

仙台市周辺の地球化学図と環境評価

今井 登¹⁾・岡井貴司¹⁾・遠藤秀典²⁾・
田口雄作²⁾・石井武政²⁾・上岡 晃¹⁾

1. はじめに

地質調査所ではこれまで北関東地域において元素の分布図である地球化学図を作成し、地殻表層における元素分布の解明および自然界における元素のバックグラウンドを求めて人為汚染の評価を行ってきた(伊藤ほか, 1990, 1991; 上岡ほか, 1990, 1991)。このような元素の濃度分布図は元々は鉱床探査のために広く用いられてきた手法であるが、近年地球化学的な研究や環境影響評価のために用いられるようになり、北関東をはじめとする日本のいくつかの広域的な地域で作成されてきた(椎川ほか, 1984; 田中ほか, 1995)。また、イギリス、ドイツ、アイルランドなどの世界各国では全土にわたって地球化学図が作成されている(伊藤, 1991)。本研究では都市及びその周辺地域の生活環境を評価するため、臨海平野の代表的地域として仙台市周辺において元素の分布図である地球化学図を作成し、この地域の環境影響評価を行い地質学的要因や生活環境等の要因について考察を行った。

2. 地質概略

本地域は大きく丘陵・台地・低地の三つの地域からなり、これらの間を名取川・広瀬川・七北田川が南東流し仙台湾に注いでいる。第1図に地質概略図を、第2図に地形区分を示した(北村ほか, 1986)。本地域の北東部には基盤岩類である中部三畳系の頁岩を主とする利府層が塩釜丘陵に露出し、七北田川以北の富谷丘陵には砂質堆積物からなる志田層群が分布している。七北田川と広瀬川に挟まれた七北田丘陵に分布する仙台層群は凝灰

質-シルト質の陸成、海成層であり、広瀬川中流域周辺には後期中新世の火山活動による火山性崩壊堆積物(梨野層)、湖水成堆積物(白沢層)、塩基性火山岩類(三滝層)が分布する。また、南西部には中新世の陸成-海成の堆積岩・堆積物及び安山岩質-玄武岩質の火山岩類を主とする名取層群(榎木層-綱木層)が分布している。また、台地の表層部と低地には第四系堆積物及び降下火山灰層が分布している。

3. 試料

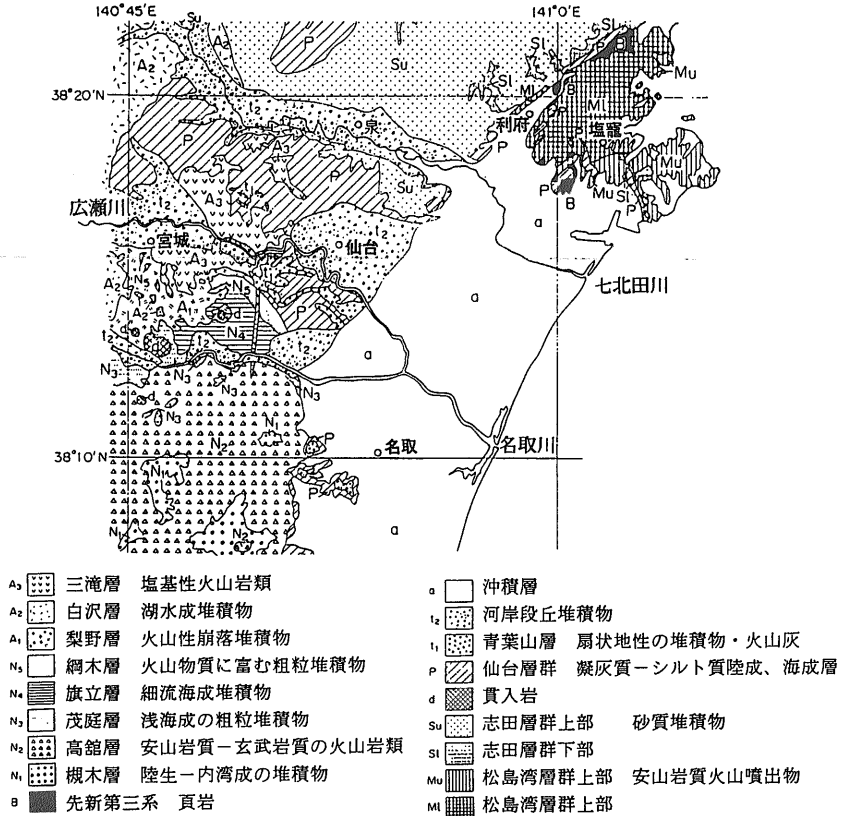
試料は各河川から河川堆積物を69試料採取した。河川堆積物試料は実験室へ持ち帰った後十分に風乾し、磁石により磁鉄鉱などの磁性鉱物を除いた後、80メッシュ(180 μ m)以下の粒度の試料をふるい分けてそのまま分析試料とした。河川堆積物の分析は硝酸-過塩素酸-フッ化水素酸の混酸で分解した後、原子吸光法、ICP発光分析法、ICP質量分析法により分析を行った(今井, 1987; Imai, 1990)。測定した元素は51元素(K, P, Mn, Fe, Mg, Ca, Na, Ti, Al, Li, Be, Sc, V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Sb, Cs, Ba, 希土類元素, Hf, Ta, Hg, Tl, Pb, Th, U)である。

4. 元素の分布とその特徴

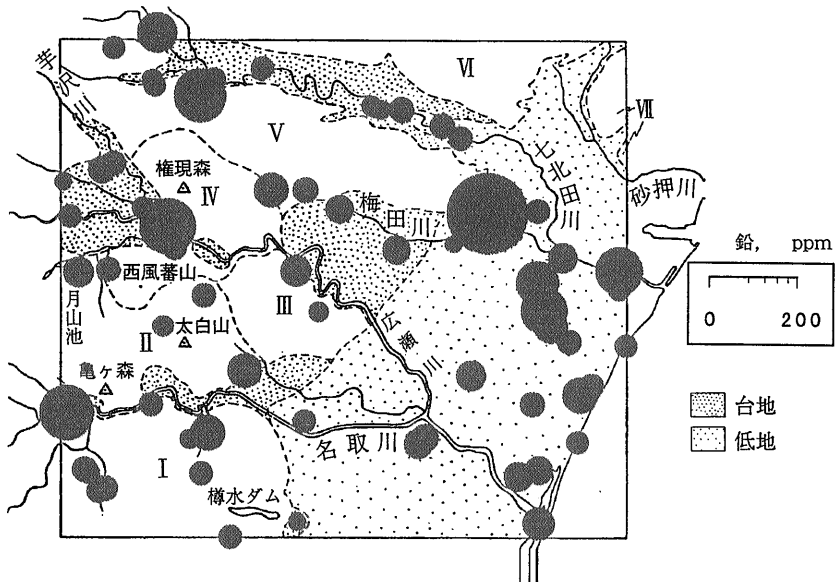
第2図に試料採取地点と鉛の元素濃度分布を示した。七北田川下流と低地の沖積平野で濃度が高い傾向がみられる。これらの沖積平野には水田と新興住宅地が広がっており、地質学的な要因とともに農業や生活排水などの人為的な汚染の影響が

1) 地質調査所 地殻化学部
2) 地質調査所 環境地質部

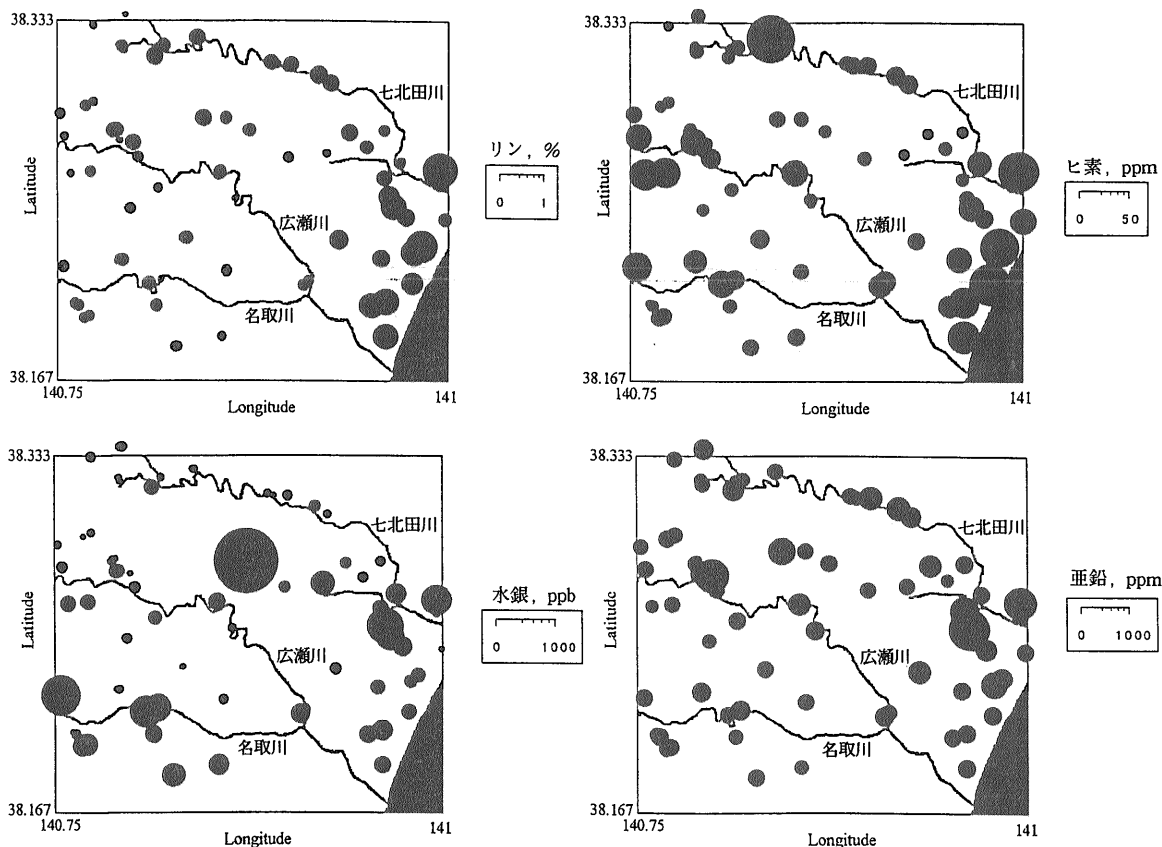
キーワード：地球化学図、仙台市、元素分布、人為汚染、生活環境、河川堆積物



第1図 仙台市周辺の地質概略図(北村ほか, 1986).



第2図 仙台市周辺の地形区分と鉛の分布図. I 高館丘陵, II 茂庭丘陵, III 青葉山丘陵, IV 西風蕃山-権現森丘陵, V 七北田丘陵, VI 富谷丘陵, VII 塩釜丘陵.



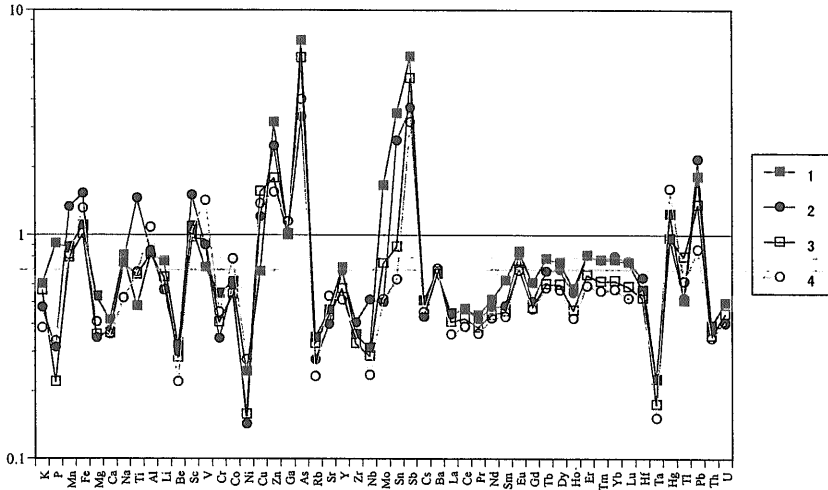
第3図 仙台市周辺地域の河川堆積物中のリン，ヒ素，水銀，亜鉛の濃度分布。

考えられる地域である。同様に第3図に河川堆積物中のリン，ヒ素，水銀，亜鉛の濃度分布を示した。リン，ヒ素，水銀，亜鉛はいずれも沖積平野の部分で高い濃度を示していることが分かる。この傾向はリンがもっとも顕著であり，ヒ素は沖積平野とともに周辺域でも比較的濃度が高く，水銀は仙台市街地北部と南部の高館丘陵でも濃度が高くなっている。

全体の傾向を見るためにこの地域を4つに分けて考える。すなわち，1) 河口域の沖積平野，2) 仙台市の中心市街地を含む広瀬川以北の台地と七北田丘陵および権現森丘陵，3) 広瀬川と名取川に挟まれた茂庭丘陵と青葉山丘陵に広がる新興住宅地，4) 名取川以南の高館丘陵である。第4図に分析した各元素について4つの地域ごとに平均濃度を示した。元素濃度はこの地域の特徴を知るために地殻の平均値(クラーク数: Clark and Washington, 1924; Taylor, 1964)で規格化してある。こ

のような規格化を行うことにより地殻の平均的な組成と比較することができ，この地域の地質学的及び地球化学的な特徴を知ることができる。この図の中で亜鉛，ヒ素，アンチモン，鉛などいくつかの元素で地殻の平均値より高い値が得られたが，カリウム，ナトリウム，バリウムなどのそれ以外の多くの元素は平均組成とほぼ等しいかまたは低い値となった。これはこの地域が主に陸成及び海成の堆積岩・堆積物と，南東部に分布する安山岩質から玄武岩質の火山岩類から成っていることによると考えられる。

また，地域別にはカリウム，マグネシウム，ランタン，ウランなどは4つの地域間でそれほど大きな濃度差はないが，リン，亜鉛，モリブデン，アンチモンなどの元素は沖積平野で濃度が高く，高館丘陵地域で低い傾向が顕著に見られた。また，逆にバナジウムやコバルトなどのように高館丘陵地域で濃度が高く沖積平野で濃度が低い元素も見られた。



第4図 各元素について地域ごとの平均濃度。1) 海岸側の沖積平野, 2) 仙台市の市街地を含む広瀬川以北の台地と七北田丘陵および権現森丘陵, 3) 広瀬川と名取川に挟まれた茂庭丘陵と青葉山丘陵に広がる新興住宅地, 4) 名取川以南の高館丘陵。

5. 元素の分布を支配する要因

元素の分布を支配する要因を探るため全データについて因子分析を行った。因子分析は多数の元素間の相関をより明らかにするための統計解析で、関係が強い元素はお互いに高い因子負荷量(相関)を示す。第6因子までを解析した結果を第1表に、また、例として第3因子の因子負荷量を第5図に示した。この図で亜鉛, モリブデン, スズなどの元素の因子負荷量が大いことが分かり、これらの元素分布の間に共通の要因が働いていることがわかる。この第3因子の元素は硫化鉱物等に由来する元素であるが、また一方で生活環境にも関係していると考えられる元素で、これを「生活環境, 硫化鉱物因子」とする。第5因子も同様に生活環境の因子とした。また、第1因子は重希土元素(LaからLuまでの希土類元素のうち質量数の大きな元素), Zr, Hfの因子負荷量が高くこれを花崗岩質碎屑物の因子とする。これらの元素はジルコン中で高い濃度を示す元素である。また反対に第6因子は軽希土元素(希土類元素のうち質量数の小さな元素), Th, Uの因子負荷量が高く、これも花崗岩質碎屑物の因子とする。これはモナズ石に濃集するとされる元素である。この二つの因子は花崗岩地帯では明瞭な分布を示すと考えられる。また、第4

第1表 元素の分布を支配する要因。

因子	主な元素, イオン
Factor 1	花崗岩質碎屑物 ジルコン, 重希土元素, Zr, Hf
Factor 2	磁鉄鉱 Fe, Mg, Ti, Sc, V, Co
Factor 3	生活環境, 硫化鉱物 P, Cr, Ni, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Hg, Pb
Factor 4	砂質碎屑物 Al, V, Ga
Factor 5	生活環境 Cu, Zn, Sn, Hg, Pb
Factor 6	花崗岩質碎屑物 モナズ石, 軽希土元素, Th, U

因子はAl, V, Ga等で因子負荷量が高く、砂質碎屑物の因子とした。

このようにして1から6番目までの因子を第1表のように分類した。分布を支配する因子としては、1) 花崗岩質碎屑物(ジルコン, 重希土元素, Zr, Hf), 2) 磁鉄鉱(Fe, Mg, Ti, Sc, V, Co), 3) 生活環境, 硫化鉱物(P, Cr, Ni, Zn, As, Mo, Sn, Sb, Hg, Pb), 4) 砂質碎屑物(Al, V, Ga), 5) 生活環境(Cu, Zn, Sn, Hg, Pb), 6) 花崗岩質碎屑物(モナズ石, 軽希土元素, Th, U), が考えられる。第6因子までで全体の約7割の累積寄与率が得られた。各因子の分布を調べてみるとそれぞれの因子がどのような地域でどのような元素の分布を支配しているのを見ることができる。その結果、第1, 第6因子の花崗岩質碎屑物による因子、および第4因子の砂質碎屑物による因子はどの地域でもほとんど同じ値を示し地域的な差は見られず、元素分布の差を示す要因となっていないことがわかる。一方、第3,

