

# 多摩川およびその周辺地域の 植物に含まれる微量金属

1980年

一 國 雅 巳

東京工業大学総合理工学研究科教授

# 実施内容および成果

## 1. 序 論

昨年度の成果をふまえ、これをさらに発展させる目的で、限られた地域からオオケタデを密にサンプリングし、一種の汚染マップの作成を試みる。また、この手法をオオケタデ以外の植物にも適用する。

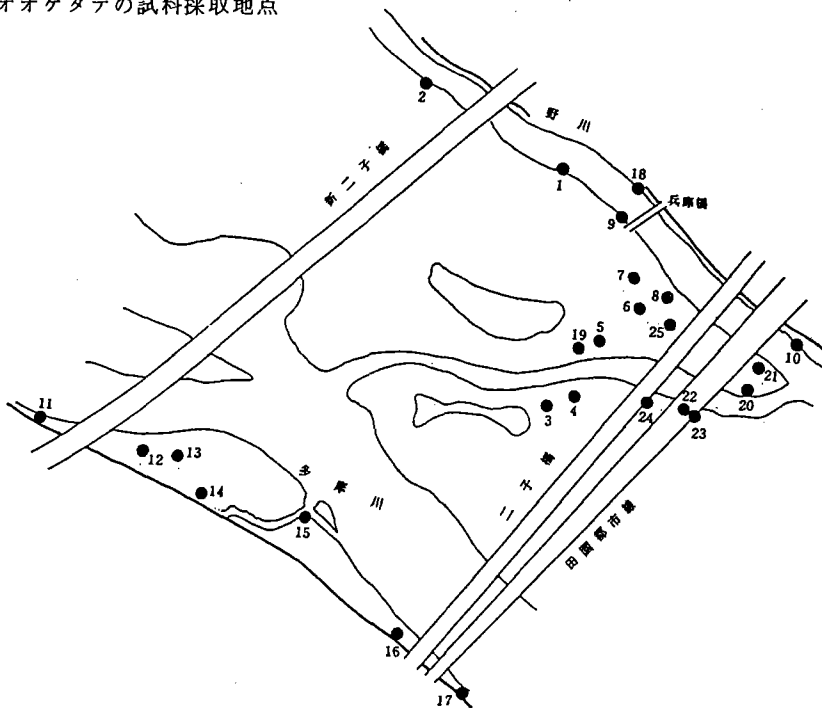
## 2. オオケタデ

昨年度は、多摩川と秋川の合流点から二子玉川までの間でオオケタデの葉を採取して化学分析を行い、その化学組成から土壌の特性や汚染度を推定した。

本年度は地域を限定して試料の採取と分析を行うことにした。二子玉川付近、とくに二子橋と新二子橋の間では川沿いにオオケタデの群落がよく発達している。従って序論に述べた汚染マップを作成する地域として適当である。しかもこの場所は汚染の進んだ野川が多摩川に合流する地点でもあり、野川がこの付近の堆積物にどのような影響を与えているかを見ることができる点で興味深い。

試料を採取した位置を図1に示す。河原の様子は1979年10月19日の台風による増水のため大きく変化し、現在の状態はこの図のものとは異なっている。試料採取日はNos. 1~10が8月26日、Nos. 11~17が9月7日、Nos. 18~25が9月14日であった。

図1 オオケタデの試料採取地点



試料の分析法は既報（一國、1979）の通りである。分析結果を表1に示す。試料の平均組成は1978年に採取したものの平均組成とほぼ同じである。

表1. オオケタデの化学組成

Sample No.	Ash (%)	Na (ppm)	K (%)	Mg (ppm)	Ca (%)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	Ni (ppm)	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)
1	9.26	46	1.71	2780	1.61	782	378	27.2	1.28	184	1.35
2	8.91	75	1.48	3200	1.54	286	440		1.60	93	0.89
3	7.54	69	1.07	3390	1.41	996	405	9.1	1.40	84	0.84
4	7.32	94	1.55	2190	0.971	322	452		1.11	102	0.75
5	10.35	68	1.26	3350	2.45	357	258	10.5	1.20	54	0.84
6	11.49	85	1.15	2770	3.03	523	203	10.7	7.4	72	1.83
7	13.29	46	1.73	4540	3.06	523	288	14.6	20.3	160	2.07
8	8.31	56	1.63	3020	1.30	682	302	27.0	1.38	87	1.26
9	11.71	111	1.67	2070	2.48	186	697	8.1	8.3	101	0.85
10	9.06	143	1.61	4200	1.54	287	274	15.6	1.39	92	0.70
11	10.46	155	1.20	2580	1.44	474	1840		15.0	147	1.14
12	7.83	140	1.76	3930	1.01	371	234		1.24	73	0.47
13	7.96	114	2.04	3670	1.25	269	233		1.68	90	0.55
14	9.02	119	1.85	3390	0.857	128	660	6.6	1.94	88	0.43
15	6.73	90	1.79	3870	0.563	587	222	10.7	15.6	103	0.81
16	7.42	118	1.59	3350	1.11	470	297	9.0	16.2	101	0.66
17	8.00	289	1.60	1110	1.51	645	470	8.2	1.30	81	0.97
18	9.67	126	1.37	3070	2.23	326	336	12.2	7.7	220	1.56
19	9.66	246	1.61	2190	2.05	1010	401	12.7	7.6	75	0.91
20	8.06	308	1.68	3140	1.28	652	348	24.7	8.9	85	0.70
21	11.53	184	2.23	3770	2.35	820	361	20.2	9.7	86	0.95
22	9.68	187	1.94	3120	1.12	354	1270	9.8	17.3	103	0.82
23	9.16	124	1.68	3990	1.58	408	369	9.1	13.6	127	0.91
24	10.98	191	1.33	3340	2.57	623	455	10.8	24.0	157	1.37
25	6.35	143	1.72	2820	0.643	651	366	15.7	15.7	59	0.81

採取場所によってマンガンの含量がどのように変化しているかを図2に示した。これは汚染マップの一つの形式である。高マンガンの試料が多摩川本流から枝分れた小流と野川とにはさまれたところに集中していることがわかる。おそらく野川によって運ばれてきた汚染物質がこの付近に堆積しているのであろう。川崎市側の本流沿いの試料のマンガン含量は野川沿いの試料のマンガン含量にくらべてはるかに少ない。このことはニッケルについて作成した図3にもみられる。従って、二子玉川付近では、野川合流点付近の汚染が最も甚しく、本流沿いの汚染は軽度であるといえる。

図2 オオケタデのマンガン含量から作成した汚染マップ

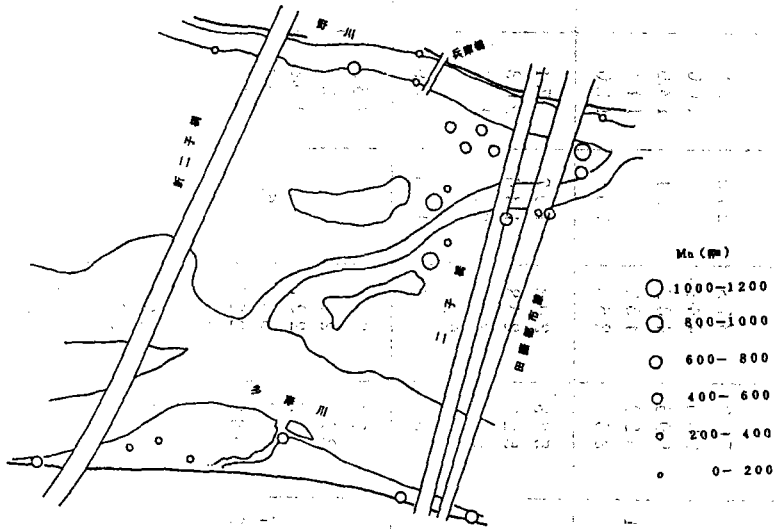
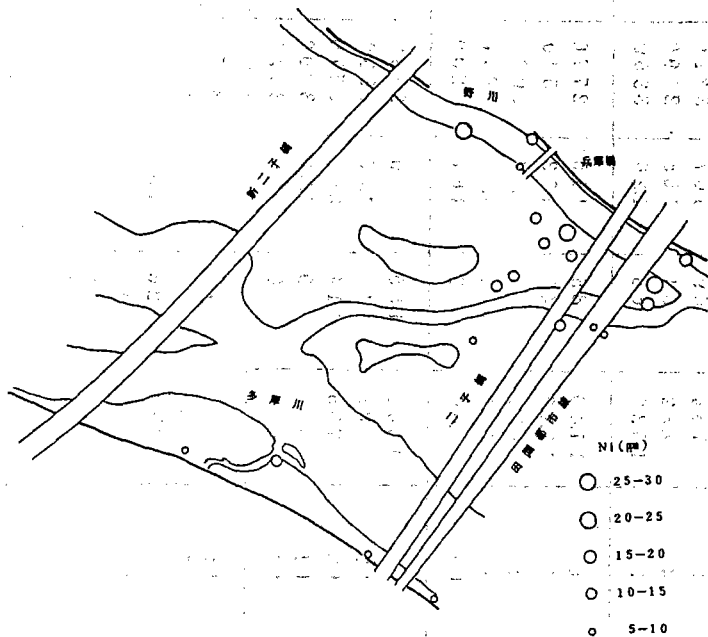


図3 オオケタデのニッケル含量から作成した汚染マップ



この例から判るように、図2、3に示した汚染マップは限られた地域の汚染状況の把握に有効である。同じようなマップを堆積物を用いて作成したとすれば、試料採取法、試料の均質性の吟味、分析のための前処理など多くの問題点に遭遇し、汚染マップの作成に多くの手間と長時間を要したことであろう。

### 3. オランダガラシ

昨年度の研究においては、オオケタデのマンガン含量が植物に利用されやすい土壌中の可溶性マンガンの量を反映する可能性が示唆された(一國、1979)。

Yamagata, Yamagata (1957) はマンガン鉱物を添加した土壌を用いて植物を育て、植物のマンガン含量が土壌中の酸可溶性マンガンとともに増大することを見出した。水耕法においても同様な関係がみられた。このことから湿った場所を好む植物のマンガン含量は、その周辺の水のマンガン含量に依存することが考えられる。

オランダガラシは水を好む植物である。この種は多摩川の支流である浅川、とくに南浅川に広く分布することが知られている。その分布は高尾駅近くの川原宿から北浅川との合流点までの約5 Kmにわたっている。北浅川でも小津川、山入川との合流点付近にいくつかの群落が認められる。南浅川の下流部は家庭下水による汚染が著しい。これに対して、南浅川橋付近から上流は汚染が少ない。北浅川でも上記の合流点付近は汚染されていない。

もし汚染された河川水が重金属を含んでいれば、マンガンについてみられたように、その水から養分を吸収しているオランダガラシの重金属含量は高くなるであろう。オランダガラシは流水中に直接根を出しているだけに河川水の汚染に対して敏感なはずである。

南浅川では上流部と下流部で汚染の程度が著しく異なるが、その汚染に重金属が関与しているか否かはオランダガラシの重金属含量から判定可能である。

オランダガラシの試料はその開花期である5月から6月始めにかけて採取された。試料を採取した地点を図4に示した。試料No.4は川口川(図には出ていない)、Nos.21~24は北浅川、Nos.8、9、11~18は南浅川、No.19は北浅川、南浅川が合流して浅川となったところで採取した。試料Nos.11~14と21~24は汚染の少ない地域を代表している。

持ち帰った試料から、葉と細い茎の部分だけをとり分けてよく洗い、80℃で数時間乾燥し、さらに室内で数日間風乾した。乾燥体1~2gをとり、あらかじめ風袋を測ってある白金つぼに入れ、450℃で24時間灰化した。灰分を秤量し、水を加えて湿した後、濃塩酸1mlを滴下して灰分を溶解する。溶液は、50ml容メスフラスコに移し、蒸留水で定容とした。金属成分の定量はすべて原子吸光分析によった。リンはモリブデンブルー法で比色定量した。化学分析の結果を表2に示した。

表2からわかるように、オランダガラシはナトリウムの含量の高いことが特徴である。なぜオランダガ

1. 調査対象の河川は、大沢川、城山川、北浅川、南浅川、水無瀬川である。
 2. 調査対象の河川は、大沢川、城山川、北浅川、南浅川、水無瀬川である。
 3. 調査対象の河川は、大沢川、城山川、北浅川、南浅川、水無瀬川である。

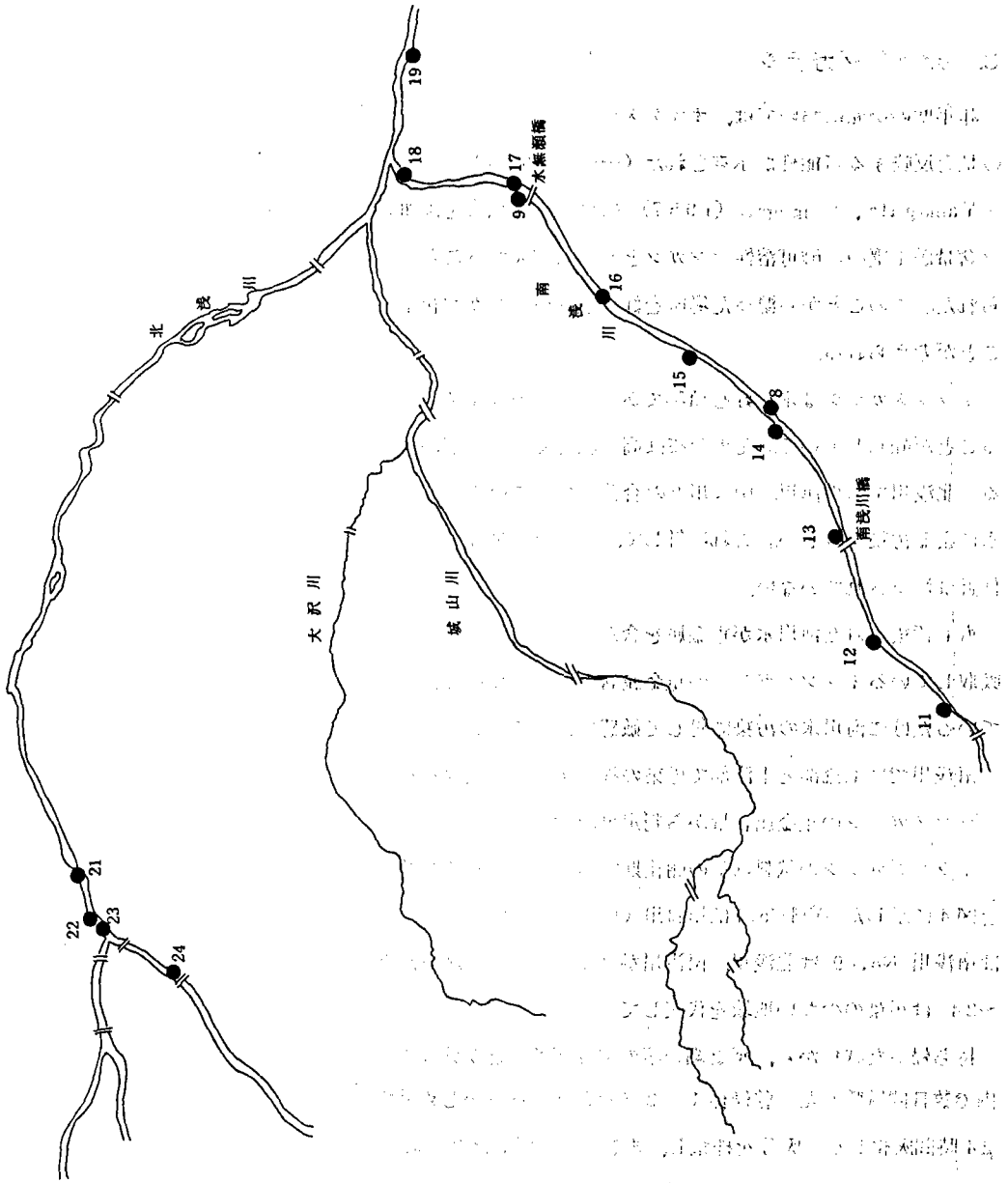


図 4 オランダガガラの試料採取地点

表2. オランダガラスの化学組成

Sample No.	Ash (%)	Na (%)	K (%)	Mg (%)	Ca (%)	Sr	Sr/Ca $\times 10^{-2}$	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	Cd/Zn $\times 10^{-2}$	P (%)
4	1.586	0.363	3.65	0.238	1.07	101	0.70	39	761	1.35	130	0.96	0.74	0.546
24	1.297	0.365	2.85	0.352	1.59	93.5	0.59	54	193	9.8	177	0.82	0.46	0.642
23	1.245	0.397	2.84	0.347	1.44	74.4	0.52	60	94	9.8	93	0.59	0.62	0.612
22	1.572	0.605	3.30	0.424	1.97	101	0.51	56	90	9.5	95	0.71	0.75	0.576
21	1.521	0.299	3.15	0.380	2.09	124	0.59	70	110	8.6	188	0.81	0.43	0.562
11	1.328	0.282	2.58	0.345	1.81	128	0.71	60	288	9.6	66	0.81	1.2	0.532
12	1.303	0.278	2.38	0.353	1.77	127	0.72	83	256	8.4	65	0.65	1.0	0.544
13	1.332	0.298	2.40	0.364	2.08	126	0.61	91	267	9.6	108	0.74	0.68	0.417
14	1.265	0.238	2.69	0.385	1.61	106	0.66	82	187	8.7	78	0.56	0.72	0.566
8	1.118	0.279	2.08		0.784	50.3	0.64	153	457	12.0	53	0.51	0.96	0.380
15	9.51	0.422	1.37	0.270	1.14	84.6	0.74	91	178	8.8	96	0.64	0.67	0.536
16	9.73	0.318	2.14	0.250	0.902	50.5	0.56	63	247	7.4	60	0.59	0.98	0.647
9	10.80	0.258	1.76	0.240	0.739	44.3	0.60	104	1510	13.5	107	0.69	0.64	0.865
17	9.78	0.301	2.44	0.279	0.867	55.5	0.64	65	223	8.0	64	0.53	0.83	0.713
18	10.80	0.457	2.38	0.254	0.960	59.7	0.62	48	185	9.2	65	0.52	0.81	0.558
19	12.06	0.296	2.68	0.394	1.28	97.5	0.76	41	211	8.9	94	0.88	0.93	0.741
Av.	1.240	0.341	2.54	0.328	1.38	89.0		73	329	9.7	96	0.64		0.590

ランがナトリウムを濃縮するかは今後の課題であるが、南浅川の場合、上流部の試料よりも下流部の試料にナトリウムが多いことは、家庭下水による汚染が河川水中のナトリウム濃度を高めていることと関連があるように見える。カルシウム、マグネシウムはナトリウムとは逆の関係、すなわち、非汚染地域からの試料に多く、汚染地域からの試料に少ない。しかし、マンガン、鉄、銅、亜鉛ではこのような傾向はみられなかった。南浅川の場合、汚染が有機物、塩化ナトリウムなどを主な汚染物質とする家庭下水に原因するものであって、金属を含む工場排水の流入はないことを示すのであろう。試料No.19の分析値が非汚染地域のオランダガラシの組成に似ていることは、北浅川、南浅川合流後の水質が非汚染地域の水質に近いことを示唆している。

次にオランダガラシの化学組成の特徴について考察する。表3に高橋（1974）が発表した種子植物114種の葉身分析値の平均値と表2に示したオランダガラシの平均化学組成を比較した。

表3. オランダガラシと種子植物114種の平均化学組成を比較

	Ash (%)	K (%)	Mg (ppm)	Ca (%)	Mn (ppm)	Fe (ppm)	P (ppm)
オランダガラシ	12.40	2.54	3280	1.38	73	329	5900
種子植物	10.44	2.72	2470	1.71	235	390	3200

オランダガラシの化学組成の特徴はマンガンの少ないこと、リンの多いことであろう。鉄の量は種子植物の平均に近いので、別の表現をすれば  $Mn/Fe$  の小さいことがオランダガラシの特徴ともいえる。

このことは河川水中のマンガン、鉄の量と無関係ではない。オランダガラシを採取した河川の水は一部汚染されているとはいえ、まだ十分に酸化的であって、土壌からのマンガンの溶出は起こっていないのであろう。より有機物汚染の進んだ河川から採取したオランダガラシのマンガン含量が増加しているが否かは環境化学的に興味のある問題である。

#### 4. 文 献

一國雅巳（1979）、オオケタデの葉の化学組成：河川堆積物中の有機物の地球化学的指標、地球化学 13、13-17

高橋英一（1974）、比較植物栄養学。養賢堂、東京、273p.

Yamagata, N. and Yamagata T. (1957)、Fundamental Studies on the Biogeochemical Prospecting for Manganese, Bull. Chem. Soc. Jpn. 30、900-904.



## 今後予想される効果

この研究によって、広い分布を示す植物を採取して化学分析をすることによって、その植物が分布する地域の汚染状況の把握が可能であることが示された。その汚染は植物の種類を選ぶことによって水質汚濁に結びつけることもできるし、あるいは土壌汚染と関係づけることもできる。このような手法は環境化学の分野において注目されつつあり、今後一層の発展が期待される。この研究がそのパイオニア的な役割を果たしたことは意義深いことである。

オオケタデの葉の化学組成：河川堆積物中の  
有機物の地球化学的指標

一 国 雅 巳

(1979年6月16日受理)

Chemical composition of prince feather leaves: A geochemical indicator of organic matter in the fluvial sediment

Masami ICHIKUNI

(Department of Environmental Chemistry and Engineering, Tokyo Institute of Technology, Yokohama 227, Japan)

Leaf samples were taken from prince feather (*Polygonum orientale* L.) and a related species (*Polygonum mitis* Gilibert var. *Nemoto*) growing on the river beach of the Tamagawa River, Tokyo. Dried samples were chemically analyzed with the results shown in Table 2. A high manganese content found in some of the samples revealed the availability of the element in the swampy ground on which the plant grows. This is due to the reducing environment produced by organic matter in the sediment. Under reducing conditions, manganese is released as divalent ion and uptaken by plants. Organic matter also behaves as chelating agent toward many heavy metal ions. The leaf samples enriched in manganese often show high copper and zinc contents, thus indicating the accumulation of heavy metals in the soil. The manganese content of the plants may be useful as a geochemical indicator characterizing organic matter in the fluvial sediment and the soil.

## 1. 序 論

植物の化学組成が、その植物の生育している土壌の化学的特性を反映していることは多くの例によって知られている。化学探鉱においては、ある種の植物を採集して化学分析し、そのなかの重金属濃度から鉱床の所在を推定する方法が実用化されている (Hawkes, Webb, 1962)。

植物を環境の指標として用いることはすでに一般的であるが、その手法は主として生物学的なものであ

って、化学的なものはむしろ少ない(山添、1978)。しかし、植物が鉱床探査に役立つ実績から考えてみるとこの方法を環境の記述に利用することは非常に有望である。環境地球化学的にみると、生物に影響を与えているのは移動性をもった元素である。たとえ毒性のある元素でも、完全に不溶化した状態にあれば生物にとっては無害である。植物が環境地球化学的に注目されるのは、それが土壤中で水に可溶化した成分を吸収している点にある。たとえば、土壌が多量の有機物を含み、還元的な状態になればマンガンは  $Mn^{2+}$  となって水に溶出し、植物が利用しやすくなる。一般に湿地性の植物にマンガンの多いこと(高橋 1974, p. 182)はこの推定を裏付けている。また鉄は有機物と錯体をつくって可溶化するので、これも植物によって取りこまれることになる。

河川水の化学的特徴は、水を化学分析すれば明らかにすることはできるが、水質が河川堆積物とも密接に関連している以上、河川の環境地球化学的な記述には水ばかりでなく堆積物も含まなければならない。この場合、河川水に影響を与える成分ということでは、堆積物の全成分よりもそのなかの可溶性成分のほうが重要である。河原に生育している植物はこのような成分を代表する試料とみることができる。

植物の化学組成は生物地球化学における基礎的データでもある。これまで植物の主成分については多数のデータが発表されてきたが、同一植物中の多数の成分を分析した例は少ない。そのためにある微量成分が主成分とどのような量的関係にあるかということも十分には検討されていない。

この研究の目的は二つある。その一つは河原に生育している植物の化学組成が植物を採取した場所の河川環境によってどのように変化するかを明らかにすることである。他の一つはある植物種の化学組成の平均値とその相対標準偏差を求めることによって植物の化学組成のもつ生物地球化学的な意義を考察することである。

## 2. 試料採取と化学分析

同じ土壌からであっても植物が取りこむ元素の量は植物の種によって異なる。従って、上に述べた第一の目的のためには同一種を利用しなければならない。またその種ができるだけ広い範囲にわたって分布していることが望ましい。さらに、河川水の影響も受けるためには、水辺に生育する種を選択する必要がある。以上の条件を満足するものとしてタデ科の植物を選び、採取場所のちがいによる化学組成の変動を検討した。試料は1978年9月から10月にかけて採取した。

採取場所は東京都下の多摩川中流部であって、上流は多摩川本流と秋川の合流点付近から下流は二子玉川までの間の全長30 kmにわたる地帯である。

採取した試料の大部分はオオケタデ (*Polygonum orientale* L.) であるが、一部にはオオハルタデ (*Polygonum mitis* Gilibert var. Nemoto) も混じっている。これはオオケタデとの比較のために採取したものである。

分析対象としたのは葉である。汚れていない葉を選んで10枚ほど摘みとり、水で洗ってから風乾した。風乾した葉はもみつぶしてよく混合し、その1 gを秤り取って25または30 ml容の白金るつぽに入れ

450℃で24時間灰化した。灰分が白色ないしは淡褐色であるときは灰化は完全である。灰分が黒色をおび炭素が残っていると判断されたときは、電気炉の温度を600℃にあげ、さらに1時間加熱した。灰分は秤量後、少量の水を加えて湿し、濃塩酸1mlを加えて溶解した。このときシリカと思われる不溶物が少量認められたが、そのまま全容を50mlに希釈して分析試料とした。

金属元素（ナトリウム、カリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム、マンガン、鉄、銅、亜鉛、カドミウム）は空気-アセチレンフレイムを用いた原子吸光法で定量した。マンはモリブデンブルー法によって定量した。比較のために国立公害研で調製した標準植物試料リョウブ（Okamoto et al., 1978）も同時に分析した。

### 3. 分析結果とその解釈

同一試料から1gづつ2回秤りとして独立に分析した結果をリョウブの分析値（3回の平均）とともにTable 1に示す。全体的にみれば、2回のデータの一致は良好である。ただし、灰分はときとしてかなり大きな差を示すことがある。その原因の一つとしては試料の分解が不十分で炭素が残留するためである。このため、分析値は灰分中の含量ではなく、風乾試料中の含量で表示することにした。

Table 1. Reproducibility of chemical analysis data (concentrations in ppm unless noted as %)

Sample No.	Ash (%)	Na	K (%)	Mg	Ca (%)	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	P
1	8.81	96	1.54	1440	1.71	160	475	13.5	65.7	1.1	3080
	9.04	93	1.53	1480	1.74	174	420	13.5	71.3	1.1	3010
2	9.01	99	0.98	5020	1.77	338	245	7.2	118	1.3	2860
	8.00	104	0.99	4830	1.77	330	275	9.2	111	1.2	2880
3	8.37	145	1.53	2230	1.41	961	768	4.69	90.1	1.4	2370
	8.06	130	1.49	2180	1.28	988	675	4.33	80.3	1.3	2490
*NIES	8.27	98	1.52	3860	1.38	2020	180	1.21	336	6.5	1110

\* Pepperbush powder (NIES Reference Material No. 1)

灰化が不十分で炭素が残るときは、ある種の元素が溶出してこないことがある。Table 1に示した試料No. 2の分析値のうち、灰分の多いものに炭素が認められた。このデータを灰分の少ないほうのデータと比較すると、銅と鉄がやや低くなっていることがわかる。

Table 2は、オオケタデとオオハルタデの分析値を試料を採取した場所に従って下流から上流に向けて

Table 2. Chemical composition of dried leaves (concentrations in ppm unless noted as %)

Sample No.	Ash (%)	Na	K (%)	Mg	Ca (%)	Sr	Mn	Fe	Cu	Zn	Cd	P
<b>Polygonum orientale L.</b>												
12	8.54	316	1.37	1230	1.38	94	326	993	15.8	53.8	0.92	2570
1	8.95	95	1.54	1460	1.73	—	167	448	13.5	68.5	1.1	3050
7	7.86	158	1.72	2230	1.07	50	886	515	11.7	74.7	1.1	3150
3	8.22	138	1.51	2210	1.35	—	975	722	45.1	85.2	1.35	2430
5	7.41	119	1.44	3390	1.13	76	339	370	11.4	68.4	1.3	3640
13	9.15	151	1.07	2350	2.11	137	287	679	7.2	51.1	1.1	2380
14	9.02	169	0.97	2420	2.23	—	663	648	10.1	151	2.2	1730
8	12.11	162	1.73	1750	2.93	176	674	534	7.0	64.9	1.6	2450
9	8.52	265	1.37	2700	1.30	—	713	835	14.3	134	1.3	2740
10	11.72	163	0.96	1860	3.09	150	293	548	5.6	67.3	1.2	2440
Average	9.15	174	1.37	2160	1.83	114	532	629	14.2	81.9	1.3	2660
RSD(%)	16.1	36.4	19.6	27.5	37.9	—	50.5	28.2	76.1	38.9	26.0	18.6
<b>Polygonum mitis Gilbert var. Nemoto</b>												
2	8.51	102	0.99	4930	1.77	—	334	260	8.2	115	1.25	2870
4	8.46	225	0.99	2320	1.98	—	459	429	15.1	108	1.2	2680
6	9.85	204	1.05	5650	1.83	—	790	265	8.0	97.5	1.3	2200
11	7.28	102	1.25	1930	1.62	—	93	182	6.1	48.6	0.78	1860
Average	8.53	158	1.07	3710	1.80	—	419	284	9.4	92.3	1.1	2400

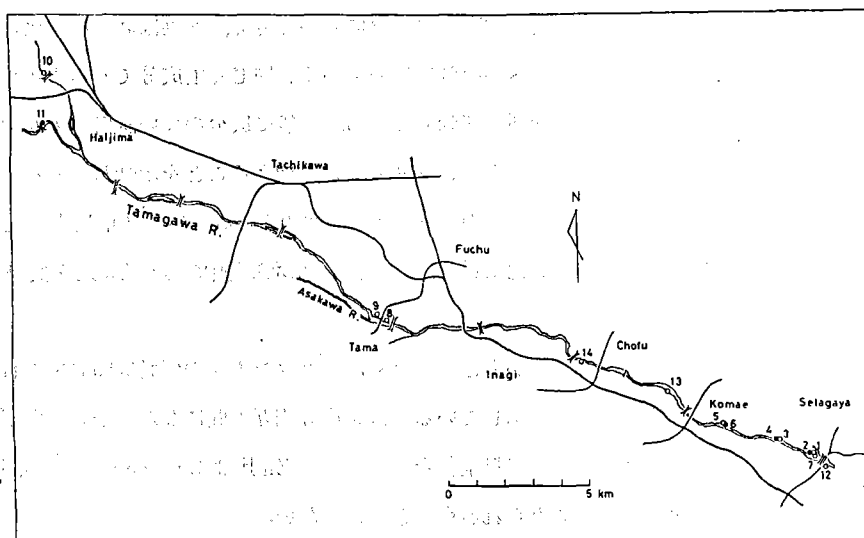


Fig. 1. Map showing sample locations.

○ = *Polygonum orientale* L. ● = *Polygonum mitis* Gilbert var. Nemoto

Table 3. Comparison of average chemical composition of plant material  
(concentrations in ppm unless otherwise indicated)

	Ash (%)	K (%)	Mg	Ca (%)	Mn	Fe	Cu	Zn	P
This study	8.97	1.28	2600	1.82	500	530	12.8	84.9	2590
Takahashi (1974) <sup>a</sup>	10.44	2.72	2470	1.71	235	390	—	—	3200
Cannon (1960) <sup>b</sup>	—	—	—	—	481.5	674.0	18.3	140.0	—

a Based on the chemical analyses of dried leaves of 114 species of seed-plants.

b The original data were given in ppm in plant ash, mostly of leaves. Calculated in ppm in dried plant material, by assuming an average ash content of 10%.

配列したものである。試料採取地点をFig. 1に示す。どの元素の場合も下流から上流に向って規則的に含量が変化しているものはない。これらの試料中には人間活動による汚染を全く受けていないものは存在しないので、非汚染地域を代表するオオケタデ、あるいはオオヘルタデの化学組成がどのようなものであるかを判断することは難かしいが、強いていえば上流よりの試料がそれに近いものであろう。また平均値からみる限りでは、オオケタデとオオヘルタデとの間に化学組成の差を見出すことはできなかった。

どの成分についても試料によって含量が変動する。主成分においてさえ、変動は著しい。比較的変動の少ない主成分はリンとカリウムでマグネシウムがそれに次いでいる。同じく主成分であるカルシウムにいたっては、その含量は1-3%という広い範囲で変動している。一般に灰分の多い試料にカルシウムが多い傾向がある。このことはカルシウムの量が増えるとシリカの量も増えることを示唆している。カルシウム含量が大きく変化するのにもかかわらず、試料中のSr/Ca比は $0.5-0.7 \times 10^{-2}$ (重量比)とほぼ一定である。この値は平均火成岩のもつSr/Ca比に近く、多摩川の河川堆積物中のSr/Ca比を反映しているものであろう。

微量成分は一般に主成分よりもさらに変動が大きいく。とくに銅とマンガンの変動は顕著でこれらの元素は環境の地球化学的指標となりうることを暗示している。微量成分相互の間になんらかの相関がみられるのは、カドミウムと亜鉛の場合だけである。試料全体を通じてCd/Zn比は $1.0-2.5 \times 10^{-2}$ (重量比)であって、この値は通常の地球化学的試料にみられるものと大差はない。

Cannon (1960)は非鉱化帯に生育した各種の植物について植物灰中の重金属濃度の平均を求めた。乾燥植物体の灰分を10%と仮定すれば、Cannonの値を乾燥植物体中の含量に換算することができる。

Table 3には今回分析した全試料の平均組成、高橋(1974, p. 267)による114種の種子植物葉身分析

値の平均、および Cannon の値を換算したものを示した。表からわかるように今回のタデ試料の化学組成は植物としては平均的な値であらで、マンガンがやや多いことを除けばとくに目立ったところはない。マンガンが多いことは、高橋 (1974) の指摘した湿地性植物としての共通点であろう。

マンガンと鉄の多いことは、先に述べたように有機物の関与によるものである。堆積物中の有機物が重金属の保持に効果のあることは多くの研究によって認められている。Nissenbaum, Swaine (1976) は多くの重金属がフミン酸と結合した形で堆積物に含まれていることを報告した。Gong et al. (1977) は河川堆積物中のカドミウムが亜鉛および有機炭素とよい相関を示すことを見出した。Somers (1978) は植物の分解物がカドミウムを保持する能力があると述べている。多摩川の河川堆積物においても有機物に富む部分にカドミウムが多くなっている (Suzuki et al., 1979)。以上の事実は Table 2 のデータにおいてマンガンの多い試料に鉄、亜鉛、銅などの濃縮していることをよく説明している。

Table 2 のなかでは上流に位置する 2 試料 (Nos. 10, 11) を除いた残りのほとんどの試料について高い重金属含量がみられる。従って多摩川と秋川の合流点から下流一帯にわたって有機物に富む堆積物が分布し、そのなかに重金属が蓄積しているとみられる。

#### 4. 結 論

多摩川に沿った湿地に生育するオオケタデ、オオハルタデの葉には高いマンガン濃度を示すものがある。このような試料はしばしば他の重金属、たとえば、銅、亜鉛などについても高濃度である。植物がマンガンを吸収しやすいことは、土壤に含まれる有機物が還元的な環境をつくり出し、それが土壤粒子からのマンガンの溶解を促進しているためと考えられる。このような有機物に富んだ堆積物中では他の重金属は有機物と結合した形で存在し、その一部は有機物とともに水に溶け出して植物に利用されるのであろう。この結果は、河川堆積物や土壤の地球化学的指標としてある種の植物の重金属含量が用いられることを示唆している。このことを他の植物についても確かめるための研究が現在当研究室において行われている。

植物について種々ご教示をいただいた東京都立大学牧野標本館 小林純子博士に感謝する。この研究に要した費用の一部はとうきゅう環境浄化財団の研究助成金 (No. 5230) によった。

#### 文 献

- Cannon, H. L. (1960), Botanical prospecting for ore deposits. *Science* 132, 591-598.
- Gong, H., Rose, A. W., Suhr, N. H. (1977), The geochemistry of cadmium in some sedimentary rocks. *Geochim. Cosmochim. Acta* 41, 1687-1692.
- Hawkes, H. E., Webb, J. S. (1962), *Geochemistry in Mineral Exploration*. Harper and Row, New York, 415p.

Nissenbaum, A., Swaine, D. J. (1976), Organic matter-metal interactions in Recent sediments: the role of humic substances. *Geochim. Cosmochim. Acta* 40, 809-816.

Okamoto, K., Yamamoto, Y., Fuwa, K. (1978), Pepperbush powder, a new standard reference material. *Anal. Chem.* 50, 1950-1951.

Somers, G. F. (1978), The role of plant residues in the retention of cadmium in ecosystems. *Environ. Pollut.* 17, 287-295.

Suzuki, M., Yamada, T., Miyazaki, T., Kawazoe, K. (1979), Sorption and accumulation of cadmium in the sediment of the Tama River. *Water Res.* 13, 57-63.

高橋英一 (1974), 比較植物栄養学. 養賢堂, 東京. 273p.

山添文雄 (1978), 植物指標による環境分析. *ぶんせき* 1978, 157-163.