

# 関東の地球化学図

今井 登<sup>1)</sup>・岡井貴司<sup>1)</sup>

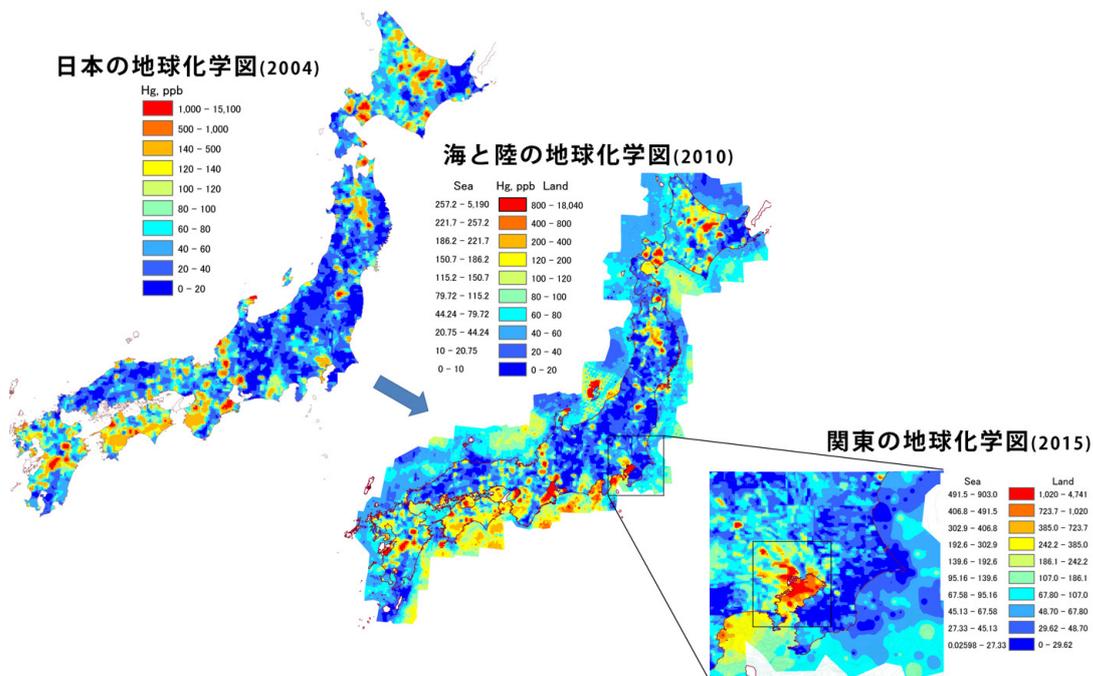
## 1. まえがき

このほど従来よりも大幅に精度が向上した「関東の地球化学図」が出版された(今井ほか, 2015)。第1図に示したように、これまでに日本全国の元素の分布を初めて明らかにした「日本の地球化学図」(今井ほか, 2004), 及び全国の沿岸海域の元素分布を明らかにした「海と陸の地球化学図」(今井ほか, 2010)を作成してきた。今回は、人口が集中し産業・経済の中心である東京, 横浜などの首都圏を含む関東地方について高解像度の地球化学図を作成した。例として第2図に水銀の分布を表す「日本の地球化学図」, 「海と陸の地球化学図」, 今回作成した「関東の地球化学図」を示した。この中の関東の地球化学図で水銀が東京南部と東京湾で連続して高濃度になっている様子がよく分かる。「関東の地球化学図」は、関東地方において試料数を2004年に作成した全国版よりも一桁多くして高解像度化し、これにより従来は精度が不足して分からなかった詳細な元素分布が明らかとなった。特に、全国版では採

取した試料がほとんどなかった東京・横浜などの大都市内部でも試料採取を積極的に行い都市内部の元素分布を明らかにしたことが大きな特徴である。



第1図 「日本の地球化学図」, 「海と陸の地球化学図」, 「関東の地球化学図」の表紙。



第2図 水銀の日本の地球化学図, 海と陸の全国地球化学図, 関東の地球化学図。

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

キーワード：地球化学図, 関東, 環境汚染, 元素, GIS





第4図 河川堆積物の採取地と試料の写真(稲取1から秦野12)。採取地と試料の写真の位置は左右で対応している。写真の横は2cm。

に磁石を用いて磁鉄鉱などの明らかな磁性鉱物を除き分析試料とした。海底堆積物試料は、表層部から採取した試料を自然乾燥した後、めのう粉砕器で0.149 mm(100メッシュ)以下に粉砕して分析試料とした。

元素の分析についてはICP発光・質量分析法を用いた。試料処理は、0.2 gの試料をテフロンビーカーにはかりとり、硝酸、過塩素酸、フッ化水素酸を加えて200℃以下で加熱して分解した。蒸発乾固後、硝酸を加えて溶解し、水を加えて100 mlに定容した(今井, 1987; Imai, 1990)。

主要成分元素についてはICP発光分析法で分析を行った。元素として $Al_2O_3$ ,  $CaO$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ ,  $Na_2O$ ,  $P_2O_5$ ,  $TiO_2$ ,  $Ba$ ,  $Sr$ ,  $V$ である。微量成分元素についてはICP質量分析法で分析を行った。元素としてはAs, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Dy, Er, Eu, Ga, Gd, Hf, Ho, La, Li, Lu, Mo, Nb, Nd, Ni, Pb, Pr, Rb, Sb, Sc, Sm, Sn, Ta, Tb, Th, Tl, Tm, U, Y, Yb, Zn, Zrである。水銀(Hg)は加熱気化法を用いた自動水銀分析計を用いて分析した。

#### 4. 関東地方の地球化学図

関東地方の河川堆積物中の元素濃度を元に、地理情報システムを用いて地球化学図を作成した。用いたソフトウエ

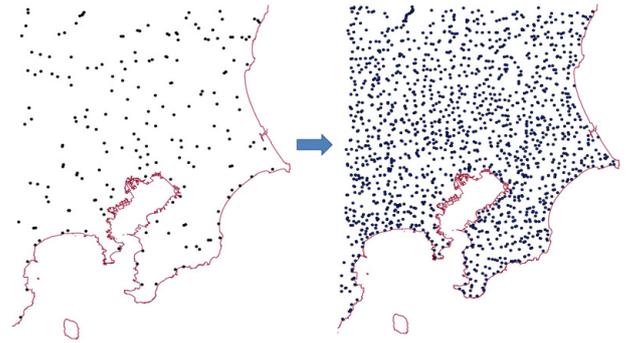


第5図 東京湾における柱状試料の採取。プラスチック製のインナーチューブ(内径6cm程度、長さ1m程度)をハンマーで海底に打ち込んで柱状試料を採取。

アは ESRI 社の ArcGIS<sup>®</sup>である。データの補間は最近接の 12 点を用いる Inverse distance weighted (IDW) 法で行った。これは最近接の 12 点を距離の 2 乗に反比例した重みを付けて平均化する方法で、分布が極端に偏っておりうまく表現できない場合は手動によって調整した(今井ほか, 2004)。

#### 4. 1. 従来の地球化学図と今回の地球化学図の比較

第 6 図に従来の全国版の関東地方と、今回の関東地方の地球化学図における試料採取点を比較した。今回の試料採取密度が格段に高いことがよく分かる。これをもとに 53 元素と自然放射線の地球化学図を作成した。今回新たに作成した関東の地球化学図の精度が従来の地球化学図と比較してどのくらい向上しているかを示すため、第 7 図に従来のヒ素の全国版の関東地球化学図と今回作成したヒ素の関東地球化学図を並べて示した。新たな関東の地球化学図では陸域とともに海域の地球化学図も示した。従来の地球化学図では北部の三つの高濃度域のみが目立っていて、それ以外の地域はほとんど青一色で変化がみられない。この赤い地域は足尾、日立、高取の旧鉱山に関連して高濃度になっていると考えられる。これに対して新たな関東の地球化学図では足尾、日立、高取の旧鉱山の地域以外にも南部や東部に黄色～赤い高濃度域が多数みられる。また、海域についても東京湾の湾奥部に赤い高濃度域があることが分かる。このように解像度が上がったことにより、従来は見落とされていた詳細なヒ素の分布が明らかになった。ヒ素に関しては、この図で示されたように旧鉱山による影響は現在でも顕著であると考えられる。

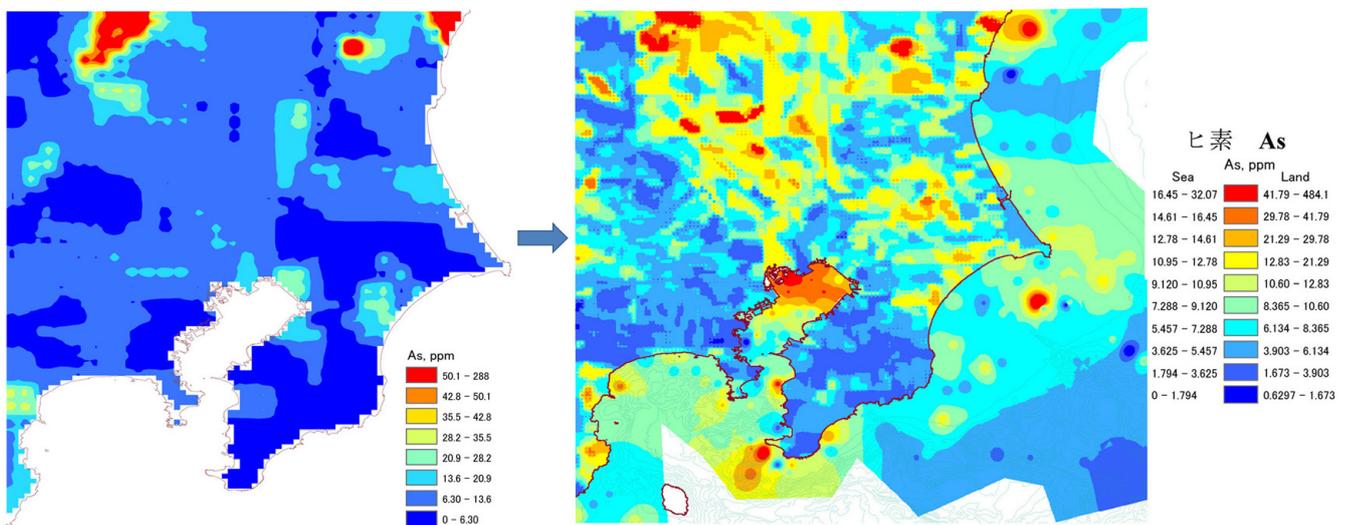


第 6 図 全国版の関東地方と、試料数を増やした今回の関東地方の地球化学図における試料採取点の比較。

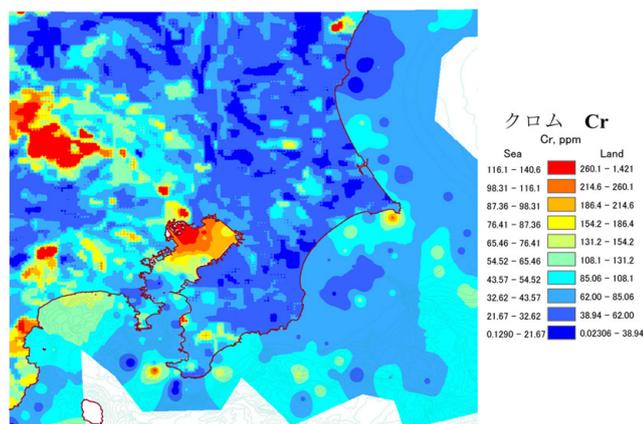
#### 4. 2. 上記以外の元素の関東の地球化学図

第 8 図にクロムの関東地球化学図を示したが、北西部の関東山地北部に大きな高濃度域がある。これはこの地域に分布するクロムを高濃度に含有する超苦鉄質岩を起源とする緑色片岩によるものと考えられ、地質図の緑色片岩の分布域とよく一致する(地質調査総合センター；地質図navi：<https://gbank.gsj.jp/geonavi/> 2016 年 8 月 16 日確認)。また、東京の荒川下流域の高濃度域が東京湾奥の高濃度域へと連続しているのが分かる。東京湾奥の高濃度の原因は、荒川下流の過去のクロム汚染と関連がある可能性が考えられる(久保田ほか, 1995)。

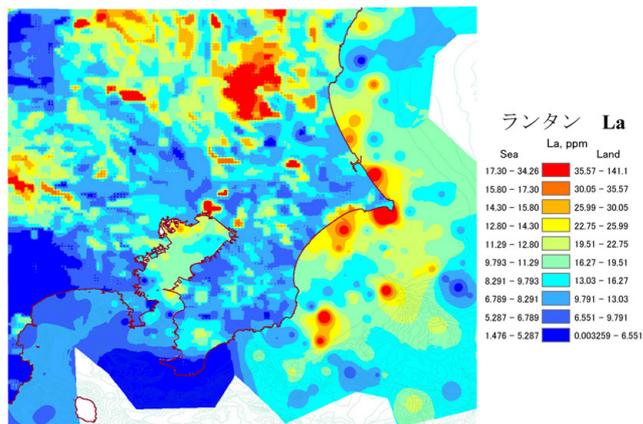
第 9 図に銅の地球化学図を示した。特に足尾、日立、高取の旧鉱山のあった地域で高濃度を示している。足尾では旧鉱山から渡良瀬川に沿って高濃度域が伸びているように見える。日立では旧鉱山から宮田川に沿って河口までの地域で顕著な高濃度を示している。銅、鉛、亜鉛等の重金属は旧鉱山周辺で高濃度になり、その影響が現在でも顕著



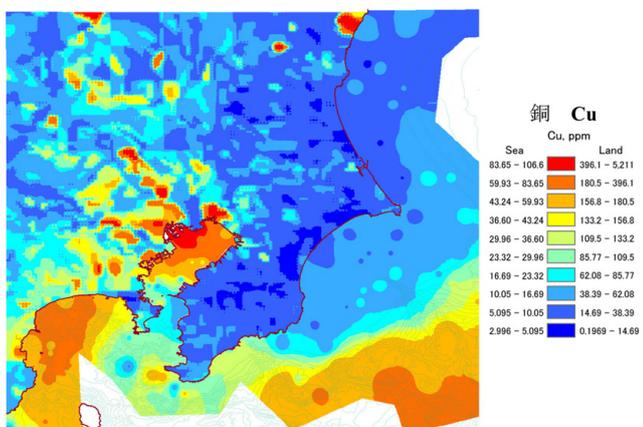
第 7 図 ヒ素の従来の全国版の関東地球化学図と今回作成した関東地球化学図。



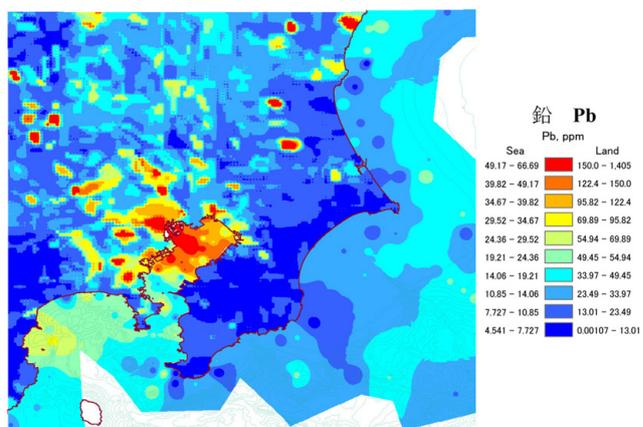
第 8 図 クロムの関東地球化学図.



第 10 図 ランタンの関東地球化学図.



第 9 図 銅の関東地球化学図.



第 11 図 鉛の関東地球化学図.

に見られることがある(神賀・田切, 2003). また, 東京の荒川・多摩川下流周辺で顕著な高濃度を示し, これが東京湾奥の高濃度域に連続しているのが分かる. 神奈川県南部と相模湾で銅の濃度が高いのは, 銅濃度の高い富士山の玄武岩質の岩石・火山灰の影響と考えられる.

第 10 図にランタンの地球化学図を示した. 特に茨城県中～北西部に顕著な高濃度域がみられる. これは筑波山から北部の地域に分布する花崗岩類によると考えられる. カリウムや他の希土類元素等も花崗岩類に高濃度に含有されるため, 類似した分布を示している.

第 11 図に鉛の地球化学図を示した. 鉛は銅と同様に足尾, 日立の旧鉱山のあった地域で高濃度を示すほか都市部で濃度が高く, 荒川, 多摩川下流で高濃度を示す. 特に荒川河口から東京湾へ高濃度域が連続しており, 荒川を通じた鉛の移動が示されている. 亜鉛の地球化学図も銅, 鉛とよく似た分布を示すが, 北東部の日立を除けば高濃度域の多くが都市部にあり, 特に荒川下流域の高濃度域が顕著で, ほかの重金属と同様に荒川から東京湾奥に高濃度の亜鉛が

流れ込んで堆積していることが示されている.

これまでに述べたように, 関東の地球化学図では主に荒川から高濃度の重金属が東京湾に流れ込んで湾奥に堆積している様子が明確になった. この地域は東京の人口が密集した地域であり, 工場による産業活動も活発である. このような生活環境や産業活動の影響によりこの地域から東京湾に重金属が移動して高濃度に堆積していることが示唆される.

#### 4. 3. 関東の自然放射線の地球化学図

関東地方では 2011 年 3 月の福島原子力発電所の事故による影響で放射線量が自然状態よりも高くなっている所がある. 現在の関東周辺の放射線量の分布は文部科学省 (<http://ramap.jaea.go.jp/map/> 2015年11月4日時点 2016年8月16日確認) や原子力規制庁 (<http://radioactivity.nsr.go.jp/map/ja/> 2016年8月16日確認) などが公表している. また, 事故前の自然状態の放射線量の全国分布は放射線医学総合研究所などが測定したデータ

がある(古川, 1993). しかしながら, 過去の自然放射線量の分布はかなり大雑把であり, 各地点の詳細な分布は事故後の現在ではもはや知ることは不可能である.ところが, 大地からの自然放射線に関しては, その場所の地中のカリウム, ウラン, トリウム濃度から計算によって求める方法がある. この方法では現在の高線量の主要な原因である放射性のセシウムは計算には含まれないため, 各地点での事故前の自然状態の放射線量を推定することが可能である.

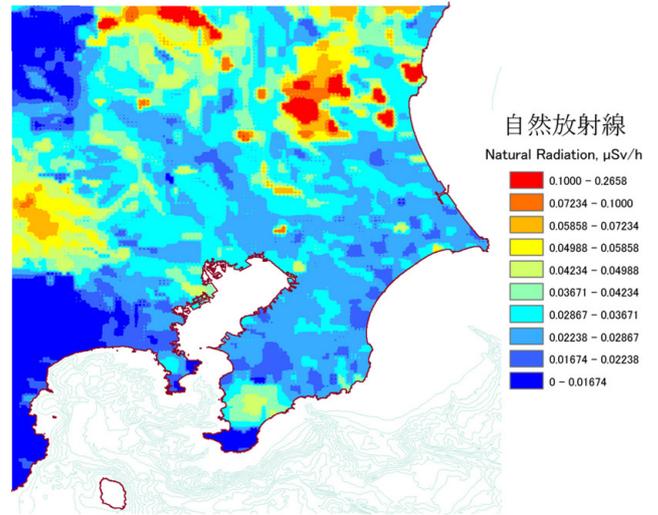
このことに基づいて, 本研究では関東地方の大地からの自然放射線の詳細な分布を求めた. 本研究の試料は 1/20 万東京と 1/20 万千葉の一部地域を除き事故後(2011 年 12 月以降)に採取したものであるが, 計算にはカリウム, ウラン, トリウム濃度のみを用いるので自然状態の線量が求まると考えられる. 地上 1 m の高さでの線量率  $D$  (nGy/h) の計算は下記の式を用いた(湊, 2006).

$$D = 13.0 C_k + 5.4 C_u + 2.7 C_{Th}$$

ここで  $C_k$  (%),  $C_u$  (ppm),  $C_{Th}$  (ppm) はそれぞれカリウム, ウラン, トリウム濃度である.  $D$  の単位はナノグレイ (nGy) でこれをマイクログレイ ( $\mu$ Gy) に換算する. グレイは吸収線量と呼ばれ, 単位質量あたりに放射線から受けるエネルギー量を表す. 一般によく用いられるシーベルト (Sv) は放射線が人間に当たったときにどのような健康影響があるのかを評価するための値である. 放射線が全身に均等に吸収されたとき 1 グレイ = 1 シーベルトと換算でき  $\mu$ Gy/h を  $\mu$ Sv/h と置き換えて表すことができる.

第 12 図に上記の式で計算した関東の自然放射線の地球化学図を示した. 高線量の地域はカリウム, ウラン, トリウムの三つの元素の分布と一致し, 茨城県中～北西部, 栃木県北部で高かった. ほとんどの地域で自然放射線は 0.05  $\mu$ Sv/h 以下であり, 茨城県北西部, 栃木県北部の一部地域で 0.1  $\mu$ Sv/h を少し超えている程度である. 自然放射線量が異なる要因は, 主にその地域に分布する岩石や土壌の種類によっており, カリウム, ウラン, トリウムを高濃度に含有する花崗岩類が分布する地域と自然放射線量が高い地域がよく一致している.

また, 前述した文部科学省の 2015 年 11 月のデータと比較すると事故前後の放射線量の変化が推定できる. 文部科学省のデータでは, 関東地方では筑波山～霞ヶ浦～東京にかけてやや線量の高い地域が認められるが, 自然状態のデータでは筑波山北部を除きこの地域は線量が低いことが分かる. 従って, この地域のやや線量の高い放射線量は事故後に付加したものであることが示唆される.



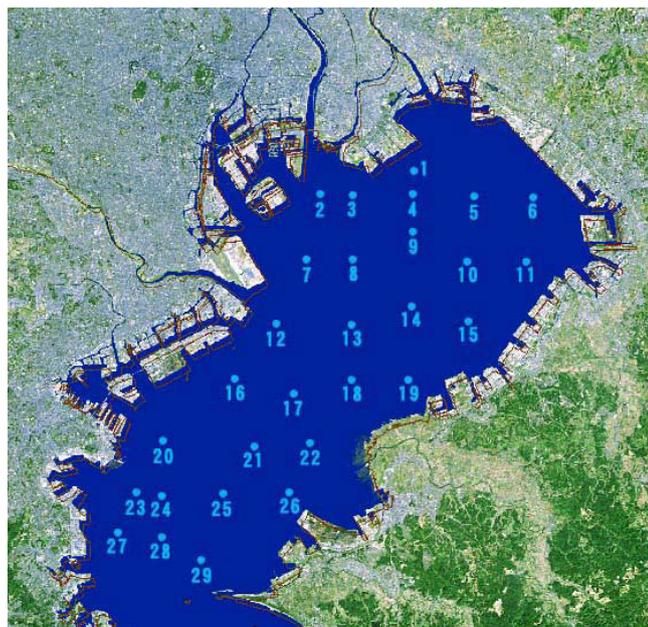
第 12 図 自然放射線の関東地球化学図.

## 5. 東京湾堆積物

東京湾では, 横浜～木更津の北側では細粒の泥質堆積物が卓越し, これよりも南側では粗粒で貝殻片に富む砂質堆積物が多い. 東京湾内における堆積物の堆積速度は, 湾奥部の荒川河口から多摩川河口にかけての海域が最も速く, その東方及び南方に向かって遅くなり, 木更津沖から湾口部では無堆積域とされている. 河川を通じた海域への重金属等の移動と分布は, 河口付近での淡水と海水の混合によるイオン強度や pH, 酸化還元電位の急激な変化による溶存イオンの沈殿とその後の移動に大きな影響を受ける(松本, 1983; 赤木・原口 1984). また, 洪水等による河川を通じた土砂堆積物の直接的な移動の影響も大きい. 本研究では東京湾の湾奥部から外に向かって第 13 図に示す位置で 29 本の柱状試料を採取した. 採取した柱状試料 No.1 から No.29 を第 14 図に示した. この図からも分かるように, 湾奥部の No.1 から No.22 の柱状試料までは泥質であるが, 湾口部の No.23 からは砂質堆積物になっている.

### 5.1. 地点別濃度変化

各柱状試料別の成分濃度の平均値について, 東京湾岸地域から東京湾への元素の流れをより明確にするために, 荒川河口周辺と東京湾奥を更に拡大した図を作成した. 第 15 図に湾奥部を拡大したクロムの地球化学図を示す. この図から, 荒川と江戸川に挟まれた地域で特にクロム濃度が高く, そのまま東京湾の高濃度域と連続していることが分かる. この地域は過去に鉱滓埋め立てによるクロム汚染のあった地域であり, その影響の一部が現れているのかも



第13図 東京湾における柱状試料の採取位置。

しれない(久保田ほか, 1995)。

これ以外の主成分濃度は泥質堆積物が分布する湾央～湾奥(地点1～22)では、カルシウムをのぞいて濃度差が小さい。カルシウム濃度の変化は含有される貝殻片の多少が主原因であり、湾央～湾奥部よりも湾口部(地点23～29)で高い傾向がある。他の主成分は、カルシウム濃度の増加に伴って減少している。

微量成分については、ストロンチウムはカルシウムに富む堆積物で濃度が高く、その他はカルシウムの増加に伴って減少している。ビスマス、カドミウム、クロム、銅、モリブデン、ニッケル、鉛、アンチモン、スズ、タリウム、

亜鉛等については湾央～湾奥部で高濃度である。

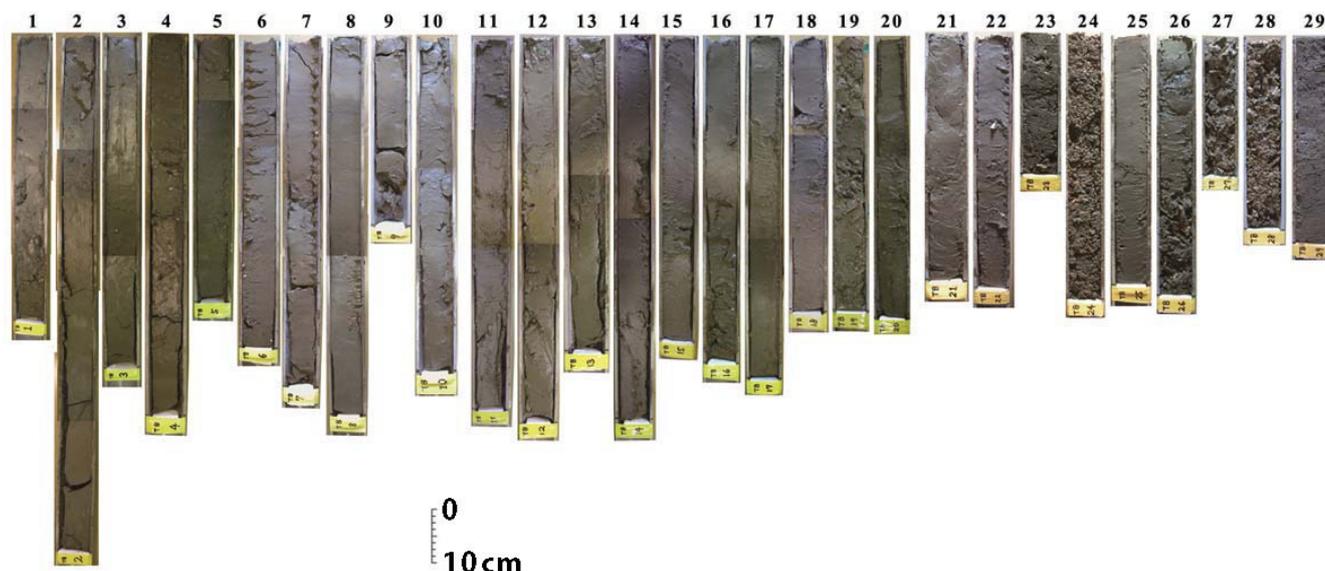
## 5.2. 鉛直濃度変化

第16図に東京湾の地点4のコア試料における亜鉛と鉛の鉛直方向の濃度変化を示した。図に示すように亜鉛と鉛について下層部では低く表層に向かって高濃度になり、深度約13cmの層準で最大値を示し、その上位では低下した。この原因は人為的に供給された亜鉛や鉛等の濃度が環境汚染の深刻だった1970年頃に最大となり、その後は減少傾向にあることに起因するとされている(松本, 1983; 松本ほか, 1983)。地点4と同様な変化は地点3, 5, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 18等でも認められ、これら地点は東京湾において堆積速度が相対的に速い海域である。一方、湾口部の地点24では砂質試料であり鉛直方向の元素濃度変化はほとんどない。その他の銅, ビスマス, カドミウム, アンチモン等も同様な傾向を示す。

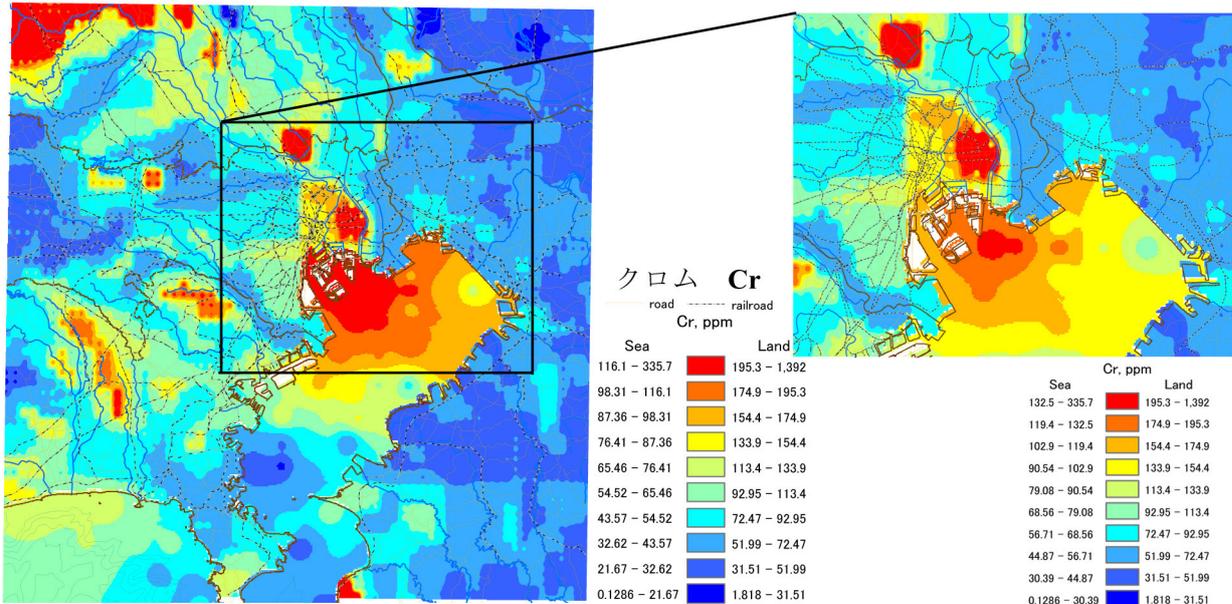
## 6. 全国の元素濃度データ

採取した関東地方の河川堆積物1,457個の元素濃度データの中央値, 最大値, 最小値, 標準偏差を第2表に示した。銅や鉛などの元素は鉱床周辺等では極端な高濃度となるため、平均値と標準偏差の算出に当たってはこのような異常値(はずれ値)はスミルノフ・グラブスの検定により除外して計算し、中央値, 最大値, 最小値は棄却前の全体から求めた。元素濃度の変動係数はほぼ20～60%程度である。

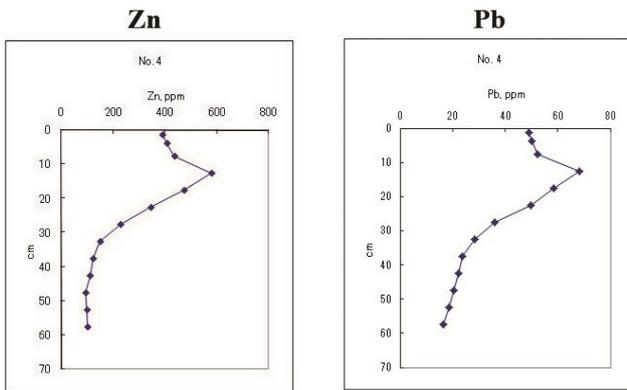
関東地方の元素濃度の特徴を示すため日本全国の中央値を比較した。関東地方の元素濃度が明らかに高濃度である



第14図 採取した柱状試料 No.1 から No.29.



第 15 図 東京湾奥部を拡大したクロムの地球化学図。



第 16 図 東京湾地点 4 の柱状試料における亜鉛と鉛の鉛直方向の濃度変化。

元素はカルシウム、鉄、マグネシウム、コバルト、スカンジウム、バナジウム、亜鉛で、日本全国の方が高濃度である元素は、アルミニウム、カリウム、ナトリウム、バリウム、ベリリウム、セシウム、ランタン、ニオブ、ルビジウムであった。関東地方は中央に広い関東平野があり厚い沖積層が分布するため、全体としてはこの特徴が元素組成に表れていると考えられる。

## 7. データの公開

これまでに蓄積された陸と海の地球化学図の全データはホームページ上で公開している。URL は <https://gbank.gsj.jp/geochemmap/> (2016 年 8 月 16 日確認) である (第 17 図)。ここでは全国の陸域の地球化学図と沿岸海域の地

球化学図が参照できるほか、地域ごとに拡大した地球化学図、全国 3,024 個の河川堆積物および全 4,905 個の海底堆積物のそれぞれの採取地の写真や元素濃度などの詳細情報がネットワーク上で簡単に参照できる。

今回、新たに図に示したような関東地方の地球化学図を追加した。関東地方のページからは、関東の地球化学図、地域別 (東京湾岸地域、関東南東部、関東北東部、関東北西部) の地球化学図、東京湾の拡大した地球化学図と柱状試料のデータ、そして今回採取した 1,457 試料の個別の採取地や試料の写真、濃度等のすべてのデータが参照できる。

また、これまで地球化学図の拡大縮小は ZOOMA と呼ばれる拡大縮小システムを用いていたが、今回、第 18 図に示したように背景の地図と重ねて表示するために新たに Google maps を用いることにした。全国図を拡大してゆくと図に示したようにある時点から関東地方の地球化学図が高解像度に切り替わって表示される。そのまま拡大すると拡大図になって背景地図の地名や河川等が表示され、元素濃度分布と地図との関係性がより明確となった。

今後は、関東地方で行ったような高解像度の地球化学図を全国的に作成してゆくために、名古屋・大阪・福岡などの他の大都市周辺で解像度の高い地球化学図を作成してゆきたいと考えている。

## 8. まとめ

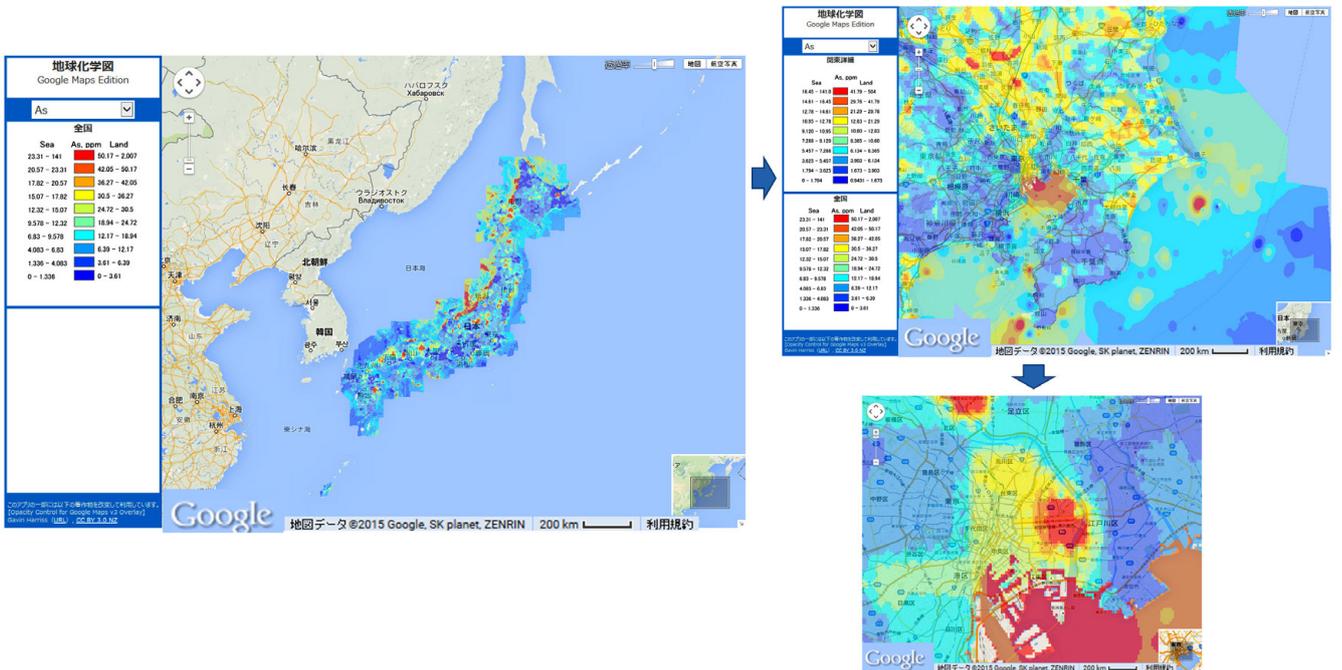
東京・横浜・千葉などの大都市圏を含む関東地方において、従来の全国版よりも試料数を約 10 倍にした高解像度

第2表 関東の河川堆積物の元素濃度及び自然放射線データの平均値, 中央値, 日本中央値, 最大値, 最小値, 標準偏差. 濃度の単位は Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> から TiO<sub>2</sub> までは %, As ~ Zr までは ppm, Hg は ppb (ppm=mg/kg, ppb=μg/kg), 自然放射線の単位は μSv/h.

元素	平均値	中央値	日本中央値	最大値	最小値	標準偏差
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9.088	8.652	10.87	23.00	4.085	2.255
CaO	2.979	2.738	2.334	30.80	0	1.583
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8.376	7.78	5.744	39.00	2.478	3.277
K <sub>2</sub> O	1.206	1.153	1.738	3.086	0.221	0.482
MgO	3.679	3.412	2.555	9.756	0.552	1.537
MnO	0.163	0.153	0.120	1.853	0.042	0.071
Na <sub>2</sub> O	1.65	1.666	2.159	4.294	0.168	0.459
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.191	0.149	0.121	1.790	0.022	0.136
TiO <sub>2</sub>	0.953	0.84	0.716	6.990	0.21	0.424
As	8.285	6.801	8.000	509.5	0.6	5.459
Ba	322.9	308.5	412.5	1743	67.64	117.2
Be	0.963	0.924	1.319	9.814	0.135	0.392
Bi	0.226	0.198	0.226	37.79	0.035	0.15
Cd	0.178	0.144	0.130	11.02	0.037	0.114
Ce	26.65	24.40	30.18	398.1	5.87	12.09
Co	23.08	21.34	14.20	115.9	5.348	9.321
Cr	71.33	64.25	53.08	3025	10.76	33.84
Cs	2.332	1.983	3.591	20.75	0.189	1.408
Cu	53.97	44.80	27.35	5212	5.424	38.64
Dy	2.586	2.53	2.863	7.982	0.794	0.550
Er	1.512	1.481	1.659	6.505	0.454	0.325
Eu	0.740	0.729	0.816	1.758	0.253	0.128
Ga	14.79	14.72	16.24	31.17	6.059	2.169
Gd	2.781	2.699	3.137	16.46	0.842	0.642
Hf	1.281	1.266	1.546	4.521	0.332	0.318
Hg	59.33	52.11	40.0	4756	0	41.21
Ho	0.510	0.498	0.560	1.379	0.156	0.111
La	14.13	1320	16.48	141.3	2.605	6.429
Li	22.81	22.20	28.31	104.3	3.53	8.149
Lu	0.220	0.217	0.245	0.658	0.070	0.047
Mo	0.938	0.865	1.154	43.05	0.187	0.442
Nb	5.693	5.402	7.155	41.86	0.589	2.701
Nd	13.60	12.80	15.63	116.1	4.237	4.642
Ni	30.42	25.45	20.74	468.8	0	18.39
Pb	24.60	21.60	20.72	1405	0	15.51
Pr	3.352	3.143	3.912	30.99	0.926	1.293
Rb	42.58	37.50	65.63	135.3	3.303	25.08
Sb	0.684	0.566	0.601	68.86	0.086	0.427
Sc	19.30	17.66	13.40	76.07	5.097	7.978
Sm	2.889	2.763	3.291	21.09	0.932	0.763
Sn	2.595	2.249	2.136	310.4	0.403	1.684
Sr	143.1	139.6	146.3	435.7	35.55	44.00
Ta	0.513	0.483	0.574	98.18	0.058	0.251
Tb	0.492	0.481	0.552	2.098	0.145	0.104
Th	4.235	3.944	5.43	81.54	0.442	2.209
Tl	0.356	0.337	0.469	13.71	0.041	0.172
Tm	0.24	0.237	0.265	0.704	0.072	0.05
U	1.018	0.982	1.292	25.21	0.141	0.451
V	191.1	166.3	118.8	1348	29.11	94.38
Y	15.26	14.87	17.255	42.14	3.289	3.55
Yb	1.494	1.472	1.66	4.30	0.439	0.313
Zn	176.6	152.1	107.1	5970	50.57	90.18
Zr	45.02	44.18	54.33	121.3	8.717	13.14
自然放射線	0.03017	0.02859	0.04076	0.2671	0.004868	0.01255



第 17 図 地球化学図のホームページ (https://gbank.gsj.jp/geochemmap/ 2016 年 8 月 16 日確認)。関東地方のページからは、関東の地球化学図、東京湾の拡大した地球化学図と柱状試料のデータ、今回採取した 1,457 試料の個別の採取地や試料の写真、濃度等のすべてのデータが参照できる。



第 18 図 Google Maps を用いた地球化学図を表示。拡大に伴い関東地方の地球化学図が高解像度に切り替わって表示される。

の地球化学図を作成した。試料は河川堆積物を用い、東京・横浜などの大都市の内部でも試料採取を行った。今回関東地方から採取した河川堆積物の試料数は 1,457 個である。これをもとに 53 元素と自然放射線の地球化学図を作成した。今回新たに作成した関東の地球化学図で解像度

が大きく向上したほか、従来の地球化学図ではほとんど濃度変化がない部分で、詳細な元素分布が明らかとなった。

作成した関東地球化学図において、それぞれの元素の分布の特徴が明らかとなった。ヒ素は足尾，日立，高取の旧鉱山のあった地域で顕著な高濃度を示し，海域についても

東京湾の湾奥部に高濃度域があることが分かった。クロムは関東山地北部に大きな高濃度域があるが、この高濃度域はこの地域に分布するクロムを高濃度に含有する緑色片岩によるものと考えられる。また、東京の荒川・江戸川の下流域で高濃度域があり、過去の汚染との関連が考えられる。銅は、特に足尾、日立、高取の旧鉱山周辺で高濃度を示しており、旧鉱山から渡良瀬川や宮田川に沿って高濃度域が下流に延びていることが分かった。

また、関東の自然放射線の地球化学図を作成した。ほとんどの地域で自然放射線は0.05  $\mu\text{Sv/h}$  以下であり、茨城県北西部、栃木県北部の一部地域で0.1  $\mu\text{Sv/h}$  を超えている地点があった。高線量地域はカリウム、ウラン、トリウムを高濃度に含有する花崗岩類が分布する地域とよく一致した。

また、東京湾から29本のコア試料を採取した。コア試料の鉛直方向における元素の濃度変化は、銅、鉛、亜鉛、ビスマス、カドミウム、アンチモン等は下層部では低く、表層に向かって高濃度になり、深度約13cmの層準で最大値を示した。この原因は過去の汚染により供給された銅、鉛、亜鉛等の濃度が1970年頃に最大となり、その後は減少傾向にあることに起因すると考えられた。

採取した関東地方の河川堆積物1,457個の元素濃度データの中央値、最大値、最小値、標準偏差を求めた。関東地方と日本全国の中央値を比較すると、関東地方が明らかに濃度が高い元素はカルシウム、鉄、マグネシウム、コバルト、スカンジウム、バナジウム、亜鉛で、日本全国の方が高濃度である元素は、アルミニウム、カリウム、ナトリウム、バリウム、ベリリウム、セシウム、ランタン、ニオブ、ルビジウムであった。

関東の地球化学のデータをホームページ上で公開するためのデータを作成した。今回新たに背景の地図と重ねて表示するためにGoogle mapsを用いて地図と重ね合わせて表示した。全国図を拡大してゆくと、ある時点から関東地方の部分が高解像度に切り替わって表示され、元素濃度と背景地図との関係性が明確となった。

## 文 献

赤木 右・原口栞紘 (1984) 多摩川河口 - 東京湾域における微量重金属元素の分布と挙動. 地球化学, **18**, 81-88.

古川雅英 (1993) 日本列島の自然放射線レベル. 地学雑誌, **102**, 868-877.

今井 登 (1987) 誘導結合プラズマ発光分析法による河川堆積物の分析. 分析化学, **36**, T41-T45.

Imai, N. (1990) Multielement analysis of rocks with the use of geological certified reference material by ICP-MS. *Analytical Sciences*, **6**, 389-395.

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴真澄・岡井貴司・立花好子・富樫茂子・松久幸敬・金井 豊・上岡 晃 (2004) 日本の地球化学図, 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 209p.

今井 登・寺島 滋・太田充恒・御子柴真澄・岡井貴司・立花好子・池原 研・片山 肇・野田 篤・富樫茂子・松久幸敬・金井 豊・上岡 晃 (2010) 海と陸の地球化学図. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 207p.

今井 登・岡井貴司・太田充恒・御子柴真澄・金井 豊・久保田蘭・立花好子・寺島 滋・池原 研・片山 肇・野田 篤 (2015) 関東の地球化学図. 産業技術総合研究所地質調査総合センター, 217p.

神賀 誠・田切美智雄 (2003) 渡良瀬川流域および宮田川流域の河川堆積物と土壌の汚染の現状 - 一足尾銅山と日立鉱山の閉山後の汚染レベル. 地質学雑誌, **109**, 533-547.

久保田正亜・浅見輝男・南澤 究・土橋幸司 (1995) 日本化学工業株式会社小松川工場跡地周辺の土壌等のクロム汚染. 人間と環境, **21**, 15-18.

松本英二 (1983) 東京湾の底質環境. 地球化学, **17**, 27-32.

松本英二・加藤甲任・松永勝彦 (1983) 東京湾における水銀の地球化学. 地球化学, **17**, 48-52.

湊 進 (2006) 日本における地表 $\gamma$ 線の線量率分布. 地学雑誌, **115**, 87-95.

大森昌衛・端山好和・堀 万吉 (1986) 日本の地質3 関東地方. 共立出版, 335p.

寺島 滋・今井 登・立花好子・岡井貴司・御子柴真澄・太田充恒・久保田蘭 (2007) 関東地域の土壌, 河川堆積物, 東京湾堆積物の化学組成とバックグラウンド評価. 地質調査研究報告, **58**, 69-91.

---

IMAI Noboru and OKAI Takashi (2017) Geochemical Map of Kanto Region.

(受付:2016年8月16日)