

ンガトカ川 0/2, 海岸河川 1/0 であった (Fig.3-1-3(2))。

(Mn):しきい値を 0.03mg/L とすると, それを超えた地点数はレワ川 2/2, ナブア川 0/1, シンガトカ川 4/3, 海岸河川 4/3 で, 乾季と雨季とでほぼ同じ地点であった (Fig.3-1-3(2))。

(P):乾季には最高でも 0.007mg/L であった。雨季のしきい値を 0.06mg/L とすると, それを超えた地点数はレワ川 7 地点, ナブア川 1 地点, シンガトカ川 2 地点であった。

(Zn):乾季には最高で 0.106mg/L であった。雨季のしきい値を 0.15mg/L とすると, それを超えた地点はレワ川で 4 地点, シンガトカ川 3 地点であった。ほとんどの地点で, 雨季において乾季よりも高濃度を示す (Fig.3-1-3(2))。

(5) 乾季と雨季の溶存成分の違い

電気伝導度, 主要溶存成分(蒸発成分物質, Na, Mg, HCO₃, Cl)は, 乾季に比べ雨季の方が低い値を示す。これは, 雨季の降水量が多い時期に河川水量の増加に伴って, これらの溶存主要成分が希釈されたと考えられる。一方, 流量, 濁度, 一部の微量成分(Cr, Zn, Al, As)は, 逆に, 乾季に比べ雨季の方が高い値を示す。雨季の微量成分の濃度増加は, これらの成分が河川水の増加による希釈効果を受けておらず他の要因によって規制されていることを意味する。なお, この増加は濁度(Turbidity Fig.3-1-3(1))の増加とは必ずしも一致していない。

Table 3-1-1 Comparison with chemical composition and the values of guidelines

Element	Limit of reporting	Range (Dry+Rainy)		Guidelines		
		MIN.	MAX.	ADWG	WHO	JAPAN* (health)
Na	1 mg/L	4	26	180		
SO ₄	1 mg/L	<1	40	250		
Cl	1 mg/L	<1	22	250		
B	0.1 mg/L	<0.1	0.2	4	0.3	1
Fe	0.01 mg/L	<0.01	3.37	0.3		
Se	0.01 mg/L	<0.01	0.03	0.01	0.01	
Ag	0.001 mg/L	<0.001	0.005	1		
Al	0.01 mg/L	<0.01	2.93	0.2		
As	0.001 mg/L	<0.001	0.006	0.007	0.01	0.01
Ba	0.001 mg/L	<0.001	0.02	0.7	0.7	
Cr	0.001 mg/L	<0.001	0.261	0.05	0.05	0.05
Cu	0.001 mg/L	<0.001	0.027	2	2	
Mn	0.001 mg/L	<0.001	0.098	0.1	0.5	
Mo	0.001 mg/L	<0.001	0.002	0.05	0.07	
Ni	0.001 mg/L	<0.001	0.027	0.02	0.02	
Pb	0.001 mg/L	<0.001	0.231	0.01	0.01	0.01
Sb	0.001 mg/L	<0.001	<0.001	0.003	0.005	
Zn	0.001 mg/L	<0.001	0.492	3		
Hg	0.0001 mg/L	<0.0001	<0.0001	0.001	0.001	0.0005
CN	0.001 mg/L	<0.001	0.006	0.08	0.07	nd
F	0.1 mg/L	<0.1	0.2	1.5	1.5	0.8
NH ₃ (N)	0.01 mg/L	<0.01	0.1	0.5		
NO ₂ (N)	0.01 mg/L	<0.01	0.01	3		10
NO ₃ (N)	0.01 mg/L	<0.01	0.26	100		10
Sulfide	0.1 mg/L	<0.1	<0.1	0.05		

(6) 水質基準との比較

Table 3-1-1 には、オーストラリアの飲料水の基準である ADWG(Australian Drinking Water Guidelines)、WHO(WHO guideline Value)及び日本の環境基準(人の健康保護)の規制値を示す。温泉水をのぞいて、ADWGに規定されている値と分析値を比較してみると、Fe・Se・Al・Cr・Ni・Pb について飲料水に対する規制値を超えている地点が見られた。

オーストラリアの飲料水のガイドライン値(ADWG)を超えたものについて Fig.3-1-4 にその位置と程度を示す。なお、本調査では Se の分析精度が低いため、検出限界値付近の値しか示さなかった Se は除いた。円柱グラフの高さは、分析値を ADWG のガイドライン値で除した値を示す。高濃度を示す箇所はレワ川全域及びナブア川中流に多く見られる。また、乾季より雨季のほうが、高濃度を示す地点が多い。

(7) 気象データ

気象観測装置をナモシ村小学校内に設置し連続観測すると共に、フィジー政府気象局(Department Meteorology)より過去の気象データを収集した。

設置した気象観測装置は、気温・降水量・相対湿度・日射量・風向風速のそれぞれについて 10 分間に 1 回観測データを自動的に記録する。2002 年 9 月 19 日から観測を開始し、2003 年 11 月までのデータを取りまとめた。2004 年 12 月以降の観測については、相手国機関にデータ取得を委ねた。なお、本調査地域内ではフィジー政府気象局が Keiyasi, Monasavu, Nacocolevu, Nausori, Suva 及び Tokotoko の 6 地点で観測しており、1999 年 1 月 1 日～2004 年 12 月 31 日迄に測定した 1 日毎の気温(9 時)・最高気温・最低気温・降水量・相対湿度・風向風速を取得した。降水量についての変化を Fig.3-1-5 に示す。

また、本調査地域内ではフィジー政府気象局が Keiyasi, Monasavu, Nacocolevu, Nausori, Suva 及び Tokotoko の 6 地点で観測しており、1999 年 1 月 1 日～2004 年 12 月 31 日迄に測定した 1 日毎の気温(9 時)・最高気温・最低気温・降水量・相対湿度・風向風速を取得した。降水量についての変化を Fig.3-1-5 に示す。

ナモシ地域では、10 月(乾季)のデータと、1 月(雨季)のデータを比較すると、10 月と 1 月それぞれ、最高温度は 33.6℃と 33.5℃、最低気温は 15.1℃と 20.2℃、平均気温は 22.9℃と 25.8℃であり、1 月の平均気温は 10 月に比べ 2.9℃高い。また、降水量については 10 月と 1 月それぞれ、月間降水量は 174.6mm と 479.2mm、日最高降水量は 52mm と 107.2mm で、乾季と雨季の降水量の差は明らかである。

政府の気象観測所 6 地点の降水量を比較すると、ヴィチレブ島中央部に位置するモナサブは 4 年間の平均で 5,237mm を記録し、6 地点の中で最も高い降水量を示した。また、調査地域の西部に位置するシンガトカ川沿いにあるケイヤシ、ナゾズレブは 2,640mm 1,940mm を記録し、他の地点に比べ低い降水量を示している。

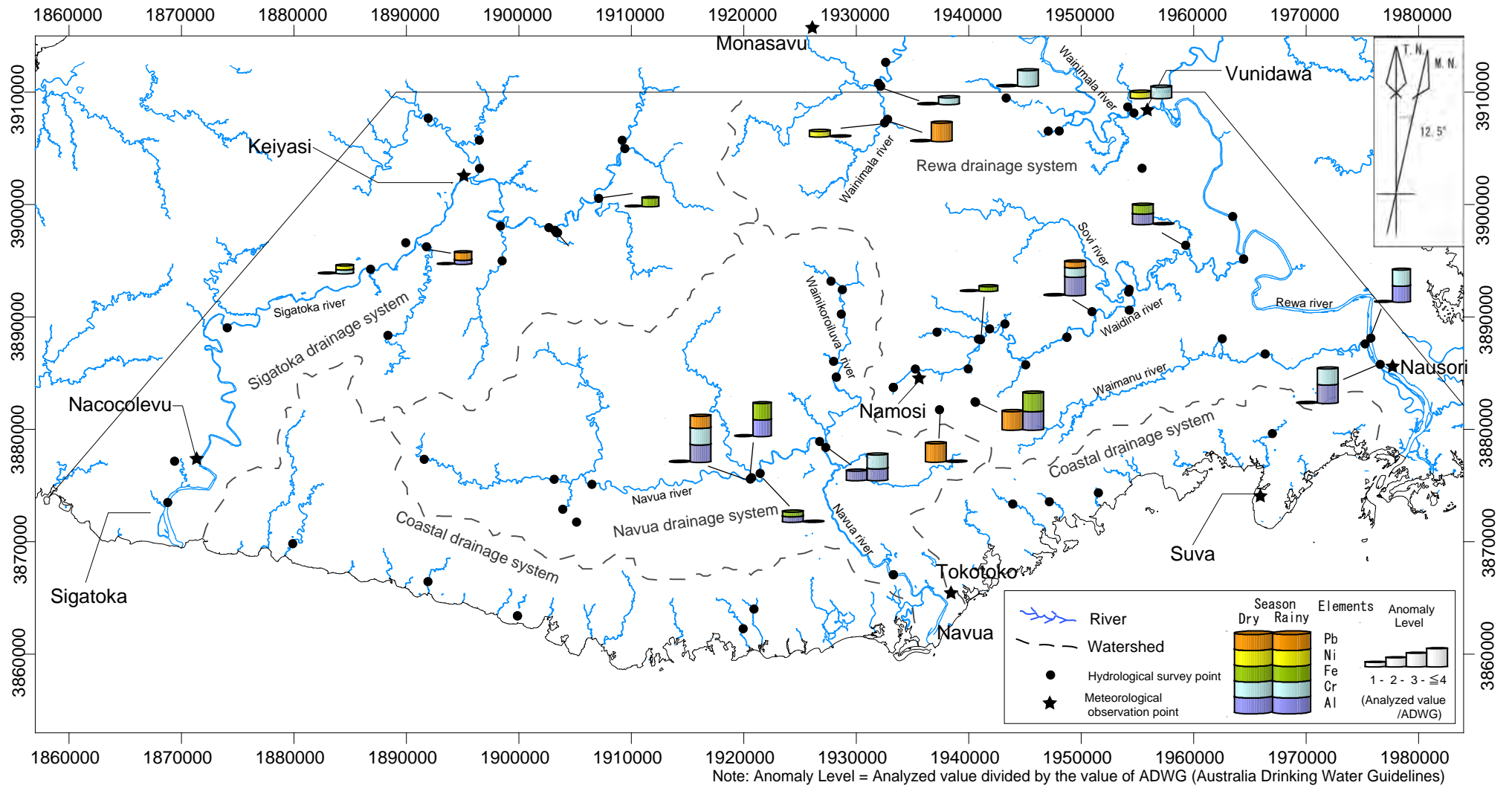


Fig.3-1-4. Quality of the surface water samples



Fig.3-1-5. Monthly precipitation in the Viti Levu South Area

3-2 河床堆積物調査

調査地域内に分布する河川や沢を中心に 1717 地点から 1845 試料の河床堆積物試料を採取し、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。

(1) 調査方法

野外において 80 メッシュ (篩目 180 μ m) の篩を用いて河床堆積物試料を約 100 g 採取し、そのまま分析所 (カナダの ALS Chemex) に送付した。化学分析を実施した試料は 1717 地点で採取した 1845 試料 (複製 128 試料を含む) 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-HNO₃-HClO₄ 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 AAS (原子吸光分析) 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 で分析した。

下表に分析元素およびその検出限界値を示す。

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)		
Bi	(2 - 10,000)	Mg	(0.01% - 15%)	Pb	(2 - 10,000)		

単位表示がないものは ppm

(2) 統計処理

分析値の解析には、各分析値の常用対数値を用いた。各元素のしきい値は、正規確率プロットによって決定した。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。

Ag, As, Bi については検出限界値未満の分析値が 75% 以上を占めた。W については、ほとんど検出限界値未満かその付近の値しか示さなかった。各元素間の共分散及び相関係数を Table 3-2-1 に示す。

(3) 濃度分布

元素分布に地域による偏りが見られたり、しきい値を越える値が特徴的に分布する 20 の元素について、地化学図 Fig.3-2-1(1)~(2)を作成した。

主要造岩元素である Al・Ca・K・Na・Mg・P は、主として各地質帯に分布する岩石の平均的な含有量を反映していると考えられる。このうち Ca・Na・Mg は地域の北西側で高い傾向がある。Ca・Mg はシンガトカ川の中流が特徴的に高く、これは流域に炭酸塩岩が分布することによる。ナモン周辺の大規模鉱徴地周辺でのやや高い K 濃度は、ポーフィリー鉱化作用に伴うカリウム変質を示している可能性がある。

Ba・Cr・V も地質帯を反映する元素と考えられ、このうち Cr は地域東側のベラタ層群の分布域で特徴的に高い。

Table 3-2-1. Covariance and correlation coefficient matrices of the stream sediment samples

Covariance

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	0.511	0.03	0.006	0.002	0.034	0.009	-0.008	0.003	-0.039	0	0.004	-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	-0.018	0.004	0.025	-0.002	0.02
Hg	0.030	0.068	0.000	0.007	0.013	0.007	-0.003	-0.003	-0.032	-0.020	0.000	-0.004	0.026	-0.005	-0.001	-0.009	-0.005	0.000	-0.023	0.002	0.010	0.007	0.022	-0.003	-0.014	-0.001	-0.008	-0.004	0.007
Ag	0.006	0.000	0.005	-0.001	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	0.007	-0.001	0.015	0.003	0.011	0.007	-0.004	0.008	-0.011	-0.004	-0.005	0.008	-0.012	0.012	0.010	-0.011	-0.005	0.013	0.008	0.049	-0.004	0.017	-0.001	0.022	0.000	-0.010	-0.004	-0.007
As	0.034	0.013	0.001	0.003	0.042	0.010	-0.004	0.006	-0.011	-0.001	-0.002	-0.011	0.019	-0.003	0.009	-0.002	-0.006	0.017	-0.007	0.000	0.026	0.018	0.031	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	0.005
Ba	0.009	0.007	-0.001	0.011	0.010	0.062	0.011	0.002	0.006	-0.023	-0.012	-0.014	0.014	-0.015	0.049	0.005	-0.014	0.006	0.018	-0.004	0.077	0.013	0.028	0.001	0.046	0.003	-0.013	-0.010	-0.010
Be	-0.008	-0.003	-0.001	0.007	-0.004	0.011	0.119	0.003	0.006	0.061	-0.001	-0.002	0.006	-0.009	0.013	0.008	-0.007	-0.019	0.013	0.003	0.062	-0.011	0.017	-0.005	0.009	0.010	-0.005	0.035	-0.007
Bi	0.003	-0.003	0.001	-0.004	0.006	0.002	0.003	0.078	0.002	0.011	0.012	0.002	0.007	0.013	-0.005	0.003	0.007	0.005	-0.007	0.001	-0.009	0.008	-0.012	0.006	0.004	0.002	0.015	0.003	0.013
Ca	-0.039	-0.032	-0.001	0.008	-0.011	0.006	0.006	0.002	0.098	0.019	0.017	0.024	-0.011	0.000	0.007	0.053	-0.003	-0.008	0.053	0.031	0.055	-0.007	-0.001	0.008	0.080	0.007	0.017	0.002	-0.013
Cd	0.000	-0.020	0.001	-0.011	-0.001	-0.023	0.061	0.011	0.019	0.214	0.038	-0.006	0.020	0.028	-0.021	0.024	0.015	0.008	-0.016	0.028	0.012	0.001	-0.017	0.039	-0.033	0.014	0.041	0.066	0.026
Co	0.004	0.000	0.002	-0.004	-0.002	-0.012	-0.001	0.012	0.017	0.038	0.068	0.035	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	-0.024	-0.006	0.010	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	0.098	0.018	0.000	0.030	-0.001	0.007	-0.037	0.053	0.038	0.031	0.032	0.003	0.009	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	-0.058	0.015	-0.025	0.003	-0.019	0.009	0.049	0.011	0.032
K	0.011	-0.001	-0.001	0.012	0.009	0.049	0.013	-0.005	0.007	-0.021	-0.022	-0.009	0.000	-0.019	0.067	0.005	-0.016	0.002	0.026	-0.012	0.083	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	0.009	0.005	0.061	-0.001	-0.007	0.017	0.053	0.051	0.009	0.006	0.007	0.043	0.007	0.029	0.007	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	0.004	0.021	0.007	0.024
Mo	0.016	0.000	0.001	-0.005	0.017	0.006	-0.019	0.005	-0.008	0.008	-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	-0.007	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	0.086	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	0.009	0.028	-0.011	0.020	-0.002	0.182	0.019	0.014	-0.016	0.001	0.019	-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	0.292	0.004	0.027	0.015	-0.011	-0.011	-0.008
Sb	-0.004	-0.003	0.000	-0.001	0.001	0.001	-0.005	0.006	0.008	0.039	0.005	-0.006	0.003	0.003	-0.002	0.007	0.002	0.013	0.002	0.005	0.019	0.014	0.004	0.062	-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	-0.019	0.044	0.043	-0.024	-0.016	0.054	0.025	0.114	-0.016	0.027	-0.006	0.183	0.010	-0.004	-0.024	-0.026
Ti	0.004	-0.001	0.000	0.000	-0.001	0.003	0.010	0.002	0.007	0.014	0.008	0.004	0.007	0.009	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	0.005	-0.010	-0.007	0.013	-0.013	0.026	0.037	0.000	0.037	0.032	-0.018	0.010	0.024	0.003	-0.030	0.018	-0.047	0.033	-0.008	0.006	-0.026	0.005	0.034	0.008	0.055

Correlation coefficient

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	0.160	0.113	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	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	0.113	0.001	1	-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	0.055	-0.010	-0.106	-0.033	0.112	-0.009	0.101
Al	0.023	0.207	-0.134	1	0.134	0.361	0.155	-0.102	0.208	-0.189	-0.117	-0.096	0.213	-0.492	0.376	0.341	-0.527	-0.111	0.363	0.173	0.601	-0.076	0.261	-0.029	0.416	0.020	-0.293	-0.167	-0.251
As	0.231	0.234	0.086	0.134	1	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	0.125	0.028	0.076	-0.199	-0.192	-0.139	0.183	-0.292	0.762	0.086	-0.311	0.070	0.264	-0.045	0.471	0.118	0.208	0.017	0.433	0.090	-0.186	-0.199	-0.173
Be	-0.030	-0.035	-0.041	0.155	-0.060	0.125	1	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	0.089	-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	0.025	0.084	0.161	0.016	0.086	0.218	-0.074	0.043	0.139	0.054	-0.084	0.010	-0.051	0.069	-0.080	0.088	0.031	0.038	0.196	0.059	0.195
Ca	-0.176	-0.389	-0.050	0.208	-0.174	0.076	0.059	0.025	1	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	0.594	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	0.313	-0.032	0.142	0.289	-0.174	0.214	0.188	0.052	-0.121	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																											