23	0.90	2.23	—	0.3	1.5	—	0.04	0.24	0.04	0.24	0.005	0.04	—	0.005	0.005	—	—

4) 不必要元素: Na, Al, Ba, Sr, Rb, Pb, その他。しかし、この分類は一応妥当ではあるが、4) 不必要元素のうちには、全く不必要とは断定しがたい元素も含まれているので、相対的分類と解する。これら植物に含まれている元素について、今回の調査では限られた時間内に、比較的多数の分析試料を取り扱わねばならぬなどの制約から、以上の分類した4群の全元素をとりあげること避けて、

(2)の主要栄養素としてはCaとMgの2種を選んだ。これは都市内の土は年々落葉の自然補給を受けがたく、ひいてはCa, Mgの不足が起り易い傾向の予想と、これとは逆に、コンクリート施設の多い都市内での土は、Caなどがかえって多くなる傾向の相反する二面の予想から、このような一種の都市環境の影響が土を介して、どの程度に樹葉にも見られるかを注目したためである。

(3)の微量栄養素のうちではCu, Zn, Mn, Feの4種にしぼった。これらは、微量栄養素ではある反面、都市ならびに周辺を含めて、諸産業の活動、それに伴う交通過密がもたらすかも知れない、その過剰害の有無を知りたいからである。

(4)の不必要元素に属する元素としては、Pb, Cd, Niの3種をえらんだ。これらは近代都市においては、生物に対する影響が、たとえ少くとも、また不必要元素というよりも、むしろ現情では汚染物質的な性格を示す元素と見たからである。すなわち都市大気汚染あるいは都市土壌の汚染を介して、樹葉にどの程度のPbなどが含まれているか、と同時に毒的レベルに達しているかどうかを知るためである。

これをまず全調査地にわたる全般的な傾向をまとめ、ついで2.3の場所について、その局地的な特長あるいは特異点をとらえることを中心として報告する。

調査地および測定方法

前報<sup>2)</sup>に採取地および採取点を示す。採取した試料についての分析方法も太田ら<sup>3) 4)</sup>の方法によった。

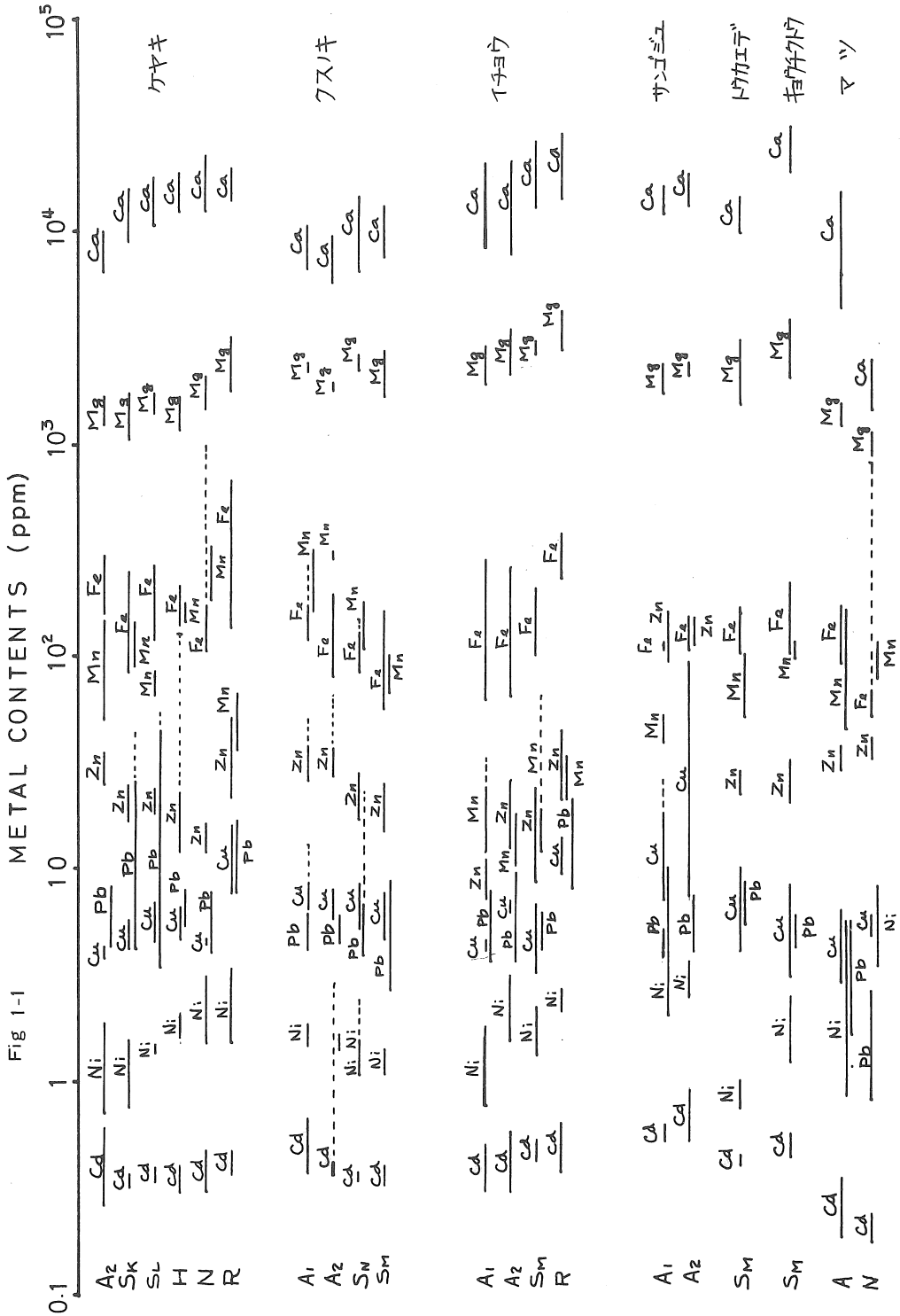
測定結果ならびに考察

樹種別、場所別、の各元素の季節毎の含有率(μg/g)を表1-1~8に示す。

このたびの調査樹種の各種元素の季節的变化にふれた国内文献はない。従って樹種は異なるものの、季節的変

表2 各元素別平均含有率の対比一覧表

元 素	名古屋資料		Guha (1966)		Smith (1973)		Young (1966)
	A 一般的範囲	B 特異的かつ 思わぬ範囲	春 季	秋 季	夏 季	秋 季	
Ca %	0.56 ~ 2.8		0.38	1.46	—	—	0.64 / 0.83
Mg %	0.1 ~ 0.25	0.2 ~ 0.4	0.24	0.23	—	—	0.13 / 0.14
Fe ppm	57 ~ 370		224	329	7 ~ 144	315 ~ 421	103 / 103
Mn .	11 ~ 330		152	153	136 ~ 347	219 ~ 599	1108 / 513
Zn .	8 ~ 55	~ 160	36	30	19 ~ 73	49 ~ 351	39 / 73
Cu .	3 ~ 26	~ 94	15	5	5 ~ 17	6 ~ 11	6.1 / 7.9
Ni ppm	0.7 ~ 10		2.1	1.4	0.3 ~ 21	6 ~ 14	—
Pb .	3.5 ~ 10	~ 45	3.0	3.9	0 ~ 20	64 ~ 146	—
Cd .	0.26 ~ 0.9		—	—	0 ~ 5	0.7 ~ 2.3	—
備 考	市内緑地 ・ 街路樹 など		自然地		自然地 サクラ カエデ 25試料	市内 サクラ カエデ ナラ ツカ トウヒ など 6種	自然地



化などを示した外国文献のうち、とくに洗った葉について分析を行ったものと比較して表2に示す。

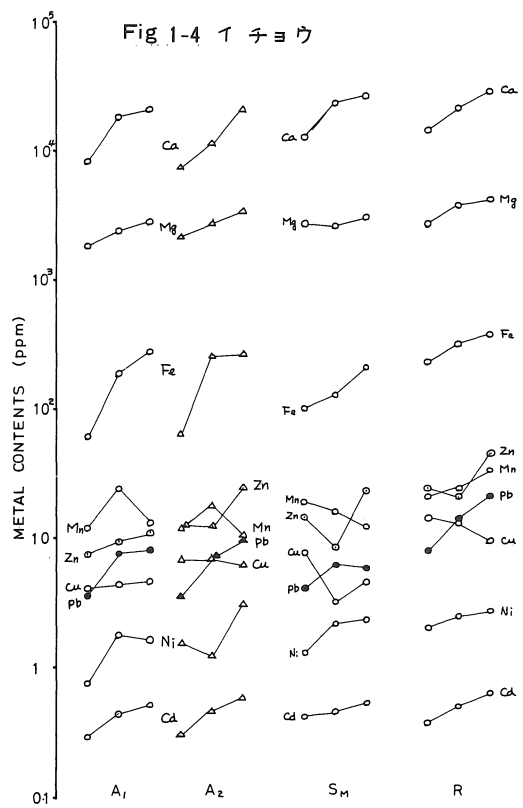
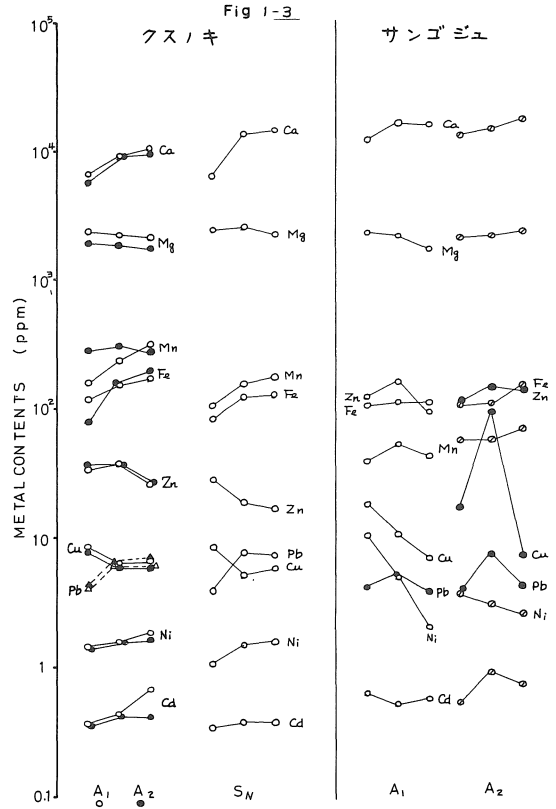
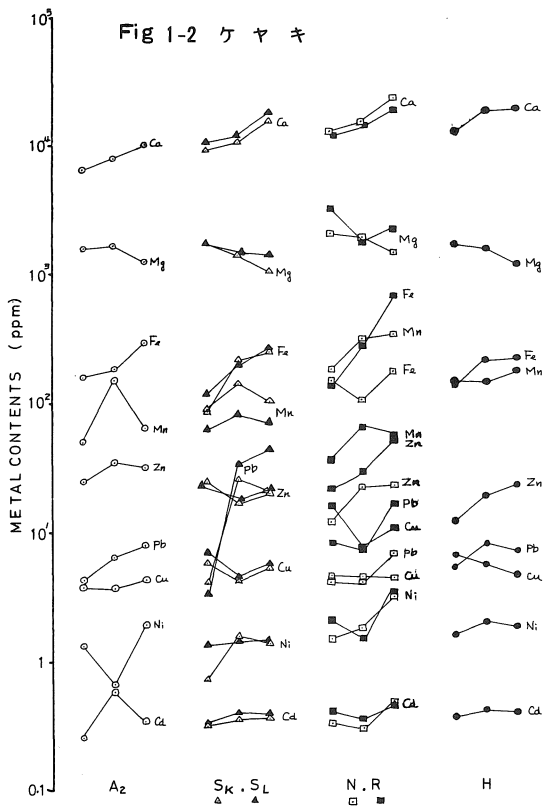
名古屋資料中のA)に示した、一般的範囲の平均含有率は Guha,<sup>5)</sup> Smith<sup>6)</sup>, Young<sup>7)</sup>らの自然地資料と比べて差異が少ない。ただしB)に示した特異的かと思われる範囲の平均含有率のうちには、すなわち Mg, Zn, Cu, Pbの各平均含有率がやや高い数値になっている。しかし Smith<sup>6)</sup>の市街地資料と比較すれば Zn, Pbは名古屋資料の方が低く、Cuのみは、やや高い。

このように、マクロ的に展望した場合、特異的とはいえない難いが、いずれかというとな古屋でも部分的に、Mg, Zn, Cu, Pbが自然地よりやや高い樹種か、場所が含まれている可能性を示す。この中、ことにCuはその傾向が強いと思われる。しかしこの程度の平均含有率は、今後にこのような調査が進めば、都市部の通例レベルとなるかも知れない。

各元素の平均含有率を図1-1~4に示す。

(1) 平均Ca含有率

樹種別の平均Ca含有率の季節的推移をみると、ケヤキならびにイチヨウ葉は採集地により多少の差を示すものの、それぞれ春から秋へとほぼ一様に、そのうえほぼ直線的に増加している。これに比較して、常緑系のクス



ノキならびにサンゴジュ葉の季節的増加は緩慢である。採葉地別に見るとケヤキ、イチョウ、クスノキはともに、熱田神宮内の数値が他所よりも低い傾向を示す。

このCa平均含有率は、それぞれの平均葉重(前報)あるいは葉色などの外見上の観察にてらしても、一般的には、いずれも正常であろうと見ている。また表2の文献値の含有率レベルと対比しても、そのように判断することができよう。

(2) 平均Mg含有率

Ca含有率は樹葉が大きく(重く)なるにつれ増加するのが通常であるのに対し、平均Mg含有率の季節的变化は、イチョウのみほぼ直線的に増加し、ケヤキ、クスノキは逆に、ほぼ直線的に減少し、サンゴジュはいずれともいいがたい。表2でみると、名古屋の一部にやや多いものが含まれていると見られるがしかし自然状態下のMg含有率が、必ずしも適量であるとは限らない。またその他の文献値およびMgのみの単独的なレベルでみるならば、名古屋資料の数値は適量か、またはそれに近い含有率である。

(3) CaとMgの含有率比

CaおよびMgが主要養素の1つであるという性格を重視すると、それぞれの含有率そのものもさることながら、CaとMgとのバランスにも注目を要する場合も生

じよう。そのとき、少くともMgの漸減型的特長を示したケヤキとクスノキにおいては、はげしい状態ではなくても、場合によってはCa/Mgの不均衡を生じるおそれがないではない。

外見上の葉色などの観察では、おそらくクスノキは正常であったが、ケヤキは全部ではないが、一部に、一時的だが淡色を帯びることがあった。これは少くとも今回の調査では夏期に都市部に起りやすいオゾン(O<sub>3</sub>)の影響ではなかった。

断定ではなく、相対的に述べるならば図2の如くケヤキでは、他の樹種に比してCa/Mgは不均衡といえよう。

(4) 平均Cu含有率

4樹種のうち、サンゴジュ葉の平均Cu含有率が他に比べて一段と高く、またイチョウ葉では街路樹葉が他所よりもやや多い。この2点を除けば、ケヤキ、イチョウ、クスノキはいずれも、約3~9ppmの比較的狭い範囲内の数値を示す。

季節変化をみると漸減の傾向がうかがわれ、後述のPb、Cdなどの漸増型と対照的と云えよう。

(5) 平均Zn含有率

4樹種のなかではサンゴジュ葉の平均含有率が明らかに高い。他の3樹種は7~50ppmの間の数値を示し、このレベルは大異ながら、前回<sup>8)</sup>とほぼ同様であることか

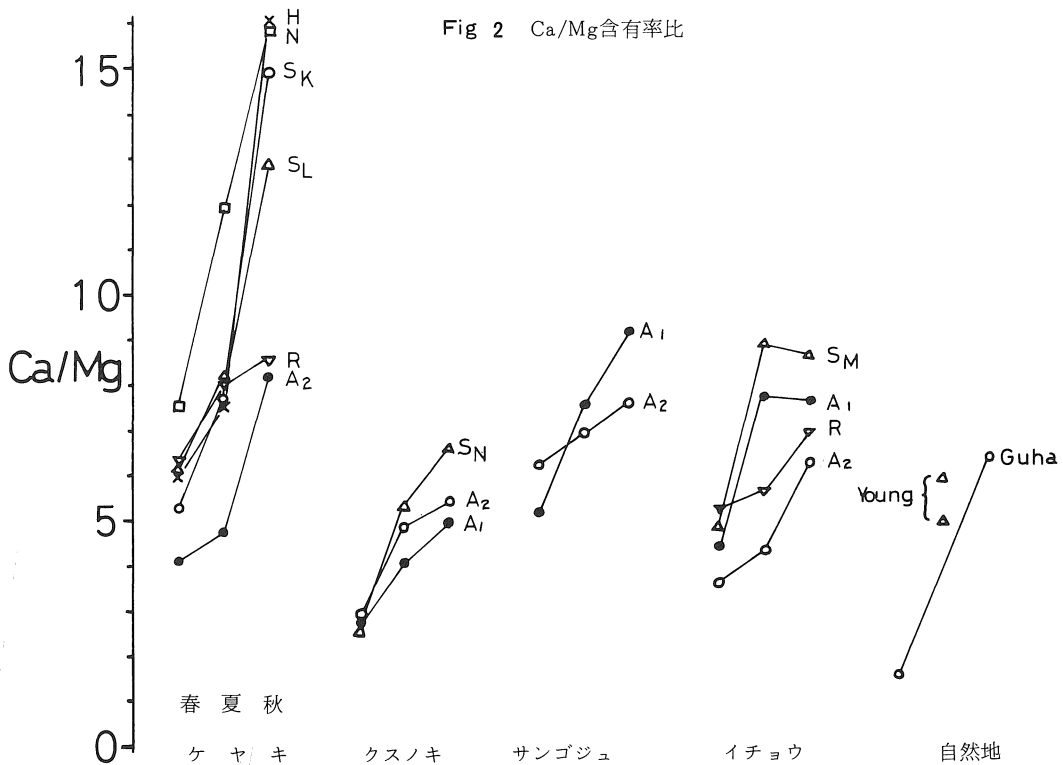


Fig 2 Ca/Mg含有率比

らこのサンゴジュは Zn 集積型とみられる。

季節変化は、樹種によりまちまちであって、いずれかと云うと、イチョウ、ケヤキが漸増型に、クスノキが漸減型になろう。サンゴジュはいずれともいいがたい。

#### (6) 平均 Mn 含有率

前回<sup>8)</sup>の結果では、樹種の特長と断定するのは早計であるが、イチョウ、サンゴジュ、クスノキの順に、平均 Mn 含有率は多かった。今回もそれらの順位は同じで、また含有率レベルも大差がない。新たに調べたケヤキ葉においては場所によって差があるけれど、平均含有率のレベルはクスノキのそれに近い。

季節的变化はいずれかというとな漸増型を示す傾向であるが、しかし顕著であるとはいいがたい。

#### (7) 平均 Fe 含有率

落葉系であるイチョウ、ケヤキの平均含有率が常緑系のクスノキ、サンゴジュにくらべて、やや多い。しかしこの程度の多少ならば 4 樹種ともマクロ的には同一レベルにあると見なしてよいと考えている。

季節変化はいずれかというとな 4 樹種ともに漸増型である。落葉系であるイチョウ、ケヤキは明らかにそうであり、次いでクスノキにその傾向が多い。しかしサンゴジュは明瞭ではなく、ほぼ一定とはいえなくはない。

全体をとおして、街路樹のイチョウが春の新葉時に、すでに当初よりやや多い含有率であるので、これを都市に起りがちかも知れない一種の汚染と見なす場合もあろう。しかし仮にそうであったとしても、このレベルならば、まだ軽度と見て差支えなく、樹木に悪影響は起っていないと判断する。

#### (8) 平均 Ni 含有率

特異かも知れない Ni 含有率がサンゴジュの一部(熱田第一調査線、春採葉分一 B<sub>1</sub> ~ B<sub>4</sub>)にみられるほか 4 樹種とも全般的に、大異 1 ~ 3 ppm レベルである。

サンゴジュを除けば、季節的にはわずかな漸増型の傾向を示した。

#### (9) 平均 Pb 含有率

マクロ的などらえ方であるが Pb レベルの概括的な対比は表 2 に示した。大器の平均 Pb 含有率は例えば、Smith<sup>6)</sup>の自然地の数値に相応している。ただし B) の数値はやや高い。しかし Smith<sup>6)</sup>の市内地の秋のデータに比較すればやや低いともいえよう。

熱田神宮内のイチョウ、クスノキ、サンゴジュは大器 4 ~ 8 ppm で前回<sup>8)</sup>とほぼ同様であった。また街路樹帯のイチョウでは春の約 8 ppm から秋の約 20 ppm へ増加したが、これも前回<sup>8)</sup>の数値とほぼ同様の傾向であった。

ケヤキは採集場所によって、その平均 Pb 含有率は著しい差異を生じた。すなわち白川公園内の 2 調査線(K、L)に沿ったケヤキ群は、夏、秋ともにやや多量の Pb を含み、名古屋市内のうちで、特異的といえる様相を示した。これに対し、同種のケヤキでも熱田神宮、東山公園、青少年公園の Pb は約 4 ~ 8 ppm であって、またクスノキ、サンゴジュなどの含有率とほぼ同一である。

換言すれば白川公園のケヤキと街路樹のイチョウを除けば供試 4 樹種の平均 Pb 含有率はおよそながら、ほぼ一様に若葉の 5 月に約 4 ppm、夏の生長旺盛期に約 6 ~ 8 ppm に達している。これらの数値は年によって異なるかも知れぬが、前回<sup>8)</sup>の調査結果もほぼ同一に近い数値である故、さしずめ市内としてのバックグラウンドの数値に相当するものと思考している。

このようにみると白川公園のケヤキと街路樹のイチョウの Pb 含有率が高いことがらば、これらの樹木がともに交通量密度の高い地帯に存在しているばかりでなく、むしろ道路に隣接しているため、より高濃度の Pb を含んだ車の排ガスに、より長時間さらされる直接的な影響が主因の 1 つとなろう。

なお Pb の樹木の生長に及ぼす影響については、まだ十分な研究資料がととのっていないが、最近 Rolfe ら<sup>9)</sup>がテラダマツ苗などについて実験した結果によると、葉の Pb 含有率が 60 ppm 以下ならば、光合成ならびに蒸散などの生理作用に悪い影響は認められていない。

樹種は異なるが、今仮りに、その数値から推察を試みるならば白川公園の数本のケヤキ(K<sub>3</sub>, L<sub>2</sub>, L<sub>3</sub>)と 1 本のクスノキ(N<sub>8</sub>)は Pb のみの単独的影響の可能性もないではなからう。

#### (10) 平均 Cd 含有率

サンゴジュの一部(熱田神宮第 2 調査線上、夏季、B<sub>11</sub>)の平均 Cd 含有率がやや多い点を別とすれば、イチョウ、クスノキ、サンゴジュはともに 0.3 ~ 0.7 ppm の範囲にほぼ集中している。これらの数値は前年よりも、いく分低いのであるが、マクロ的には 2 年連続してほぼ同一レベルであるとみて差支えない。

ケヤキの平均含有率もほぼ同一のレベル値を示した。

4 樹種のうち、イチョウの平均含有率は各場所ともに、季節の進むにつれて、ほぼ一様に直線的増加をたどる。その他の樹種については明瞭な傾向をとらえがたいが、しかしながら全般的に見れば、むしろ漸増の傾向を否定しにくい。なお表 2 において文献例にくらべて、名古屋での平均 Cd 含有率は、むしろ低目であるといえよう。さらに前項の Pb において白川公園のケヤキと市内街路

樹のイチョウが、とかく他所のそれらに比較して、異常に多かったのであるが、これらの場所の平均 Cd 含有率については、Pb のような顕著な差異を示していない、また当初著者らが案じていたレベルには少なくとも達していない。

## 結 論

1) 各元素の平均含有率は海外の文献例と比較して、一般的範囲の差異は少ない。特異的かと思われる範囲の含有率では自然地資料に比し Mg, Zn, Cu, Pb がやや高い数値を示したが、市街地資料と比較すれば、Zn, Pb は低く、Cu のみやや高い数値を示した。ゆえに総合的にみた場合、マクロ的に名古屋の代表緑地帯が一部の街路樹葉は影響を受けているとか、汚染されてはいない。

2) Ca, Mg の含有率では適量であり、正常といえよう。しかし Ca/Mg の含有率比からみると、ケヤキが他樹種に比して不均衡といえる(相対的で断定ではない)。

Cu はサングジュ、街路樹葉のイチョウが高く、Zn はサングジュに高い(集積型)、Fe はイチョウ、ケヤキが他よりも多い。他の樹種、元素は特に多い、少ない面はなかった。

季節変化は漸増型が Mn, Fe の他イチョウ、ケヤキの Zn にみられた。

3) Pb では熱田神宮、街路樹のイチョウ葉は前回<sup>8)</sup> とほぼ同様で、文献と比較した場合、Pb は、むしろ低値とも伝えよう。

白川公園のケヤキと街路樹のイチョウの Pb 含有率が高いことは交通量密度の高い地帯に存在するだけでなく、公園の開放部分に特に高い点が見られることも併せて、道路に隣接しているか、開放部のため風で運ばれて、より高濃度の Pb を含んだ車の排ガスに、より長時間さらされる直接的な影響によると考える。Cd は Pb のような顕著な差異を示していない。

Pb, Ni, Cd とともに不必要元素であり、どちらかという汚染元素であることと季節的に漸増型を示すことは結びつくと考える。

4) Pb の植物に与える影響はテータマツ苗で葉に 60 ppm 以下であれば光合成、蒸散などの生理作用に悪い影響はないといわれ、これをケヤキ、クスノキに推定を試みると白川公園のケヤキの一部(K3, L2, L3)とクスノキ(N8)は Pb のみの単独の影響の可能性がないでなろう。

終りに、この研究を行なうに当り、試料の採取に御便宜を与えられた神田神宮庁林苑課、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係の方々、又試料の採取、測定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、大島誠君らに深く謝意を表する。

## 文 献

- 1) Fortescue<sup>1</sup> J. A. C. et al : Ecological Studies I 173(1970)
- 2) 太田, 門田, 佐野, 鶴泉 : 愛工大研報 No.12 203 (1977)
- 3) 太田, 安達 : ibid No.10, 223 (1975)
- 4) 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」)
- 5) Guha, M. M. et al : Plant and Soil 24, 90 (1966)
- 6) Smith, W. H. : Environ. Sci & Tech, 7, 631 (1973)
- 7) Young, H. E. et al : Tappi 49(5) 190 (1966)
- 8) 太田, 門田, 安達, 佐野, 鶴泉 : 愛工大研報, No.10, 215 (1975)
- 9) Rolfe, G. L., F. A. Bazaz : Forest Science 21 33 (1975)