

大阪城濠堆積物に記録されていた江戸時代の水銀汚染の歴史

山崎 秀夫

1 はじめに

自然環境に対する汚染の歴史は、人類が生産活動を開始した時にまで遡る。しかし、それが環境汚染であると認識されたのは地球環境ハンドブック¹⁾の冒頭でも述べられているように、レイチェル・カーソンの「沈黙の春」が出版された1962年以降であろう。我が国では1950年代に発生した水俣病や四日市喘息などの公害が人々の関心を環境に向けさせる転機になった。第二次大戦からの復興とそれに続く高度経済成長期は、我が国の自然環境が最も激しく汚染された時代であり、それを期に1967年には公害対策基本法が制定されることになる。

環境汚染の動態を正しく評価するためには、汚染の変遷を産業活動の盛衰などの社会状況と関連付けて考察することが極めて重要である。湖沼や沿岸の堆積物は後背地の環境変遷の影響を強く受けているので、環境汚染の痕跡がその層準の中に記録されている²⁾。ここでは、大阪城の外濠堆積物を分析して得られた過去400年間の重金属汚染の歴史の変遷について紹介する。

2 堆積物試料の採取と分析法

大阪城外濠北詰の中央部からマッケラス採泥器（塩ビ製：内径7 cm、長さ4 m）を用いて柱状試料を採取した。採取時に表層の約5 cmが欠落したが、長さ205 cmのコアが得られた。コアは3 cmの厚さにスライスした後、80℃で乾燥、メノウ乳鉢で粉碎して測定用試料とした。堆積年代の推定は²¹⁰Pb法³⁾と¹³⁷Cs法⁴⁾によったが、堆積層中に存在する炭片も火災の痕跡として年代特定の重要な証拠になるので利用した。堆積物中の成分元素は環境標準試料の池底質試料（NIES No. 2）及びEstuarine Sediment（NIST SRM1646）を標準物質として用いる蛍光X線分析法で21元素を同時定量した⁵⁾。堆積物中の水銀は塩化ナトリウム共存下で硝酸に加熱抽出した後⁶⁾、還元気化-原子吸光法で定量した。

3 濠堆積物の堆積年代の特定

大阪城は石山本願寺跡に信長が城郭を築き、秀吉が修築して完成した。この城は大阪夏の陣で焼失するが、2代将軍秀忠によって1619年に再び大修理され、現存する濠はその時に掘削された。濠には外部から河川の流入はなく、堆積物の主要成分は雨水によって城内から搬入された物質が沈降したものである。

濠堆積物の年代を²¹⁰Pb法で特定することは^{ex}²¹⁰Pb負荷量の経年変動が大きく困難であった。しかし、^{ex}²¹⁰Pbは120 cm以深で消滅するので、この深さが²¹⁰Pbの半減期22.3年の5~6倍を経過した堆積層であると考えた。すなわち、120 cm層

の堆積物は明治維新の頃に堆積したことになる。また、最深部の205 cm層は小石の混ざった砂礫から成り、この層は秀忠が構築した濠の基盤であると推定された。従って、120から205 cmまでが江戸時代の堆積層になる。大気圏内核実験を起源とする¹³⁷Csは1950年頃から全球的規模で環境に負荷され、大気からの降下量は1963年に極大値を示す⁷⁾。堆積物中で¹³⁷Csは30~33 cm層まで検出され、その極大は9~12 cm層に見いだされた。また、33~36 cm層には終戦前日の大阪大空襲による火災が起源と考えられる炭片が多く見いだされた。従って、この深さを終戦時の堆積層と特定した。

4 濠堆積物の重金属汚染とその歴史トレンド

大阪城濠堆積物の重金属濃度を汚染のない堆積物のバックグラウンド（BG）濃度に対する比で表し、その鉛直分布を図1に示した。大阪湾中央部の60 cm以深には近世の人為汚染を受けていない堆積物が沈積し、その濃度はCr: 70, Ni: 34.5, Cu: 24, Zn: 125, Hg: 0.125, Pb: 31 ppmであるので⁸⁾、この値をBG濃度として採用した。大阪城は大阪湾の後背地に位置し、堆積物の主要構成成分は両者で共通していると考えられるので、濃度比によるBG濃度との比較は汚染の程度を把握するために有用である。

濠堆積物中の銅、亜鉛、水銀、鉛は明治維新の直後から濃度が増加する。この濃度上昇は90 cm以浅で顕著となり、高濃度が第二次大戦時まで続く。戦後は濃度が減少する傾向にある

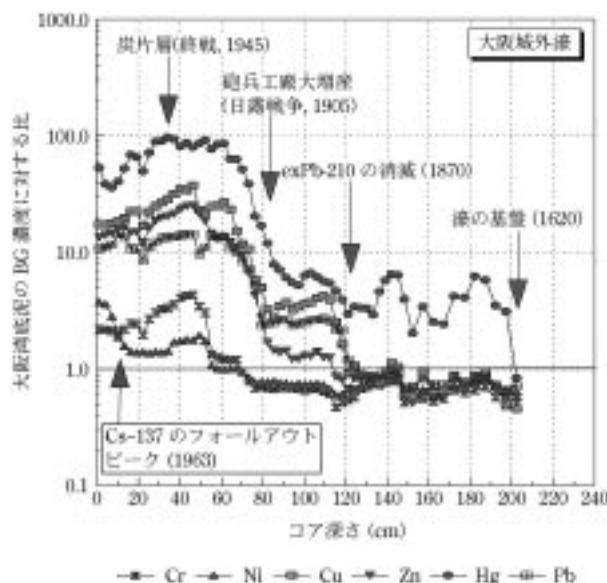


図1 大阪城外濠堆積物中の重金属元素の鉛直分布と堆積年代

が、小さなピークも認められる。コアの時間分解能は堆積速度とスライス厚さで決まり、このコアの場合は必ずしも良好な時間分解能で分析したとはいえないが、時系列から考えて、この小ピークが戦後の高度経済成長期に汚染した痕跡であると推定できる。クロム、ニッケルは他の重金属元素より時代が新しい60 cm 付近から濃度が増加する。更にニッケルは1960年以降にも濃度が急増する。元素によって汚染の歴史トレンドが相違するのは、これら汚染元素の使用形態や需給履歴が異なることを反映しているためである。

今回の分析結果は、大阪における重大な重金属汚染が戦後の高度経済成長期よりも、むしろ明治維新から第二次大戦までの間に発生していたことを示唆している。大阪では維新直後に大阪城に隣接して大阪砲兵工廠や大蔵省造幣局が設置された。日露戦争が最終段階を迎えた1905年頃には開戦時に比べて砲兵工廠の生産力は5倍以上に増強されている⁹⁾。また、大阪砲兵工廠衛生調査報告書¹⁰⁾によれば、当時の工場内の粉塵濃度は100 mg/m³以上に達することもあり、工場外でも呼吸器疾患の増加が認められている。濠には流入河川がないので、濠堆積物を汚染した重金属元素の起源は隣接する砲兵工廠から飛散してきた工場粉塵であると推察することができる。

一方、江戸時代に堆積した120~205 cm層では水銀を除く重金属元素は大阪湾のBG濃度より低い値を示した。これは濠堆積物に比べて粒度の細かい堆積物が沈積している大阪湾底泥では、Grain-Size効果¹¹⁾によって相対的に重金属濃度が高くなるためである。水銀濃度は濠の基盤である205 cm層ではBG濃度とほぼ等しい0.11 ppmであったが、それ以下の江戸時代の堆積層では0.25~0.81 ppm(0.50±0.17 ppm)であり、これは明らかに汚染が認められる高濃度である。水銀は古くから顔料や薬品として広く使われ、大阪城やその城下町でも朱、と金、鏡の研磨など様々な用途に水銀が使用されていたと考えられる。また、「徳川実記」などによれば葬儀のために数百kgもの水銀朱が城内に蓄えられていたという。これらの水銀化合

物が城の周囲に排出され、雨水と共に濠に流入して濠堆積物を汚染したことは十分に考えられる。

文 献

- 1) 不破敬一郎：“地球環境ハンドブック”，不破敬一郎編著，p. 1 (1994)，(朝倉書店)。
- 2) 吉川周作，山崎秀夫，井上 淳，三田村宗樹，長岡信治，兵頭政幸，平岡義博，内山 高，内山美恵子：地質学雑誌，108 535 (2001)。
- 3) E. D. Goldberg, M. Koide: Geochim. Cosmochim. Acta, 26 417 (1962)。
- 4) J. A. Robbins, D. N. Edgington.: Geochim. Cosmochim. Acta, 39 285 (1975)。
- 5) 合田四郎，山崎秀夫，平田 勝，長沢太郎：分析化学，36 199 (1986)。
- 6) 嶋岡忠敬，東 国茂，土永恒彌：用水と排水，33 926 (1991)。
- 7) “Radioactivity Survey Data in Japan”，Vol. 1 (1963)–Vol. 87 (1989)，(National Institute of Radiological Sciences, Chiba)。
- 8) 山崎秀夫：Marine Poll. Bull., (投稿中)。
- 9) 大前 眞：“大阪砲兵工廠資料集”，久保在久編，資料解説(1)，p. 869 (1987)，(日本経済評論社)。
- 10) 小野芳朗：“大阪砲兵工廠資料集”，久保在久編，資料解説(2)，p. 875 (1987)，(日本経済評論社)。
- 11) U. Forstner, G. T. W. Wittmann, “Metal Pollution in the Aquatic Environment”，p. 121 (1983)，(Springer-Verlag, Berlin)。

山崎秀夫 (Hideo YAMAZAKI)



近畿大学理工学部生命科学科 (〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1)。近畿大学大学院化学研究科修了。理学博士。現在の研究テーマ 湖沼や沿岸の堆積物に記録されたごく最近の自然環境変遷史の解読。

主な著書 “挟山池 論考編”(分担執筆)(挟山池調査事務所) 趣味 少し昔、大阪のザ・シンフォニーホールでヴェルディのレクイエムを唱いました。

E-mail : hideyam@msa.kindai.ac.jp

原 稿 募 集

創案と開発欄の原稿を募集しています

内容：新しい分析方法・技術を創案したときの着想，新しい発見のきっかけ，新装置開発上の苦心と問題点解決の経緯などを述べたもの。但し，他誌に未発表のものに限ります。

執筆上の注意：1) 会員の研究活動，技術の展開に参考になるよう，体験をなるべく具体的に述べる。物語風でもよい。2) 従来の分析方法や装置の問題点に触れ，記事中の創案や開発の意義，すなわち主題の背景を分かりやすく説明する。3) 図や表，当時のスケッチなどを用いて理解しやす

くすることが望ましい。4) 原稿は図表を含めて4000~8000字(図・表は1枚500字に換算)とする。

採用の可否は編集委員会にご一任ください。採用分については規定の原稿料をお支払いします。原稿の送付先・問い合わせは下記へ。

〒141-0031 東京都品川区五反田1-26-2

五反田サンハイツ304号

(社)日本分析化学会「ぶんせき」編集委員会

[電話：03-3490-3537]