

京都府舞鶴湾の鉛を中心とした重金属汚染実態調査 4

—2009年度調査結果と総括—

江口さやか^{*1} 森口真衣^{*2} 上原優紀^{*2} 山中舞子^{*2}
上野正博^{*3} 益田玲爾^{*3} 山下 洋^{*3} 山本義和^{*4}

Marine Heavy Metal Pollution Monitoring in Maizuru Bay, Kyoto Prefecture, in Japan IV — Research Results in 2009 and General Overview of the Survey from 2007~2009 —

EGUCHI Sayaka^{*1}, MORIGUCHI Mai^{*2}, UEHARA Yuki^{*2}, YAMANAKA Maiko^{*2},
UENO Masahiro^{*3}, MASUDA Reiji^{*3}, YAMASHITA Yoh^{*3}, YAMAMOTO Yoshikazu^{*4}

Abstract

Lead concentrations were determined in sediment, blue mussel (*Mytilus galloprovincialis*), seafood, settling particles, atmospheric deposition, collected from Maizuru Bay, a semi-enclosed marine inlet of the Japan Sea in 2009, in order to elucidate lead contamination levels and distribution. Higher lead concentrations in sediment (824–4,592 $\mu\text{g/g}$ dry) were detected in samples at 200m far from the pollution source. The highest lead concentration in settling particles (1,347 $\mu\text{g/g}$ dry) was detected in samples at 60m far from the pollution source. Lead concentrations in blue mussels transplanted from non-polluted area to polluted area were increased definitely in 2 weeks. Lead was not detected in the edible parts of 18 fishes and 2 shellfishes collected in Maizuru Bay.

Extremely high lead pollution was kept in about 100m area from the pollution source.

Research results from 2007–2009 on the lead pollution in Maizuru Bay were summarized.

キーワード：舞鶴湾、鉛汚染、表層泥、魚介類の安全性、ムラサキイガイ移植試験

Key words: Maizuru Bay, lead pollution, sediment, seafood-safety, transplant experiment

*1本学人間科学部環境・バイオサイエンス学科嘱託教学職員

*2本学人間科学部環境・バイオサイエンス学科卒業生

*3京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所

*4本学名誉教授

連絡先：山本義和 〒662-8505 西宮市岡田山4-1 神戸女学院大学
y-yamamo123@mild.ocn.ne.jp

江口さやか 〒662-8505 西宮市岡田山4-1 神戸女学院大学人間科学部環境・バイオサイエンス学科
s-eguchi@mail.kobe-c.ac.jp

1. 研究の背景と目的

四大公害を経験した日本では公害対策が進められ、現代では甚大な被害をもたらすような公害が起こることはほとんどない。しかしながら京都府舞鶴湾では、廃バッテリー鉛リサイクル工場（以下、R (recycle) 工場と表記）由来の鉛汚染が発覚した。工場周辺数100メートル以内では海域、陸域共に極度の汚染が見られたこと、これに対して2004年、2007年に汚染域の鉛汚染除去対策（海底泥の浚渫覆砂、陸上土壌の入れ替えなど）が行われたものの、海域、陸域共に対策が不十分であることを前報まで¹⁻⁵⁾に報告した。本報では、2009年6月に引き続き行なった新たな手法を用いた調査結果について報告する。

2009年は2008年までの調査に引き続き、表層泥の分析を行った。更に、舞鶴湾における水産食品の安全性確認の観点から舞鶴産の魚介類についても分析した。また、ムラサキガイの鉛の蓄積および排出速度を調べるため、非汚染域から汚染域、汚染域から非汚染域への移植試験を行った。更に、海水中での鉛の挙動を調べるために海水中の沈降粒子を、陸域への鉛の負荷を調べるために大気降下物を分析した。

また、2007年より3年連続で行った舞鶴湾の調査結果について総括する。

2. 方法

2.1 調査地点

2009年7月、京都府舞鶴湾の海域において試料採取を行なった地点を図1および表1に示す。表層泥は汚染源から50~400m離れたA、C、E、F、G地点から採取した。舞鶴産魚介類20種（イボダイ、アカガレイ、スズキ、ヨコスジフエダイ、マアジ、キントキダイ、イシガキダイ、イシダイ、キダイ、メゴチ、トカゲエソ、ウマヅラカワハギ、ヒラソウダ、ウスバカワハギ、サワラ、ホウボウ、アカカマス、アカヤガラ、エゾボラモドキ、マナマコ）は、2009年12月に舞鶴市内の鮮魚店で舞鶴湾内と湾口付近で漁獲されたものを購入した。

次にムラサキガイ (*Mytilus galloprovincialis*) の移植試験の詳細を表2に示す。H地点の京都大学フィールド科学教育研究センター舞鶴水産実験所（非汚染域）の浮き桟橋に付着しているムラサキガイを採取し、40個体ずつネットに入れてB、D地点へ移植し、2、4、6週後に回収した。4週後に回収したムラサキガイの一部は再びH地点に戻した後、2、4週後に回収した。また、B、D地点で採取したムラサキガイを40個体ずつネットに入れてH地点へ移植して2、4週後に回収した。移植水深はいずれも約1mとした。海水中の沈降粒子はB、D、G地点で海底から約1mの位置に採取容器（口径22cmのバケツ）を28日間設置して回収した。大気降下物は陸上のH、I、Jの3地点（I、Jは舞鶴引揚記念館の敷地内）に採取容器（口径22cmのバケツ）を27日間設置して回収した。

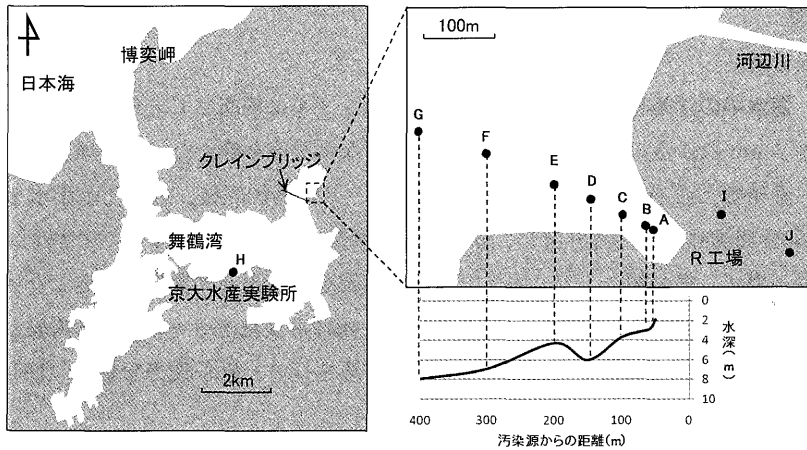


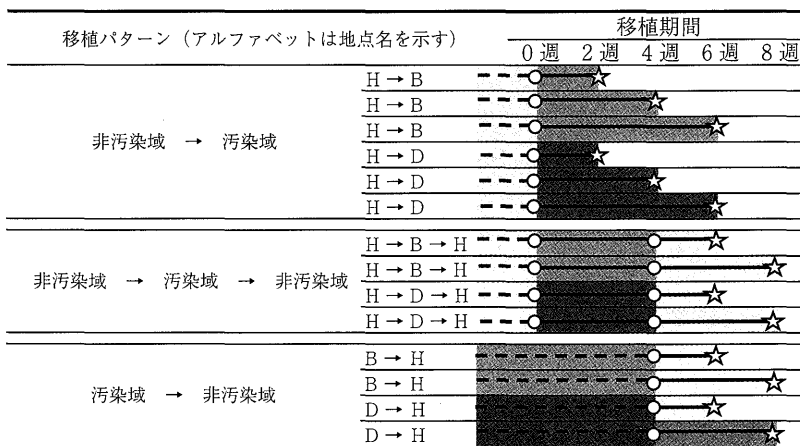
図1 表層泥、沈降粒子状物質の採取地点およびムラサキガイの移植地点

表1 調査試料の採取地点およびムラサキガイの移植地点の詳細

| 地点名 | 緯度 | 経度 | 汚染源からの距離 (m) | 水深 (m) | 表層泥 | ムラサキガイ移植 | 沈降粒子状物質 |
|-----|-----------|------------|--------------|--------|-----|----------|---------|
| A | 35°30.526 | 135°23.636 | 50 | 1.9 | ○ | | |
| B | 35°30.551 | 135°23.623 | 60 | 2.9 | | ○ | ○ |
| C | 35°30.542 | 135°23.609 | 100 | 3.7 | ○ | | |
| D | 35°30.607 | 135°23.553 | 150 | 6.0 | | ○ | ○ |
| E | 35°30.565 | 135°23.565 | 200 | 4.3 | ○ | | |
| F | 35°30.606 | 135°23.512 | 300 | 6.9 | ○ | | |
| G | 35°30.623 | 135°23.443 | 400 | 7.9 | ○ | | ○ |
| H | | | 3000 | | | ○ | |

○は実施項目

表2 ムラサキガイの移植試験の移植パターンと移植期間



○ H 地点 (非汚染域) --- 元の生息地での生息期間
 ■ B 地点 (汚染域) — 移植期間
 ■ D 地点 (汚染域) ○ 移植
 ☆ 回収

2.2 分析法

2.2.1 Pb 分析

表層泥、海水中の沈降粒子状物質 底泥の冷凍サンプルは解凍して十分に混ぜて均一にした後、目開き 2 mm のふるいを通してゴミや大きな石などを取り除いた（前処理）ものを一定量量りとり、濃硝酸と濃過塩素酸を加えて180℃で2～3時間加熱後、過酸化水素水を加えて更に180℃で30分間加熱して湿式分解し、原子吸光分析機（HITACHI Z-8100）で分析した。

ムラサキイガイ、魚介類 ムラサキイガイは軟体部を取り出して重量を測定した後、分析まで-20℃で保管し、個体ごとに分析に供した。魚介類は可食部を5～15g程度採取した。分析試料は濃硝酸と濃過塩素酸を加えて180℃で湿式分解を行い、原子吸光分析機（HITACHI Z-8100）で分析した。

大気降下物 採取容器内に雨水と共にたまっている大気降下物を約1mm四方の穴のあいたネットに流し、大きなごみを取り除いたものを0.45μmのメンブランフィルターに通し、微粒子を回収した。105℃で乾燥させて乾燥重量を測定した後、濃硝酸と濃過塩素酸を加えて180℃で2～3時間加熱し、過酸化水素水を加えて更に180℃で30分間加熱して湿式分解した後、原子吸光分析機（HITACHI Z-8100）で分析した。

2.2.2 表層泥、海水中の沈降粒子状物質の基礎分析

水分含量 2.2.1のPb分析で示した前処理を行った試料の一定量を量りとり、105℃に設定したドライオープンで重量が平衡に達するまで加熱乾燥した。実験に用いた試料重量に対する減少した重量の割合（%）を水分含量とした。

強熱減量 水分含量測定と同様の手順にて105℃で加熱乾燥した試料の一定重量を量りとり、灰化炉を用いて600℃で加熱した。灰化炉にかけた乾燥試料重量に対する減少した重量の割合（%）を強熱減量とした⁶⁾

全硫化物量 ヘドロテック-S（GASTEC No. 330）を用いて分析した。分析法は説明書に従った。すなわち試料0.2～0.5gを密閉系の容器に入れて18N硫酸2mlを添加し、発生する気体を検知管に吸引して変色部分の目盛りを読み取った。

粒度分析 解凍後に均一化した試料に十分量の蒸留水を加えて攪拌後、2日間放置して脱塩した。脱塩した試料約30gに更に30%過酸化水素水を20ml加えて1日放置して有機物を分解させ、目開き63μmのふるいにかけて泥と砂礫とに分けた。その後、各試料を105℃で乾燥させ、砂礫は目開き2mmのふるいで砂と礫とに分別して泥、砂、礫の各重量を測定し、それぞれの占める割合を求めた⁷⁾

3. 結果および考察

3.1 表層泥

表層泥の分析結果を表3に示した。汚染源から200mまでのA、C、E地点では824～4,592μg/g dryと高濃度のPbが検出され、汚染源からそれぞれ300m、400m離れたF、G地点では424、207μg/g dryと距離が離れるにつれて濃度が減少した。2007年、2008年の調査結果でも、汚染源から100m圏内の入江では数1,000μg/g dryと高濃度のPbが検出された^{1,3)}。入江の中はほぼ

表 3 舞鶴湾表層泥の Pb 濃度および基礎分析結果 (2009年)

| 地点 | Pb ($\mu\text{g/g dry}$) | 水分含量 (%) | 強熱減量 (%) | 全硫化物量 (mg/g dry) | 粒度組成 (%)* | | |
|----|-------------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|-----------|------|-----|
| | | | | | 泥 | 砂 | 礫 |
| A | 824 | 44.3 | 4.6 | 0.56 | 26.7 | 73.3 | 0.0 |
| C | 4592 | 59.7 | 11.8 | 1.60 | 93.9 | 4.1 | 2.0 |
| E | 991 | 55.9 | 10.4 | 0.78 | 74.3 | 21.4 | 4.3 |
| F | 424 | 56.3 | 12.2 | 0.68 | 78.5 | 17.8 | 3.7 |
| G | 207 | 60.0 | 11.9 | 1.02 | 94.1 | 5.1 | 0.8 |

*粒径 2mm 以上を礫、2mm 以下 63 μm 以上を砂、63 μm 以下を泥とした。

流れが滞り外側との水交換が悪く、入江の内外で潮の流れが異なることが陸上からの目視で観察された。Pb 濃度が高い入江内の懸濁物質は入江外に拡散しにくい、拡散したものの一部は潮流によって更に拡散すると考えられる。また海底の地形は E 地点よりも内側ですり鉢状の地形となっており (図 1)、Pb 濃度の高い海底泥が堰き止められ、E 地点を境に Pb 濃度レベルが異なると考えられる。しかしながら、これまでに我々が得ている舞鶴湾の非汚染域および他湾底泥の Pb 濃度数 $10\mu\text{g/g dry}^{1,3-5,8-9}$ と比較すると、F、G 地点それぞれの Pb 濃度、424、207 $\mu\text{g/g dry}$ は依然としてかなり高く、Pb 汚染の影響を受けている海域と考えられる。

2007年12月に行われた汚染対策の1つである覆砂の影響により、A 地点では砂の割合が高く、強熱減量、全硫化物量が低いと考えられる。C 地点と G 地点、E 地点と F 地点の表層泥性状および成分は比較的似通っていた。全硫化物量は C 地点で他の地点に比べて高い値を示した。この C 地点の値は、他の湾で報告されている値¹⁰⁾と比較してもかなり高い値だった。底泥中重金属類は主に硫化物として存在するといわれており⁹⁾、C 地点の全硫化物の値が高いことが C 地点での Pb 濃度が非常に高いことに関係していると思われる。

3.2 舞鶴産魚介類

舞鶴市漁業協同組合は今回の Pb 汚染問題をうけ、図 1 の北東に示したクレインブリッジよりも奥側の海域全面を自主的に禁漁区としている。昨年までの調査では Pb 汚染の広がりがほとんど見られなかったクレインブリッジ外側で漁獲された魚介類の食品としての安全性を確認するため、舞鶴市内で購入した20種の魚介類 (舞鶴湾内と湾口付近で採取したもの) について Pb を分析した (表 4)。その結果、可食部の Pb は20種全て検出限界 ($1.0\mu\text{g/g wet}$) 以下だった。この値は、EU、オーストラリアとニュージーランドでそれぞれ定められている Pb の食品安全基準 $1.5\mu\text{g/g wet}$ 、 $2\mu\text{g/g wet}^{11)}$ に比べて低く、食品としての安全性が確認された。なお、汚染源近くの B 地点で今回の調査中に捕獲したマナマコの可食部 Pb 濃度は $1.8\mu\text{g/g wet}$ であった。

3.3 ムラサキイガイ移植試験

非汚染域から汚染域に移植したムラサキイガイの Pb 濃度変化を図 2 に示す。H 地点 (非汚染域) で $0.36 \pm 0.02\mu\text{g/g wet}$ だった Pb 濃度は、汚染域 (B 地点) への 2 週間の移植で $22.5 \pm$

表4 舞鶴産魚介類可食部のPb濃度分析結果(2009年)

| 種名 | Pb濃度(μg/g wet) |
|----------|----------------|
| イボダイ | N.D. |
| アカガレイ | N.D. |
| スズキ | N.D. |
| ヨコスジフエダイ | N.D. |
| マアジ | N.D. |
| キントキダイ | N.D. |
| イシガキダイ | N.D. |
| イシダイ | N.D. |
| キダイ | N.D. |
| メゴチ | N.D. |
| トカゲエソ | N.D. |
| スズキ | N.D. |
| ウマヅラハギ | N.D. |
| ヒラソウダ | N.D. |
| ウスバカワハギ | N.D. |
| サワラ | N.D. |
| ホウボウ | N.D. |
| アカカマス | N.D. |
| アカヤガラ | N.D. |
| エボソラモドキ | N.D. |
| マナマコ | N.D. |

*N.D.<1μg/g wet

**汚染源近くのB地点で採取したマナマコは1.8μg/g wetだった

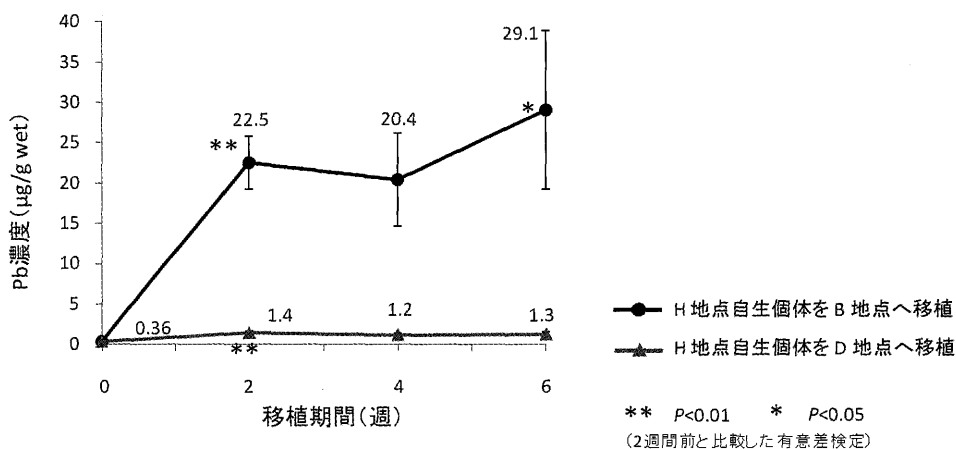


図2 非汚染域から汚染域に移植したムラサキガイのPb濃度変化

3.3μg/g wetと有意($P<0.01$)に上昇したが、4週間では $20.4\pm 5.8\mu\text{g/g wet}$ と更なる上昇は見られず、6週間で $29.1\pm 9.9\mu\text{g/g wet}$ と再び有意($P<0.05$)に上昇した。汚染域(D地点)への移植では2週間で $1.4\pm 0.3\mu\text{g/g wet}$ と有意($P<0.01$)に上昇したが、その後4週間で $1.2\pm 0.2\mu\text{g/g wet}$ 、6週間で $1.3\pm 0.3\mu\text{g/g wet}$ と上昇は見られなかった。2008年の結果³⁾からは、移植に伴う濃度上昇が1週間で環境と平衡状態に達しているかどうか不明だったが、今回の試験によってムラサキガイのPb濃度は2週間経てば移植先の環境状況を反映することがわかった。B地点で4週間から6週間にかけて濃度の有意な上昇($P<0.05$)が見られたのは、

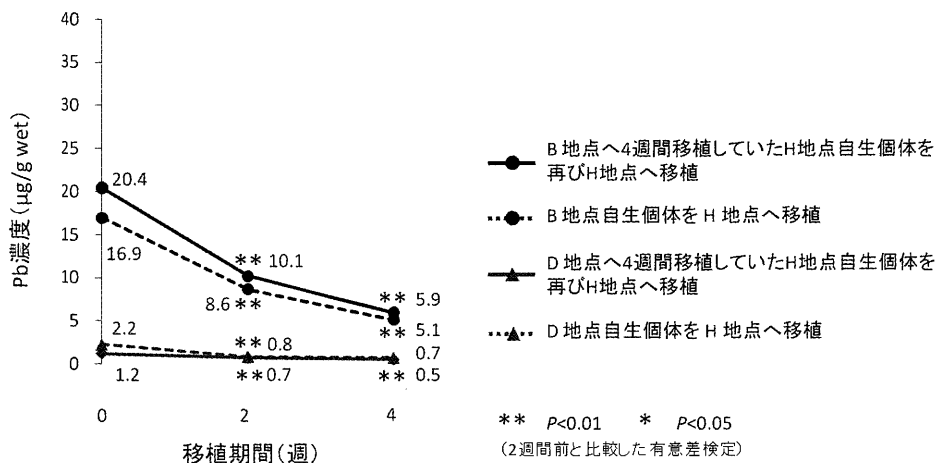


図3 汚染域から非汚染域に移植したムラサキイガいのPb濃度変化

この間に1時間に30mm前後の強い降雨があった日が2日あり、陸に近く水深も浅いB地点では陸上から流出する高濃度の鉛を含んだ土壌の影響が大きかったためと推察される。

次に、汚染域から非汚染域に移植したムラサキイガいのPb濃度変化を図3に示す。非汚染域(H地点)から汚染域(B、D地点)に4週間移植した後、再び非汚染域(H地点)に移植した試験区は実線で、汚染域(B、D地点)に自生している個体を非汚染域(H地点)に移植した試験区は点線で示した。移植後2週間でB地点からの再移植試験区は 20.4 ± 5.8 から $10.1 \pm 1.6 \mu\text{g/g wet}$ 、移植試験区は 16.9 ± 3.4 から $8.6 \pm 2.7 \mu\text{g/g wet}$ 、D地点からの再移植試験区は 1.2 ± 0.2 から $0.7 \pm 0.2 \mu\text{g/g wet}$ 、移植試験区は 2.2 ± 0.8 から $0.8 \pm 0.2 \mu\text{g/g wet}$ と、4試験区すべてで有意な($P < 0.01$)Pb濃度低下が見られた。移植後4週間ではB地点からの再移植試験区は 10.1 ± 1.6 から $5.9 \pm 1.0 \mu\text{g/g wet}$ 、移植試験区は 8.6 ± 2.7 から $5.1 \pm 0.8 \mu\text{g/g wet}$ 、D地点からの再移植試験区は 0.7 ± 0.2 から $0.5 \pm 0.04 \mu\text{g/g wet}$ と、3試験区で2週間の時に比べ有意な($P < 0.01$)Pb濃度低下が見られた。B地点から移植あるいは再移植した試験区のPb濃度は、4週間後もH地点自生個体の $0.4 \pm 0.02 \mu\text{g/g wet}$ と比較して1桁程度高く、以後もPb濃度の減少は続くと思察される。また、非汚染域から汚染域に移植後に非汚染域に再移植した個体も、汚染域に自生していて非汚染域に移植した個体も、Pb濃度低下の程度に大きな差異は認められなかった。

以上の結果より、ムラサキイガいは2週間程度で環境悪化の状況を反映すると思われる。逆に環境が改善された場合にその状況を反映するには4週間以上かかることがわかった。また、汚染域から非汚染域への移植実験の結果から、ムラサキイガいでPbの生体内半減期は2週間前後であると推察される。

3.4 海水中の沈降粒子状物質

B、D、G地点で採取した海水中の沈降粒子状物質のPb濃度を表5に示す。B地点のPb濃度 $1,347 \mu\text{g/g dry}$ は、D地点の $236 \mu\text{g/g dry}$ 、G地点の $164 \mu\text{g/g dry}$ と比べて1桁高かった。また、

表5 舞鶴湾海水中の沈降粒子状物質のPb濃度および基礎分析結果(2009年)

| 地点 | Pb ($\mu\text{g/g dry}$) | 水分含量 (%) | 強熱減量 (%) | 粒度組成(%)* | | |
|----|-------------------------------|-------------|-------------|----------|------|-----|
| | | | | 泥 | 砂 | 礫 |
| B | 1347 | 77.1 | 21.0 | 83.6 | 16.4 | 0.0 |
| D | 236 | 80.1 | 22.6 | 96.9 | 3.1 | 0.0 |
| G | 164 | 81.4 | 21.4 | | | |

*粒径2mm以上を礫、2mm以下63 μm 以上を砂、63 μm 以下を泥とした。

今回は沈降粒子状物質の総量を正確に測定しなかったが、G地点に比べB、D地点の方が数10倍程度多かった。また、基礎分析の結果に着目すると、粒度組成は、岸により近いB地点で砂の割合がやや高く、D地点ではほとんど泥だった。強熱減量は3.1に示した表層泥の強熱減量に比べて全体的に高く、プランクトンなどの生物起源の物質が多く含まれていると推察される。3.3でB地点に移植したムラサキイガイのPb濃度がD地点に移植したものに比べて10倍程度高かったのは、ムラサキイガイが海水ろ過食であり、餌としている懸濁物質のPb濃度の相違を反映した結果だといえる。

海水中の沈降粒子状物質の分析結果から、汚染源から数10m付近までは汚染土壌の流入あるいは底泥の巻き上げにより海水が懸濁し、未だにPb汚染の悪影響が大きいこと、100m程度離れた場所ではそれらの影響が比較的小さいことがわかった。

3.5 大気降下物

図1に示したH、I、J地点で採取した大気降下物のPb濃度は、それぞれ608、11,838、5,776 $\mu\text{g/g dry}$ で、汚染源に近いI、J地点の大気降下物のPb濃度が明らかに高かった。27日間の大気降下物総量はそれぞれ0.011、0.038、0.108gで、I、J地点では降下物の量も多かった。これらの結果から表面積0.038 m^2 の大気降下物採集容器に27日間に降下したPbの総量を計算すると、それぞれ7、450、624 μg となり、汚染源から数10mしか離れていないI、J地点では、約3000m離れたH地点より2桁多かった。汚染源となった工場では排気設備が整えられ、保健所による排気管理もなされているため(ただし、常時モニタリングされているのは二酸化硫黄のみ)、本来はPbの新たな負荷が抑えられているはずだが、実際にはどこまで抑えられているのか疑問が残る。工場に出入りする車両によって運び出される粉塵や2008年の調査からも明らかになっているPbを高濃度に含む土壌が、汚染源付近に巻き上げられて大気中を循環していることも一つの原因として考えられる。またこの粉塵の一部は、A~E地点が位置する入江にも降下していると推察される。

4. まとめ

4.1 2009年度調査結果まとめ

2009年時点のPb汚染の残存状況を調べた。底泥からは、汚染源より約200m圏内まではかなり高濃度の、200~400m圏内は非汚染域に比べるとやや高濃度のPbが検出された。海水中

の沈降粒子状物質からは、汚染源から60m 地点ではかなり高濃度の、150m 地点では非汚染域に比べるとやや高い程度の Pb が検出された。非汚染域から移植して2週間以上経過したムラサキイガイにおいては、汚染源から60m 地点ではかなり高濃度の、150m 地点では非汚染域に比べるとやや高い程度の Pb が検出された。舞鶴市内の鮮魚店で購入した湾内および湾口付近で漁獲された20種の魚介類の可食部の Pb 濃度は検出限界以下であったことから、舞鶴産魚介類の食品としての安全性が確認された。大気降下物の Pb 分析の結果では、工場周辺の数10m 範囲で3,000m 離れた地点に比べて2桁程度高かった。以上をまとめると、Pb 汚染の広がりはいささか小さいが、汚染源近くでは、汚染土壌の大気中への巻き上げや大気経由あるいは雨水の流入に伴う入江への汚染土壌の負荷、汚染底泥の海水への巻き上げなど、Pb の複雑な循環によって高レベルの汚染が維持されていた。

ムラサキイガイは、非汚染域から汚染域に移植して少なくとも2週間で周辺の環境状態を反映すること、逆に汚染域から非汚染域に移植した場合は4週間経っても濃度低下が十分でないことが分かった。また、ムラサキイガイでの Pb の生体内半減期は2週間前後であると推察された。

4.2 2007年～2009年舞鶴湾調査総括

3年間の調査で、海域では底泥、ムラサキイガイ、アサリ、カキ、魚介類、沈降粒子状物質を、陸域では土壌、大気降下物、水たまりのスス状物質、樹皮、樹木付着物を採取して、Pb を分析した。海域での著しい Pb 汚染は汚染源近くの入江内に留まっており、その影響は湾全体にまでは広がっていないことが分かった。湾内で汚染源付近を除く海域で漁獲された魚介類の食品としての安全性も確認できた。ただし、入江内の各種サンプル中の Pb 濃度は、他の湾の Pb 濃度^{1,3-5,8-9)}、食品安全基準¹¹⁾、諸外国の環境基準^{12,13)}などと比較しても非常に高く、汚染源工場が位置する入江は非常に劣悪な環境であると言わざるをえない。

2007年12月には2度目の浚渫・覆砂対策が行われたもののその効果は思わしくなく、入江内では2009年でも高レベルの Pb 汚染が残存していた。陸域では汚染範囲の正確な判定は難しいが、汚染源とその関連施設との間で採取した試料の多くが非常に高濃度の Pb を含んでいた。土壌、スス、樹木付着物などの汚染レベルが高いことは、風による巻き上げや降雨時流出により、それらが二次汚染の原因となることを示す。特に問題となっている地域はすり鉢状の地形になっており、汚染の最終到達点が入江になっている可能性が高い。汚染源付近では陸域、海域を含めた Pb の循環を考慮し、今後の経過を見守る必要がある。

劣悪な鉛汚染を引き起こした R 工場には最も大きな責任がある。しかも、この工場では鉛のリサイクルが行われており、世間一般ではリサイクルが環境に配慮した行為とされているところに複雑な問題を感じる。今回のような劣悪な公害問題が起り、現在でも対策が不十分である理由の一つは、鉛汚染問題が現在の日本の法律では取り締まれないことである。日本では環境基準のほとんどが人の健康を守るという観点から定められている。Pb についても人の直接摂取が問題にされている。すなわち、井戸水や食品の基準、事業所からの排気および排水基準が定められているのみであり、人に直接影響のない土壌、もしくは海域が汚染された場合に

改善を義務付ける法律がない。今回も、基準が定められている工場の排水と排気に関しては取り締まりが行われたが、一度環境に放出されてしまった汚染に関しては十分な対策がとられてこなかった。行政が法律に基づいて指導を行うため、環境基準そのものの改善が必要である。

謝辞

本研究の一部は2009年度神戸女学院大学研究所助成金によって行ったものであり、記して感謝の意を表す。また、舞鶴湾でのサンプリングでは京都大学フィールド科学研究センターの佐藤一夫氏に御協力いただいた。

参考文献

- 1) 江口さやか, 稲葉法子, 白石有希, 上野正博, 益田玲爾, 山下 洋, 山本義和. 京都府舞鶴湾内の重金属汚染実態調査—鉛汚染の現状把握を中心に—. 神戸女学院大学論集 2008; 55(2): 118-131.
- 2) 江口さやか, 薄元志帆, 山本沙織, 芳村 碧, 上野正博, 益田玲爾, 山下 洋, 山本義和. 京都府舞鶴湾内の鉛を中心とした重金属汚染実態調査 2—二枚貝を用いた現地調査と移植試験—. 神戸女学院大学論集 2009; 56(1): 153-164.
- 3) 江口さやか, 薄元志帆, 山本沙織, 芳村 碧, 上野正博, 益田玲爾, 山下 洋, 山本義和. 京都府舞鶴湾の鉛を中心とした重金属汚染実態調査 3—底泥調査と陸上土壌調査—. 神戸女学院大学論集 2009; 56(1): 165-178.
- 4) 江口さやか, 薄元志帆, 山本沙織, 芳村碧, 上野正博, 益田玲爾, 山下洋, 山本義和. 京都府舞鶴湾の一部地域における鉛汚染追跡調査—生物試料, 底泥, 土壌を用いた汚染評価法—. 環境技術 2010; 39: 238-245.
- 5) 山本義和, 江口さやか. 現代の公害問題—京都府舞鶴湾の一部地域における鉛汚染—. 「水産の21世紀—食料自給を海から」(田中 克, 川合真一郎, 谷口順彦, 坂田泰造編), 京都大学学術出版会. 2010; 328-348.
- 6) 「改訂版 底質調査法とその解説」(環境庁水質保全局水質管理課編) 日本環境測定分析協会. 1998; 5-126.
- 7) 松本英二. 「沿岸環境調査マニュアル [底質・生物篇]」(竹松 伸, 増澤敏行, 松本英二, 吉村廣三編) 恒星社厚生閣. 1986; 31-34.
- 8) 山本義和, 長岡千津子. 内湾の重金属類のモニタリング. 「三陸の海と生物」(宮崎信之編) サイエンスティスト社. 2005; 179-195.
- 9) 長岡千津子, 山本義和, 江口さやか, 宮崎信之. 大阪湾における底質重金属濃度と底質環境との関係. 日本水産学会誌 2004; 70: 159-167.
- 10) 上田幸男, 住友寿明. 徳島県沿岸の底質の性状. 徳島県立農林水産総合技術センター水産研究所研究報告 2003; (2): 3-17.
- 11) 農林水産省: 「食品安全に関するリスクプロファイルシート」(http://www.maff.go.jp/www/council/council_cont/syohi_anzen/risk_kanri/dai03/siryo3.pdf).
- 12) Norwegian Pollution Control Authority (SFT), Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. 2007; TA2229.
- 13) Molvær J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfavann. SFT 1997; TA1467.

(原稿受理 2010年9月22日)