

マニラ湾底泥に含まれる重金属分布を決定する因子

東京工業大学 学生会員 鈴木洋介、 正会員 浦瀬太郎、 フェロー会員 灘岡和夫
フィリピン大学ディリマン校 非会員 F.P. Siringan

1. はじめに

東京工業大学では、フィリピン大学との間で日本学術振興会の拠点大学方式学術交流事業による共同研究を行っている。その一環としてフィリピン大学のF. P. Siringanが採取したマニラ湾底泥のサンプル分析を灘岡が企画し、含有重金属を調査した結果、いくつかの知見を得たので、本稿ではその知見をまとめた。

2. 試料の採取と分析方法



Figure. 1 サンプル地点

2.1 試料採取

Figure. 1に示す37地点において2001年8月に海底表面の底泥を採取した。採取ポイントは潮の流れの影響が大きい地点や急勾配であるなど代表性の乏しい地点を避けて選んだ。別に、Pinatubo火山灰、Quezon city, Las Pinas, Alabang, Macaty cityの道路脇粉塵、さらに比較のためにわが国の道路脇粉塵を採取した。

2.2 重金属測定

試料を乾燥しパウダー状にした後、0.5 g をとり、塩酸4mlと硝酸2mlの混酸中で2時間の加熱抽出をした。その後にGF/Bろ紙でろ過し、0.1M硝酸100mlに定溶した。今回測定した元素はCo、Cr、Zn、Cu、Ni、Pb、Mn、Zr、Fe、Ti、Cdの11種類で、測定にはICP/AESを使用し、ICP/AESでは定量の困難なPb、Cdについては試料溶液を10倍希釈したものをICP/MSにより測定した値を用いた。ICP/MSでの測定では化学的干渉が起こるが、今回、PbとCdについては質量数が大きく、干渉の影響が小さいため、化学的干渉は無視した。また、定量には内標準元素による補正、経時的な

感度低下の補正を行った。

3. 結果と考察

Table. 1に各サンプル地点の重金属濃度を示した。Cdは、全体に濃度が低く、定量下限値付近であった。一方、Pbは、地点43のPasig川河口およびその付近で高濃度であった。また、FeはPasig川河口を例外として場所によらず、ほぼ一定の濃度であり、Mnは湾南西域では濃度が高く、湾北東域では濃度が低かった。

3.1 クラスタ分析

各元素濃度を平均=0, 分散=1に標準化した後に、クラスタ分析した結果をFigure. 2に示す。この分析の結果、図に示すように海のサンプルとPasig川河口の地点43のサンプルは明確に異なり、さらにPasig川河口域、Cavite半島沿岸のクラスタが明らかに見られた。

3.2 因子分析

因子分析の結果をTable. 2に示す。各因子を重金属起源として見てみると因子1についてはMnを除く全ての金属において高い正の相関を示し、空間濃度分布から考えて、これはPasig川流域からの影響を受けた因子つまり都市起源の因子と推定される。因子2についてはCr、Ni、Znと高い正の相関を示し、またZr、Tiとは負の相関を示し

キーワード： 底泥、重金属、マニラ湾、因子分析、クラスタ分析

〒152-8552 東京工業大学大学院理工学研究科土木工学専攻 (Tel. 03-5734-2597 Fax. 03-5734-3577)

ていた。空間分布から考えて、マニラ湾北部域のサンプル地点に多く共通していることから、北部からの何らかの流入による因子と考えられる。第3因子についてはNi、Co、Mnの順に高い負の相関があり、またZn、Pb、Cdと正の相関があったが、空間濃度分布から考えても起源は推定できなかった。因子4については、Mnと高い正の相関があり、因子得点を地図上に載せてみるとBataan半島南部沿岸付近に高い正の得点があることから、Bataan半島南部の工場団地の影響因子と推定される。

3.3 道路脇粉塵等の濃度

Pasig川河口のサンプリング地点43での重金属濃度は、マニラ湾での濃度と比較して大きく、すべてについて高かった。道路脇粉塵はさらに高い濃度でこれらの金属を含有しており、道路脇排水に含まれる粒子がマニラ湾で堆積すると考えると、底泥に含まれる重金属濃度を上昇させる要因のひとつとなる。例えば、Pbに関しては、Quezon cityやLas Pinasにおける濃度が日本の環状8号線より高く、また、底泥における濃度よりもはるかに高かった。ただし、サンプルの数が少ないため、さらに研究を進める必要がある。また、この流域に大きな影響を与えていると考えられるPinatubo火山の灰に含まれる重金属濃度は高くなかった。

4. まとめ

マニラ湾の底泥に含まれる11種類の重金属を測定し、クラスター分析をした結果、Pasig川河口域、

Cavite州沿岸域が明確に同じクラスターを形成した。また、因子分析で解析した結果、底泥粒子の起源としてPasig川、Bataan半島南部、湾北部の少なくとも3つの因子が存在した。重金属含有量は湾底泥よりも、Pasig川河口地点で高く、さらに道路脇粉塵は高く、道路脇排水がマニラ湾へ流入すると、底泥中の金属濃度を上昇させると考えられる。ただし、今回の調査では、道路脇粉塵等のサンプル数が少なく、また、マニラ湾北西域でのサンプルの欠如などもあり、今後の検討が必要である。

5. 謝辞

科学研究費基盤研究(B)(2)海外学術調査「マニラ湾・ラグーナ湖及び周辺流域の統合型環境研究プロジェクト推進のための共同調査」（代表：灘岡和夫）による支援を受けました。また、ICP/MSの使用に関して東京工業大学総合分析支援センターにお世話になりました。

Table.1 各サンプル地点の重金属濃度(mg/kgDW)

mg/kg	Cr	Co	Ni	Cu	Zn	Zr	Ti	Mn	Pb	Fe	Cd
1	15	18	11	98	128	39	256	81	27	4300	1
2	34	20	20	94	218	25	228	62	41	4400	1
3	9	21	7	109	94	38	331	126	24	5000	0
4	25	14	12	87	198	17	183	62	27	4000	1
5	34	17	17	96	219	21	203	85	41	4800	1
6	38	20	21	89	173	21	184	84	37	4400	1
7	14	18	11	72	84	26	267	128	20	4400	0
8	28	19	26	80	110	28	244	105	23	4300	0
9	30	15	15	80	153	18	196	99	23	4400	1
10	45	22	24	94	148	23	179	98	22	4400	0
11	12	20	10	42	63	22	221	98	16	4400	0
12	17	18	15	58	81	21	217	125	17	4000	0
13	19	13	13	66	87	17	189	111	13	3700	0
14	26	14	15	72	105	17	189	109	16	4300	0
15	28	13	14	62	106	10	126	86	14	3800	0
16	31	18	19	59	94	14	185	96	12	4500	0
17	15	17	13	47	68	20	219	129	16	4000	0
18	21	18	18	63	88	20	219	135	16	4200	0
19	21	13	14	62	89	13	181	131	12	3800	0
21	35	20	23	75	113	21	195	97	18	4600	0
22	27	14	15	63	89	7	104	87	12	3700	0
23	12	16	10	33	59	23	204	109	17	4500	0
24	25	22	23	76	104	21	215	161	18	4300	0
25	22	14	17	63	90	15	189	140	15	4000	0
28	38	22	27	88	124	18	154	107	16	4500	0
29	31	16	18	68	99	11	163	99	11	4300	0
31	23	23	24	58	81	22	191	142	17	4300	0
32	21	14	17	63	92	12	176	191	14	3900	0
33	30	21	26	80	113	21	196	181	15	4300	0
34	40	25	33	101	147	21	198	160	18	4300	1
36	44	24	30	93	134	21	159	98	12	4100	0
37	29	15	17	65	91	11	143	87	10	4000	0
39	20	13	16	61	91	17	178	172	18	3800	0
40	24	15	17	101	120	12	159	194	15	4000	1
41	23	13	15	99	115	9	118	124	15	3700	0
42	23	13	15	63	92	8	111	114	13	3600	0
43	101	27	22	140	256	33	3000	743	66	64000	1
Pinatubo	11	3	1	1	0	1	47	10	1	690	0
Alabang	117	31	76	6	13	15	241	81	16	4300	0
Quezoncity	483	30	249	16	122	7	210	84	758	7800	3
Las Pinas	479	20	163	9	107	6	118	45	1400	2600	3
Macatv	90	40	69	239	1200	12	3300	880	124	7000	1
環状8号線	297	12	29	240	870	1	1100	462	554	24000	4
東工大門前	101	8	12	34	86	8	1100	305	63	17000	1

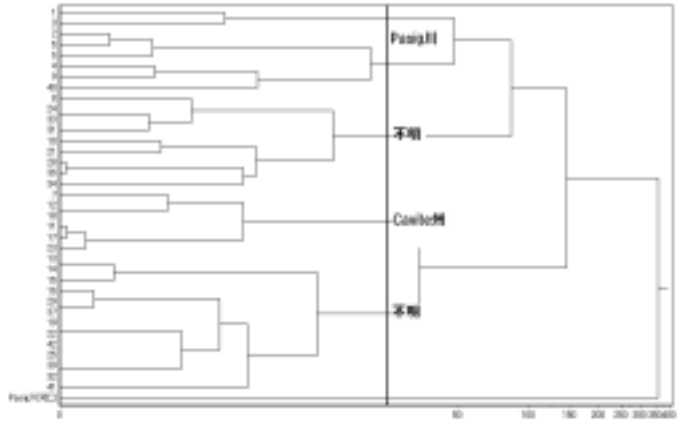


Figure.2 クラスタ分析によるデンドログラム

Table.2 因子分析結果

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4	共通性
Cr	0.5	0.78	-0.28	-0.16	0.97
Co	0.62	-0.14	-0.68	-0.15	0.88
Ni	0.38	0.54	-0.7	0.07	0.93
Cu	0.67	0.18	0.03	0.3	0.58
Zn	0.84	0.42	0.37	0.15	1.03
Zr	0.63	-0.69	-0.12	-0.01	0.89
Ti	0.45	-0.85	-0.09	0.1	0.93
Mn	-0.34	-0.1	-0.45	0.62	0.71
Pb	0.79	-0.11	0.39	0.04	0.79
Fe	0.67	-0.37	-0.18	-0.17	0.65
Cd	0.56	0.24	0.49	0.15	0.63