

廃瓦の再生材利用に向けた環境安全性評価

【水環境対策チーム】

岡本将揮、佐々木惣一郎、成岡朋弘

1 はじめに

日本における主要な屋根材である瓦は家屋の解体により廃瓦として多量に排出される。通常、廃瓦は産業廃棄物として安定型最終処分場で処理されるが、処分場の容量を圧迫する上、運搬コストも大きい。そのため、最終処分場の延命の観点からも廃瓦の再生材としての利用が望まれる。

一方で瓦製造においては昭和50年頃に釉薬の熔融温度を低下させることを目的に酸化鉛を含有した釉薬が普及していたことが知られており⁽¹⁾、その年代付近に製造された瓦は鉛を含んでいる可能性がある。鳥取県内でも、この瓦が使用されている可能性は十分に考えられる。一般に廃瓦の再生材としての用途は地盤材料や舗装材料とされるが、鉛等の有害物質を溶出する可能性のある廃瓦がそのまま再生材として利用されれば土壌への重金属汚染が懸念される。したがって、廃瓦を再生材として利用するには、その環境安全性の確認が望まれる。

そこで廃瓦の鉛含有量の実態を明らかにするために、廃瓦の含有量試験及び溶出試験を実施したので結果を報告する。

2 方法

2.1 釉薬面の鉛含有量測定

実験に供した廃瓦は鳥取県内の建設会社の解体現場から採取した。釉薬面の鉛の含有量を把握するため、廃瓦の釉薬面を蛍光 X 線分析装置 (X-Ray Fluorescence、XRF と略す) にて分析を行った。用いた装置は携帯型 XRF (Thermo Fisher Scientific 社製 XL3t-950S) であり、瓦の釉薬面の中央及び4隅の5カ所を測定し、その平均値を釉薬面の鉛含有量とした。

2.2 瓦全体の鉛含有量および溶出試験

瓦全体としての鉛含有量を評価するために瓦を粉碎・均一化した後に分析を実施した。瓦を金槌でおおまかに砕いた後、スタンプミル (日陶科学社製) にて目開きが 2mm のふるいを通過する粒径になるまで粉碎し、よく混合したものを全含有量及び溶出試験用の分析サンプルとした。

そのサンプルについて XRF 及び王水分解による全

含有量測定、土壌汚染対策法に基づいた含有量試験 (環境省告示第 19 号、Japan Leaching Test 19th、以下 JLT19 と略す) 及び環境庁告示 46 号土壌環境基準に基づいた溶出試験 (環境庁告示 46 号、Japan Leaching Test 46th、以下 JLT46 と略す) を行った。

なお、王水分解による全含有量については鉛以外の元素 (As, B, Cd, Cr, Se) も測定した。

本稿における有害元素の定量化は ICP-MS (Agilent 社製 7700x) を用いた。

3 結果と考察

3.1 釉薬面の鉛含有量

XRF で釉薬面の鉛含有量を測定した結果、採取した瓦は 11~33,000 mg/kg と廃瓦間で鉛含有量に大きな差があった (図 1)。その含有量は 10^2 mg/kg 以下のものと 10^4 mg/kg 付近のものとの、おおむね 2 つにグループ化される傾向が見られた。

このうち、鉛含有量が高い瓦に関しては酸化鉛が添加された釉薬が使用されている可能性があると考えられる。

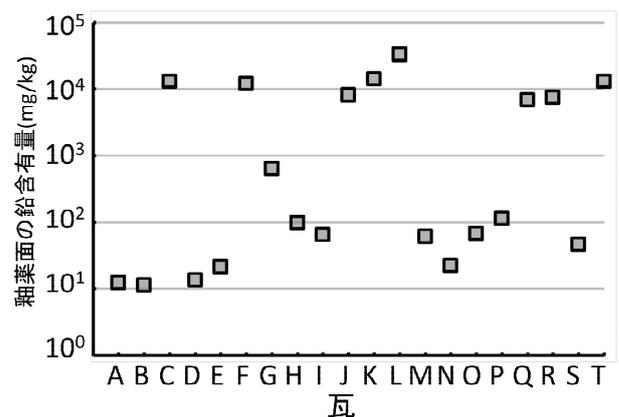


図 1 釉薬面の鉛含有量

3.2 瓦全体の含有量試験

釉薬面の鉛含有量と粉碎した瓦サンプルの全含有量（XRF と王水分解）の関係を図2に示した。

釉薬面の鉛含有量が 10^4 mg/kg 付近の瓦は、瓦全体の含有量が XRF と王水分解ともにおおむね1オーダー以上低下していた（図2）。

瓦の基質（粘土等）に比べ、釉薬の占める割合はごく表層のみである。釉薬面の鉛含有量が多い瓦でも、瓦全体として評価すれば、その含有量は釉薬面ほど高くなると推察された。

XRF と王水分解の値を比較すると王水分解の分析値のほうが低い値となった（図2）。このことは含有された鉛が釉薬のガラス質に封入されているため、王水などに溶出しにくい形態で存在していることを示唆している。

また、鉛以外の元素（ヒ素（As）、ホウ素（B）、カドミウム（Cd）、クロム（Cr）、セレン（Se））の含有量は、いずれも JLT19 の基準値を大幅に下まわる結果となり、極めて低値であった（表1）。このことから、鉛以外の元素は環境安全性上問題となるおそれが低いことが示された。

3.3 JLT19 による鉛含有量試験

採取した瓦20枚の全てが土壤汚染対策法の含有量基準未満であり、その数値はいずれも基準値の1/10未満と極めて低い値であった（図3）。XRF の鉛含有量が 10^3 mg/kg 程度ある瓦でも、瓦全体の含有量として評価すれば基準値を超過するおそれがないことが示された（図3）。

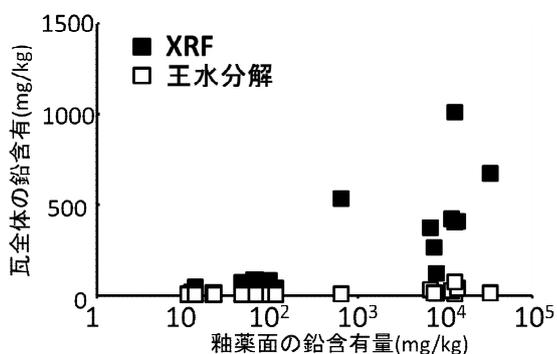


図2 釉薬面の鉛含有量と瓦全体の鉛含有量の関係

表1 王水分解による As, B, Cd, Cr, Se の含有量 (mg/kg)

| | As | B | Cd | Cr | Se |
|-----|------|------|------|-----|------|
| 瓦 A | 0.40 | 31.9 | 0.18 | 4.1 | 0.02 |
| 瓦 B | 0.50 | 15.7 | 0.19 | 3.3 | 0.01 |
| 瓦 C | 0.26 | 20.4 | 0.22 | 3.1 | 0.00 |
| 瓦 D | 0.28 | 17.1 | 0.17 | 0.1 | 0.00 |
| 瓦 E | 0.38 | 10.6 | 0.18 | 0.4 | 0.00 |
| 瓦 F | 0.37 | 22.6 | 0.19 | 3.7 | 0.00 |
| 瓦 G | 0.55 | 21.0 | 0.19 | 0.4 | 0.00 |
| 瓦 H | 0.56 | 24.6 | 0.18 | 3.3 | 0.00 |
| 瓦 Q | 0.28 | 8.3 | 0.18 | 1.9 | 0.00 |
| 瓦 I | 0.36 | 19.8 | 0.19 | 3.4 | 0.00 |
| 瓦 J | 0.60 | 43.5 | 0.18 | 3.7 | 0.00 |
| 瓦 K | 0.42 | 14.6 | 0.19 | 2.9 | 0.00 |
| 瓦 L | 0.52 | 38.7 | 0.19 | 4.3 | 0.00 |
| 瓦 M | 0.35 | 19.2 | 0.18 | 5.6 | 0.00 |
| 瓦 R | 0.83 | 16.1 | 0.19 | 3.0 | 0.00 |
| 瓦 S | 0.64 | 14.7 | 0.18 | 3.0 | 0.00 |
| 瓦 N | 0.37 | 19.0 | 0.19 | 4.5 | 0.00 |
| 瓦 O | 0.41 | 39.1 | 0.20 | 3.7 | 0.00 |
| 瓦 T | 0.83 | 41.9 | 0.17 | 4.1 | 0.00 |
| 瓦 P | 0.61 | 77.8 | 0.18 | 4.0 | 0.00 |

3.4 JLT46 による鉛溶出量

20枚とも基準値である0.01mg/Lを下回っており、そのうち14枚は定量下限値未満であった（図4）。このことは鉛釉薬瓦を再生材として利用しても環境中（土壌など）を汚染させるおそれは低いことを示している。

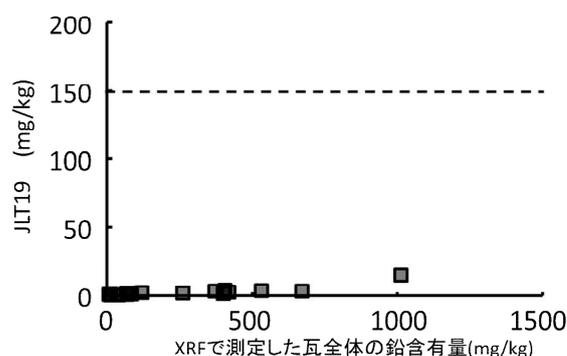


図3 JLT19 と瓦全体の鉛含有量の関係
(図中の破線は JLT19 の基準値)

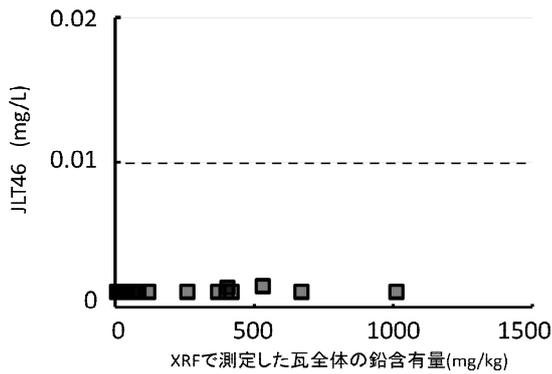


図4 JLT46と瓦全体の鉛含有量の関係
(図中の破線はJLT46の基準値)

4 結論

鳥取県内で採取した廃瓦20枚について釉薬面の鉛含有量を測定したところ、県内の解体現場にも鉛含有量の高い釉薬の瓦が存在していることが明らかになった。

しかし、XRF及び王水分解による含有量試験から瓦全体の鉛含有量として評価した場合、その値は釉薬面の含有量より低いこと、これに加え含有鉛は、王水などの酸に溶出しにくい形態で存在していることが示唆された。

さらにJLT19の結果から、鉛釉薬瓦は瓦全体の含有量として評価すれば基準値を超過しないこと、JLT46の結果からも瓦再生材が環境中を汚染する危険性が低いことも併せて明らかとなり、県内で発生した廃瓦を再生材として利用したとしても環境安全性は十分に担保できることが示唆された。

5 引用文献

(1) 江木 俊雄, 高橋 青磁, 中島 剛, 島根県産業技術センター研究報告, 49, 27-32 (2013) .