

## 第 II 部 各 論

### 第 1 章 河床堆積物調査

#### 1-1 目的

調査地域内に分布する河川や沢を中心に河床堆積物試料を採取し、室内試験に供して、調査地域の広域的地化学特性を把握するためのデータを得ることを目的とした。試料採取地点は、レワ川、ナブア川及びシンガトカ川といった比較的大きな河川を一次河川として、その支流に当たる 2 次河川及び 3 次河川、また海岸に注ぐ比較的小さい河川を評価出来るように選定した。

#### 1-2 調査方法

野外において 80 メッシュ (篩目 180  $\mu\text{m}$ ) の篩を用いて河床堆積物試料を約 100 g 採取した。採取試料は、プラスチックバックに詰めてベースキャンプに持ち帰り、そのまま分析所に送付した。化学分析を実施した試料は 1717 地点から採取された 1845 試料 [内複製 128 試料, 1 年次 905 試料 (内 83 複製試料), 2 年次 940 試料 (内 45 複製試料)] である。分析所では、Au と Hg を除く 27 元素については、試料を HF-HNO<sub>3</sub>-HClO<sub>4</sub> で酸処理し、残渣を HCl で溶解してから、ICP-AES (誘導結合プラズマ発光分光分析) によって分析した。この前処理方法は試料中の鉱物のほぼ全てを溶解するとされている。Au については鉛抽出法によって前処理してから ICP-AES によって分析した。Hg については冷蒸気法によって蒸気化して AAS (原子吸光分析) で分析した (ALS Chemex code : ME-ICP61 , Au-ICP21 , Hg-CV41 )。

下表に分析元素及びその検出限界値を示す (単位表示がないものは ppm)。

Au (0.001 - 2)	Ca (0.01% - 25%)	Mn (5 - 10,000)	S (0.01% - 10%)
Hg (0.01 - 100)	Cd (0.5 - 500)	Mo (1 - 10,000)	Sb (5 - 10,000)
Ag (0.5 - 100)	Co (1 - 10,000)	Na (0.01% - 10%)	Sr (1 - 10,000)
Al (0.01% - 25%)	Cr (1 - 10,000)	Ni (1 - 10,000)	Ti (0.01% - 10%)
As (5 - 10,000)	Cu (1 - 10,000)	P (10 - 10,000)	V (1 - 10,000)
Ba (10 - 10,000)	Fe (0.01% - 25%)	W (10 - 10,000)	
Be (0.5 - 1000)	K (0.01% - 10%)	Zn (2 - 10,000)	Au で 2ppm を超え
Bi (2 - 10,000)	Mg (0.01% - 15%)	Pb (2 - 10,000)	たら再分析

試料採取位置を Fig.II-1-1 に、化学分析値を Appendix 1 に示した。

#### 1-3 調査結果

##### 1-3-1 統計処理

一般に地化学分析値、特に微量成分は分析精度の信頼性が十分で母集団が単一であれば、対数正規分布に近い分布を示すことが知られている。従って以下の分析値の解析には、各分析値の常用対数値を用いた。統計処理上、検出限界以下の分析値についてはその値の半値値を採用した。また検出限界以上の分析値については検出限界値を採用した。

各分析値の基本統計値を Table II-1-1 に示した。各元素のヒストグラム及び確率紙上の累積頻度分布図を Fig.II-1-2-(1) ~ (4) に示す。ヒストグラムのクラス分けは 1/2 とした。Ag, As, Bi につい

ては検出限界値以下の分析値が75%以上を占めた。Wについては、ほとんど検出限界値以下かその付近の値しか示さなかった。

各元素間の分散共分散行列を Table II-1-2 に、相関係数行列を Table II-1-3 に示す。

分析の再現性を評価する目的で、1年次2年次合計で128個の複製試料を採取した。各元素について、複製試料の分析値と元の試料の分析値の相関図を作成した( Appendix 2 )。試料中の含有量が比較的大きな元素(数10ppm~数%)(Al, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, K, Mg, Na, Ni, P, Sr, V, Zn)では比較的よい正の相関を示す。含有量が微量で、検出限界値以下の試料を多く含む元素は検出限界値に近い値が多いため、あまり良い相関は示さない。Auの相関が悪いのはナゲット効果によるものと思われる。

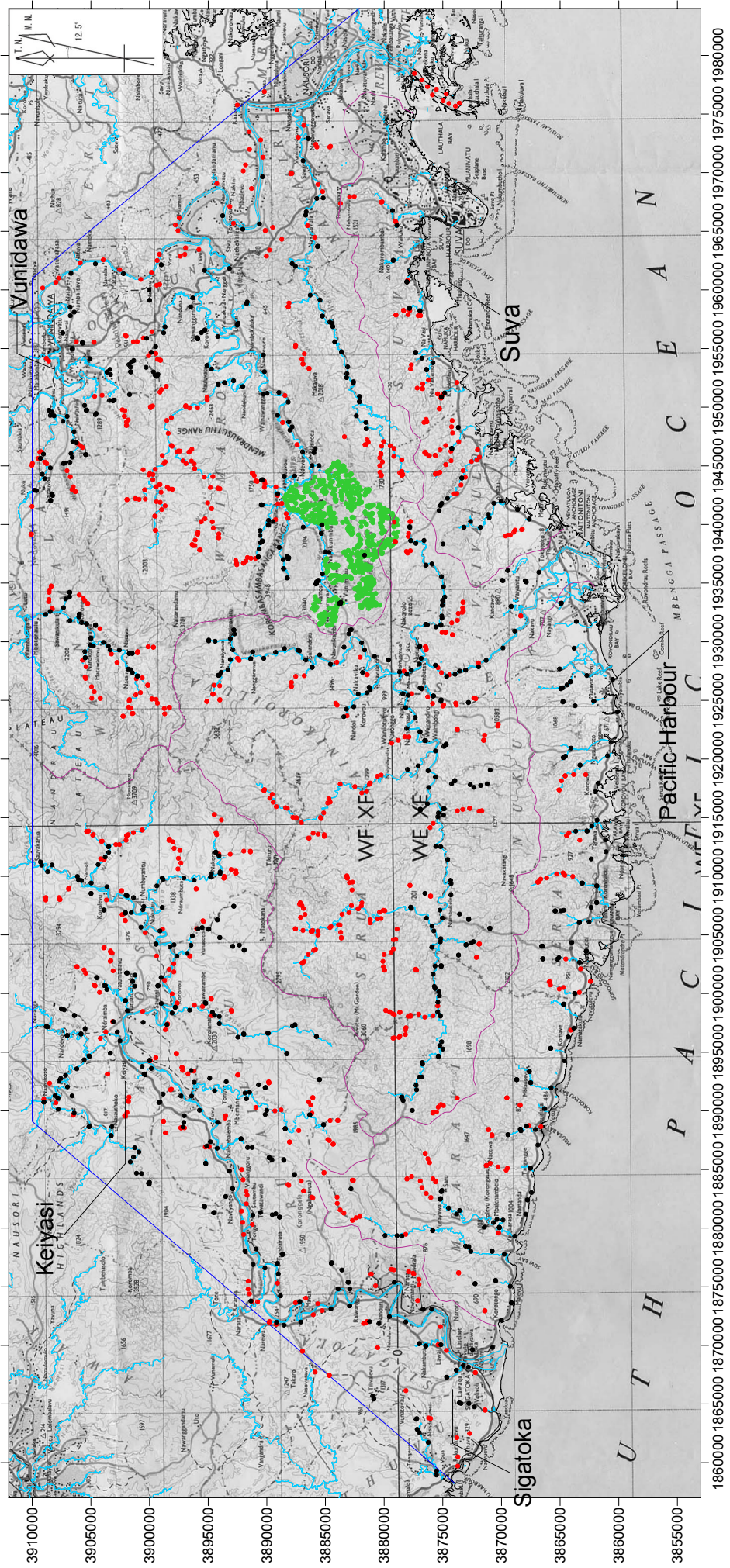


Figure II-1-1 Location map of stream sediment sampling. (1:500,000)

- 1st phase
- 2nd phase
- Exploration of Nittetsu Mining&MMAJ
- ~ Drainage boundary

Table II-1-1 Basic statistics of stream sediment samples

Elements	Unit	Detection limit	Under detection limit	Max value	Minimum value	Log Average (m)	Log Standard dev ( $\sigma$ )	m+ $\sigma$	m+2 $\sigma$	m+3 $\sigma$
Au	ppm	0.001	971	9.14	0.0005	0.00137	0.71474	0.0071	0.03682	0.1909
Hg	ppm	0.01	605	0.42	0.005	0.00945	0.26135	0.01725	0.03149	0.05748
Ag	ppm	0.5	1812	9	0.25	0.25503	0.07237	0.30127	0.3559	0.42043
Al	%	0.01	0	13.25	0.79	5.93369	0.123	7.87635	10.455	13.8779
As	ppm	5	1619	105	2.5	2.91861	0.20585	4.68846	7.53156	12.0987
Ba	ppm	10	5	570	5	86.2263	0.24807	152.653	270.253	478.449
Be	ppm	0.5	853	7.4	0.25	0.52273	0.34524	1.15749	2.56304	5.67537
Bi	ppm	2	1405	32	1	1.38493	0.27844	2.62946	4.99235	9.47858
Ca	%	0.01	0	21.7	0.09	1.67131	0.31267	3.43344	7.05346	14.4902
Cd	ppm	0.5	1106	14.8	0.25	0.53584	0.46224	1.55335	4.50305	13.054
Co	ppm	1	0	138	1	29.7423	0.25988	54.1067	98.4299	179.062
Cr	ppm	1	0	5010	9	166.289	0.41037	427.792	1100.53	2831.2
Cu	ppm	1	1	1100	0.5	36.5267	0.31243	74.9957	153.979	316.147
Fe	%	0.01	0	25	0.59	12.8373	0.20657	20.6557	33.2356	53.4772
K	%	0.01	0	2.43	0.04	0.42618	0.25857	0.77296	1.40192	2.54267
Mg	%	0.01	0	4.91	0.07	1.26224	0.24678	2.22803	3.93278	6.94191
Mn	ppm	5	0	10000	174	1902.79	0.17656	2857.27	4290.54	6442.78
Mo	ppm	1	1146	29	0.5	0.82997	0.34381	1.8318	4.04289	8.92289
Na	%	0.01	0	3.68	0.03	0.96731	0.28059	1.84568	3.52166	6.71952
Ni	ppm	1	27	161	0.5	19.3752	0.36637	45.042	104.71	243.422
P	ppm	10	212	2140	5	113.22	0.65917	516.531	2356.51	10750.8
Pb	ppm	2	416	174	1	4.35594	0.42679	11.6378	31.0928	83.071
S	%	0.01	664	7.15	0.005	0.01461	0.54031	0.05071	0.17595	0.61051
Sb	ppm	5	1368	25	2.5	3.4431	0.24946	6.11519	10.861	19.29
Sr	ppm	1	29	4770	0.5	98.9429	0.42798	265.073	710.146	1902.52
Ti	%	0.01	0	2.18	0.11	0.79203	0.14559	1.10747	1.54855	2.1653
V	ppm	1	0	2540	14	457.819	0.28423	880.902	1694.97	3261.33
W	ppm	10	1048	30	5	7.21059	0.20073	11.4473	18.1733	28.8513
Zn	ppm	2	0	1440	18	174.277	0.23444	299.008	513.008	880.169

Valid sample number : 1845

Value under detection limit is represented by half value of detection limit

Value over upper detection limit is represented by upper detection limit

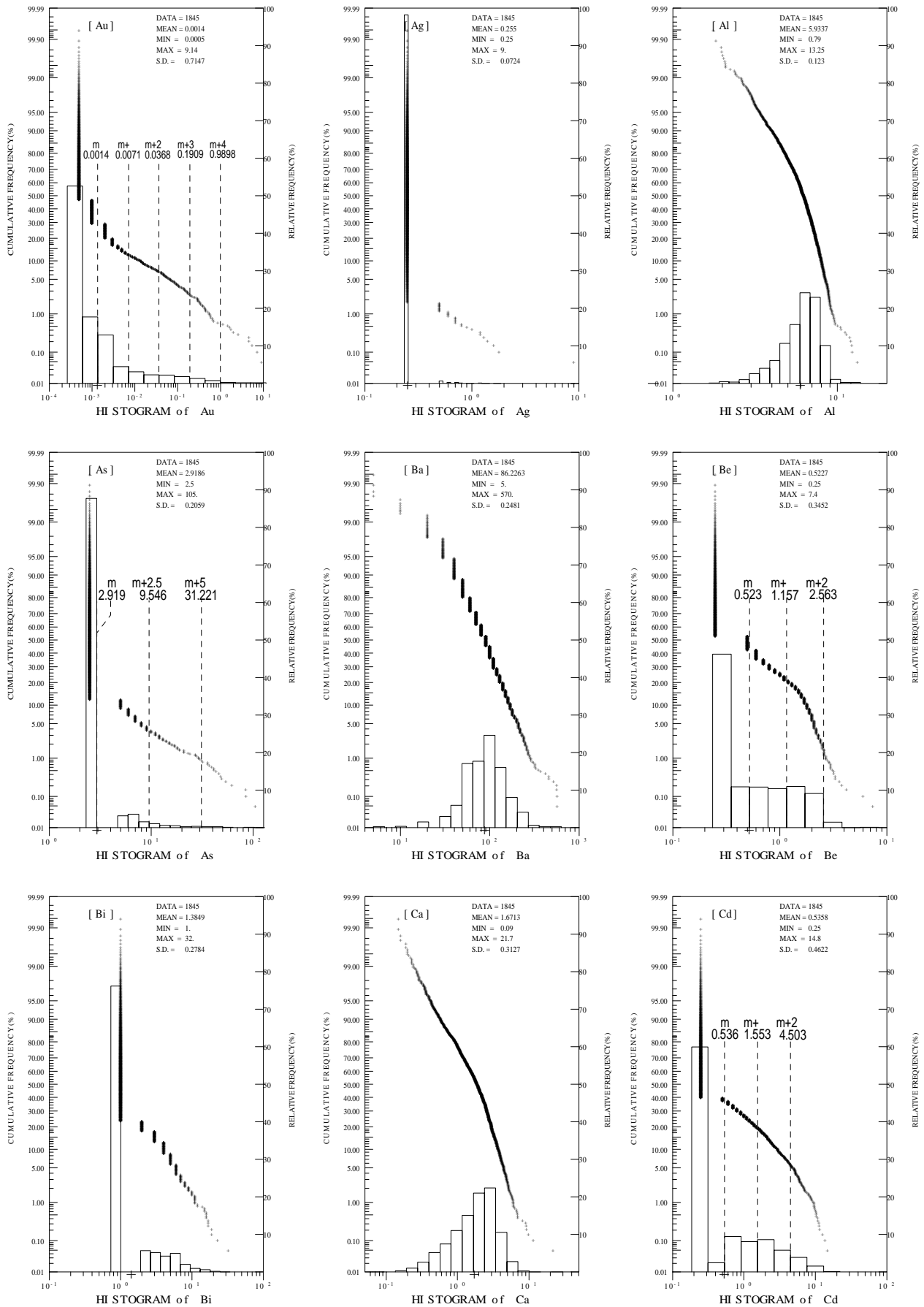


Fig.II-1-2-(1) Probability plot of stream sediment samples



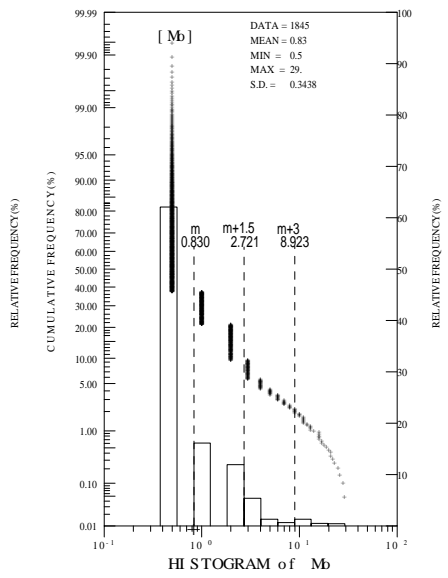
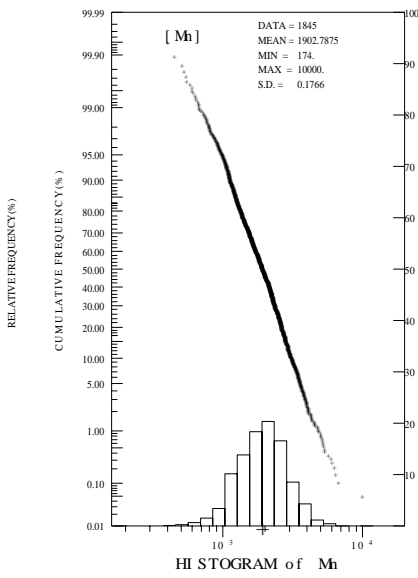
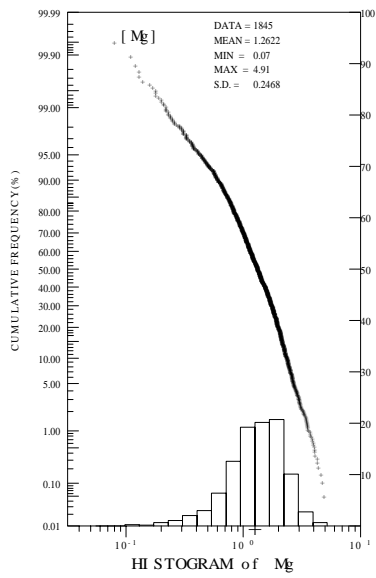
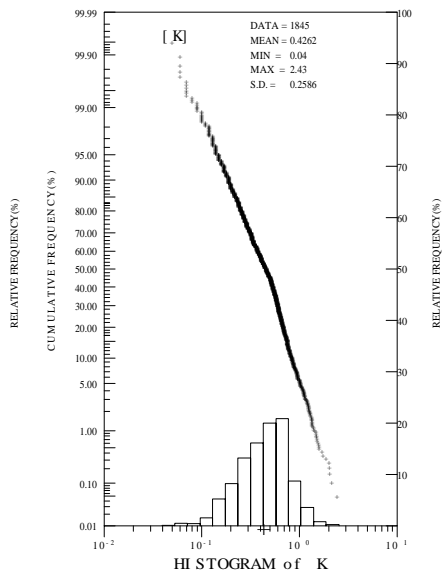
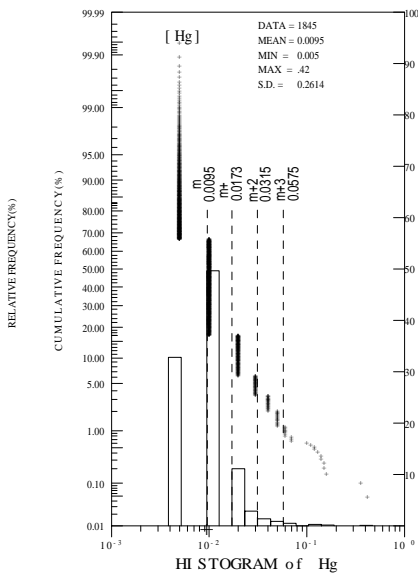
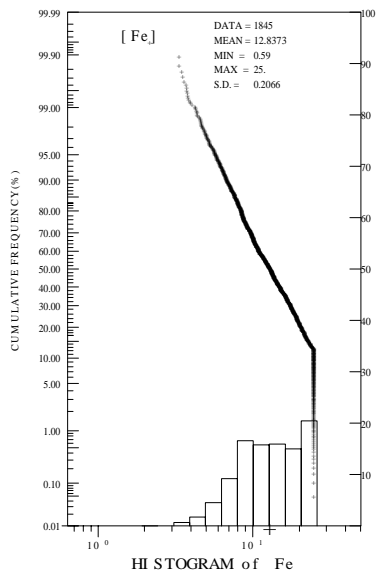
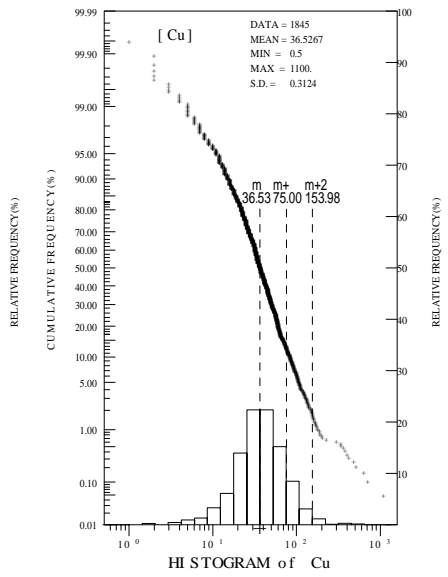
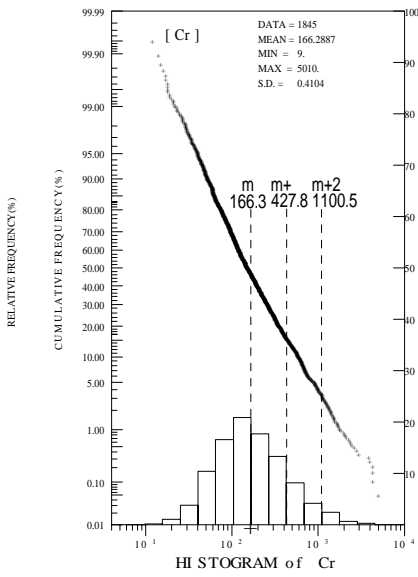
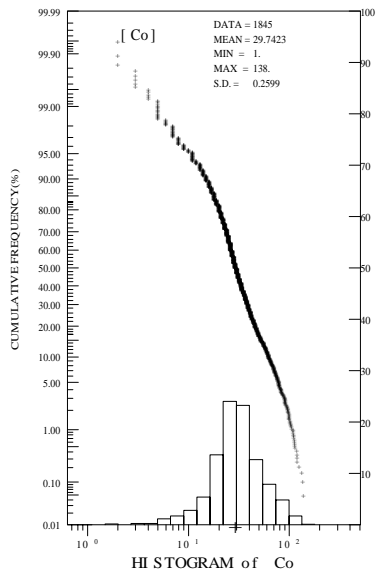


Fig.II-1-2-(2) Probability plot of stream sediment samples

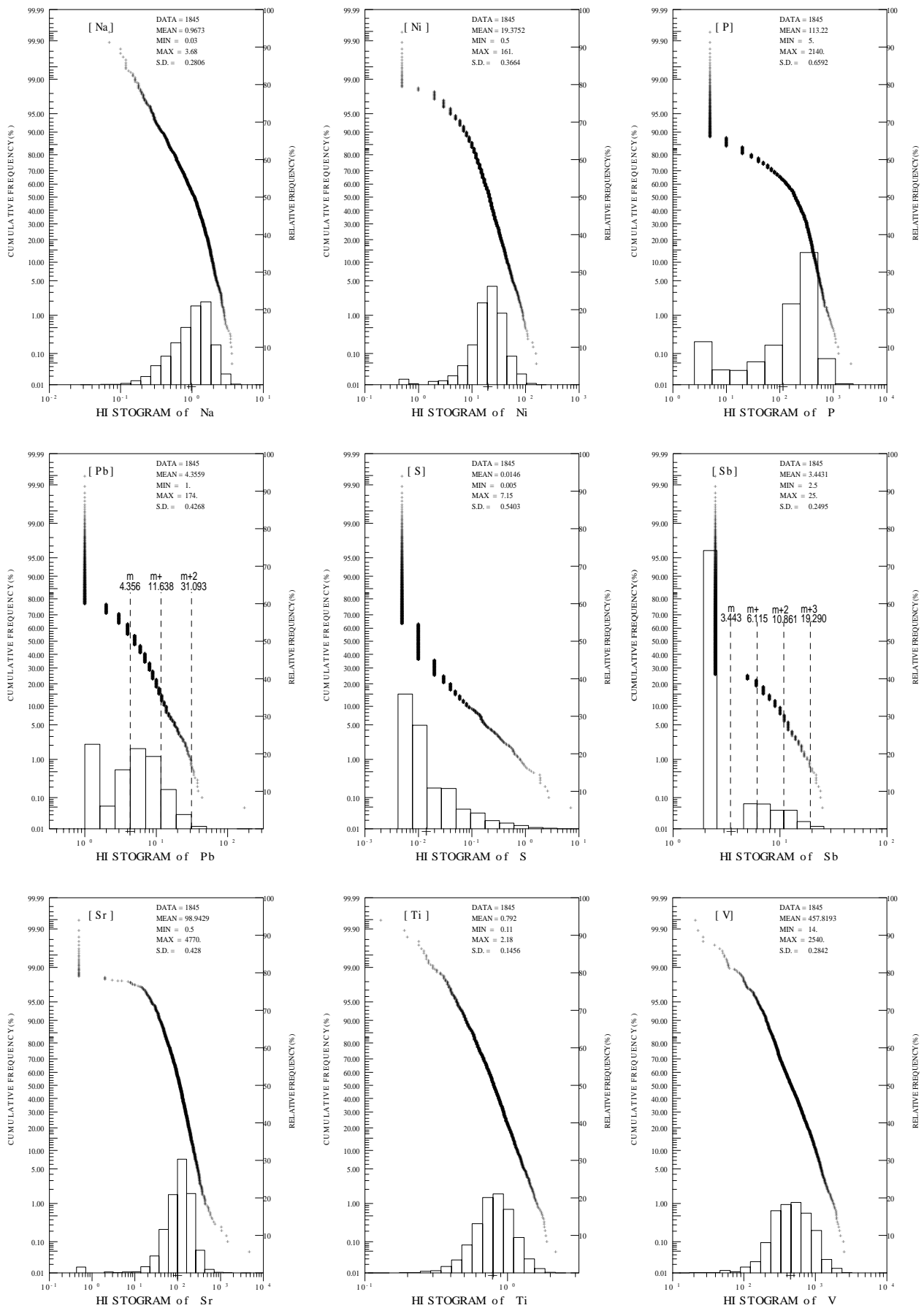


Fig.II-1-2-(3) Probability plot of stream sediment samples

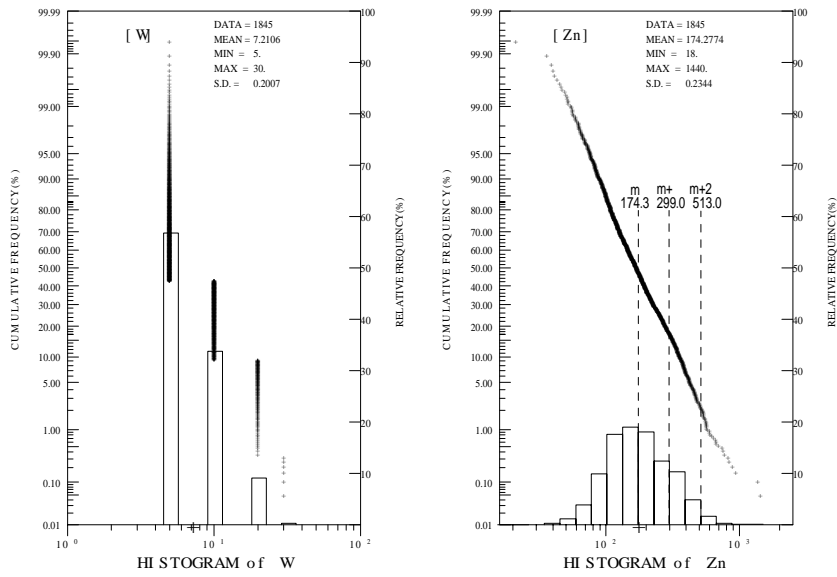


Fig.II-1-2-(4) Probability plot of stream sediment samples



Table II-1-2 Variance-covariance matrix of stream sediment samples

cov.mat	Au	Hg	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sr	Ti	V	W	Zn
Au	1.000	0.051	0.006	0.002	0.034	0.008	-0.008	0.003	-0.039	0.000	0.000	-0.009	0.053	0.011	0.011	-0.007	-0.012	0.016	-0.031	0.004	0.007	0.035	0.049	-0.004	0.004	0.025	0.025	-0.002	0.020
Hg	0.051	1.000	0.068	0.000	0.007	0.013	-0.007	-0.003	-0.032	-0.020	0.000	-0.004	0.026	-0.005	-0.001	-0.009	-0.005	-0.004	-0.001	0.007	0.010	0.007	0.029	-0.003	-0.014	-0.001	-0.008	-0.004	0.007
Ag	0.006	0.068	1.000	0.005	-0.001	0.001	-0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.000	0.001	0.002	-0.001	0.000	0.001	0.001	-0.002	0.000	-0.003	0.003	0.002	0.000	-0.003	0.000	0.002	0.000	0.002
Al	0.002	0.001	0.005	1.000	0.003	0.011	-0.004	0.006	-0.011	-0.001	-0.004	-0.005	0.006	-0.012	0.012	0.010	-0.011	-0.005	0.017	-0.007	0.008	0.049	-0.004	0.017	-0.001	0.022	-0.010	-0.004	-0.007
As	0.034	0.013	0.001	0.003	1.000	0.042	0.004	0.006	-0.011	-0.001	-0.002	-0.011	0.019	-0.003	0.009	-0.002	-0.006	0.018	0.031	0.001	0.000	0.026	0.018	0.031	0.001	0.000	-0.002	-0.003	0.006
Ba	0.009	0.007	-0.001	0.011	0.010	1.000	0.062	0.011	0.002	0.006	-0.023	-0.012	0.014	-0.015	0.049	0.005	-0.014	0.006	0.018	-0.004	0.013	0.028	0.001	0.046	0.003	-0.013	-0.010	-0.010	-0.010
Be	-0.008	-0.003	-0.001	0.007	-0.004	0.011	1.000	0.003	0.006	0.061	-0.001	-0.002	0.006	-0.008	0.013	0.008	-0.007	-0.019	0.013	0.003	0.062	-0.011	-0.005	0.009	0.010	-0.005	0.035	-0.007	-0.007
Bi	-0.039	-0.032	-0.001	0.008	-0.011	0.006	0.006	1.000	0.002	0.078	0.019	0.017	0.024	-0.011	0.000	0.053	0.003	0.008	0.063	0.031	-0.009	0.008	-0.012	0.006	0.004	0.002	0.015	0.003	0.013
Ca	0.000	-0.020	0.001	-0.011	-0.001	-0.023	0.061	0.011	1.000	0.019	0.214	0.038	-0.006	0.020	0.028	0.021	0.024	-0.016	0.028	0.012	0.001	-0.017	0.038	-0.033	0.014	0.041	0.066	0.026	0.026
Co	0.004	0.000	0.002	-0.004	-0.002	-0.012	-0.001	0.012	0.017	1.000	0.088	0.068	0.049	0.036	-0.022	0.039	0.018	-0.005	-0.028	0.060	-0.026	0.018	-0.025	0.005	0.003	0.008	0.053	0.015	0.037
Cr	-0.009	-0.004	0.000	-0.005	-0.011	-0.014	-0.002	0.002	0.024	-0.006	0.035	0.168	0.012	0.015	-0.009	0.027	0.009	0.016	-0.003	0.086	-0.041	0.007	-0.006	0.010	0.004	0.004	0.022	0.002	0.000
Cu	0.053	0.026	0.001	0.008	0.019	0.014	0.006	0.007	-0.011	0.020	0.049	0.012	0.088	0.018	0.008	0.030	-0.001	0.007	-0.037	0.053	0.038	0.031	0.032	0.003	0.008	0.007	0.037	0.007	0.037
Fe	0.011	-0.005	0.002	-0.012	-0.003	-0.015	-0.009	0.013	0.000	0.028	0.036	0.015	0.018	0.043	-0.019	0.009	0.027	0.007	-0.026	0.010	-0.055	0.015	-0.025	0.003	0.009	0.009	0.049	0.011	0.032
K	0.011	-0.001	0.012	0.009	0.049	0.013	-0.005	0.007	-0.021	-0.022	-0.009	0.000	-0.018	0.087	0.005	0.016	0.002	0.026	-0.012	0.063	0.031	0.006	0.031	-0.002	0.044	0.002	-0.018	-0.009	-0.018
Mg	-0.007	-0.009	0.000	0.010	-0.002	0.005	0.008	0.003	0.053	0.024	0.039	0.027	0.030	0.008	0.005	0.061	-0.001	-0.007	0.017	0.053	0.009	0.006	0.007	0.043	0.007	0.029	0.007	0.010	0.010
Mn	-0.012	-0.005	0.001	-0.011	-0.006	-0.014	-0.007	0.007	-0.003	0.015	0.018	0.009	-0.001	0.027	-0.016	-0.001	0.031	0.004	-0.016	-0.002	-0.054	0.009	-0.026	0.002	-0.024	0.021	0.007	0.002	0.024
Mo	0.016	0.000	0.001	-0.005	0.017	0.006	-0.019	0.005	-0.008	0.006	-0.005	-0.016	0.007	0.007	0.002	-0.007	0.004	0.118	-0.004	-0.013	0.016	0.028	0.027	0.013	0.016	0.002	0.009	-0.005	0.003
Na	-0.031	-0.023	-0.002	0.013	-0.007	0.018	0.013	-0.007	0.053	-0.016	-0.028	-0.003	-0.037	-0.026	0.026	0.017	-0.016	-0.004	0.079	-0.004	0.069	-0.011	0.017	0.002	0.054	0.001	-0.027	-0.007	-0.030
Ni	0.004	0.002	0.000	0.008	0.000	-0.004	0.003	0.001	0.031	0.028	0.060	0.066	0.053	0.010	-0.012	0.053	-0.002	-0.013	-0.007	0.134	0.012	0.020	-0.015	0.005	0.025	0.006	0.032	0.008	0.018
P	0.007	0.010	-0.003	0.049	0.026	0.077	0.062	-0.009	0.055	0.012	-0.026	-0.041	0.038	-0.055	0.083	0.051	-0.054	0.016	0.069	0.012	0.435	-0.002	0.163	0.019	0.114	0.026	-0.024	0.003	-0.047
Pb	0.035	0.007	0.003	-0.004	0.018	0.013	-0.011	0.008	-0.007	0.001	0.018	0.007	0.031	0.015	0.006	0.009	0.028	-0.011	0.020	-0.002	0.182	0.010	0.014	-0.016	0.001	0.019	-0.001	0.001	0.033
S	0.049	0.022	0.002	0.017	0.031	0.028	0.017	-0.012	-0.001	-0.017	-0.025	-0.024	0.032	-0.025	0.031	0.006	-0.026	0.027	0.017	-0.015	0.163	0.019	0.232	0.004	0.027	0.015	-0.011	-0.011	-0.008
Sb	-0.004	-0.003	0.000	-0.001	0.001	-0.005	0.006	0.006	0.039	0.003	-0.006	-0.006	0.003	0.003	-0.002	0.007	0.002	0.013	0.054	0.005	0.019	0.014	0.004	0.082	-0.006	0.006	0.008	0.017	0.006
Sr	-0.018	-0.014	-0.003	0.022	0.000	0.046	0.009	0.004	0.080	-0.033	0.003	0.010	0.009	-0.018	0.044	0.043	-0.024	-0.016	0.062	0.025	0.114	0.016	0.004	-0.006	0.010	-0.004	-0.024	-0.026	0.006
Ti	0.004	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.003	0.010	0.002	0.007	0.041	0.008	0.004	0.007	0.008	0.002	0.007	0.004	0.002	0.001	0.006	0.026	0.001	0.015	0.006	0.010	0.021	0.019	0.006	0.005
V	0.025	-0.008	0.002	-0.010	-0.002	-0.013	-0.005	0.015	0.017	0.041	0.053	0.022	0.037	0.049	-0.018	0.029	0.021	0.009	-0.027	0.032	-0.024	0.019	-0.011	0.008	-0.004	0.019	0.081	0.014	0.034
W	-0.002	-0.004	0.000	-0.004	-0.003	-0.010	0.035	0.003	0.002	0.066	0.015	0.002	0.007	0.011	-0.009	0.007	0.007	-0.005	-0.007	0.008	0.003	-0.001	-0.011	0.017	-0.024	0.006	0.014	0.040	0.008
Zn	0.020	0.007	0.002	-0.007	0.006	-0.010	-0.007	0.013	-0.013	0.026	0.037	0.000	0.037	0.000	0.037	0.018	0.010	0.024	0.003	-0.030	-0.018	-0.047	0.033	-0.008	-0.026	0.005	0.034	0.008	0.055

Table II-1-3 Correlation coefficient matrix of stream sediment samples

cor.mat	Au	Hg	Ag	Al	As	Ba	Be	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Sb	Sr	Ti	V	W	Zn
Au	1.000	0.160	0.013	0.023	0.231	0.053	-0.030	0.017	-0.176	0.000	0.024	-0.032	0.237	0.077	0.060	-0.037	-0.095	0.066	-0.156	0.014	0.015	0.115	0.127	-0.025	-0.060	0.043	0.124	-0.014	0.121
Hg	0.160	1.000	0.001	0.207	0.234	0.112	-0.035	-0.038	-0.389	-0.166	0.007	-0.038	0.322	-0.095	-0.014	-0.139	-0.117	-0.005	-0.312	0.025	0.056	0.063	0.159	-0.046	-0.124	-0.019	-0.102	-0.079	0.112
Ag	0.013	0.001	1.000	-0.134	0.086	-0.073	-0.041	0.028	-0.050	0.038	0.083	0.000	0.051	0.106	-0.068	-0.018	0.050	0.034	-0.101	-0.001	-0.059	0.093	0.065	-0.010	-0.106	-0.083	0.112	-0.009	0.101
Al	0.023	0.207	-0.134	1.000	0.134	0.361	0.155	-0.020	0.028	-0.189	-0.117	-0.096	0.213	-0.492	0.376	0.341	0.329	0.111	0.363	0.173	0.601	0.210	0.279	0.019	0.003	-0.028	-0.293	-0.167	-0.251
As	0.231	0.234	0.086	0.134	1.000	0.198	-0.060	0.109	-0.174	-0.013	-0.034	-0.135	0.302	-0.071	0.176	-0.032	-0.166	0.240	-0.124	-0.006	0.190	0.210	0.279	0.019	0.003	-0.028	-0.038	-0.077	0.106
Ba	0.053	0.112	-0.073	0.361	0.198	1.000	0.125	0.028	0.076	-0.199	-0.192	-0.139	0.183	-0.292	0.782	0.086	-0.311	0.070	0.264	-0.045	0.471	0.118	0.209	0.017	0.433	0.090	-0.186	-0.199	-0.179
Be	-0.030	-0.035	-0.041	0.155	-0.060	0.125	1.000	0.036	0.059	0.383	-0.007	-0.013	0.054	-0.121	0.141	0.093	-0.111	-0.162	0.138	0.021	0.272	-0.074	0.069	-0.053	0.058	0.199	-0.051	0.500	-0.088
Bi	0.017	-0.038	0.028	-0.102	0.109	0.028	0.036	1.000	0.025	0.084	0.161	0.016	0.054	0.068	0.218	0.074	0.043	0.399	0.054	-0.084	-0.051	0.069	-0.080	0.088	0.031	0.038	0.196	0.059	0.185
Ca	-0.176	-0.389	-0.050	0.208	-0.174	0.076	0.059	0.025	1.000	0.135	0.212	0.190	-0.108	-0.002	0.082	0.682	-0.048	-0.072	0.602	0.270	0.267	-0.049	-0.006	0.108	0.584	0.153	0.193	0.038	-0.182
Cd	0.000	-0.166	0.038	-0.189	-0.013	-0.199	0.383	0.084	0.135	1.000	-0.313	-0.032	0.142	0.289	-0.174	0.214	0.188	0.052	-0.211	0.165	0.039	0.005	-0.066	0.335	-0.169	0.205	0.312	0.710	0.236
Co	0.024	0.007	0.083	-0.117	-0.034	-0.192	-0.007	0.161	0.190	-0.392	1.000	0.330	0.606	0.665	-0.322	0.611	0.385	-0.056	-0.379	0.631	-0.151	0.158	-0.179	0.084	0.028	0.208	0.724	0.281	0.608
Cr	-0.032	-0.038	0.000	-0.096	-0.135	-0.139	-0.01																						