

土壌含有量調査法を用いた廃棄物中の重金属濃度について

Heavy Metal Content in Waste by Japanese Soil Content Test No.19

真鍋 潔司 山本 務 六車 満由美

Kiyoshi MANABE Tsutomu YAMAMOTO Mayumi MUGURUMA

はじめに

平成15年2月15日に「土壌汚染対策法」が施行され、同年環境省告示第十九号にて土壌含有量調査に係る測定方法(以下「告示法」という。)が定められた。

告示法は金属類の全量を計る方法として知られているアルカリ溶融法やふっ酸混酸分解法といった分解力の非常に強い方法を用いず、土壌環境中での化合物の形態の変化及び土壌からの対象物質の体内での摂取の実態の双方を考慮して定められた¹⁾ものであり、廃棄物を対象としたものではない。

しかし、循環型社会形成に向けて廃棄物の有効利用に対する環境影響評価の必要性が急務となっている²⁾ことから、告示法を利用して廃棄物及びリサイクル製品の質的安定性を調査することも1つの評価手段として考えられる。

そこで、廃棄物中の重金属(8元素)について、告示法とこれまで環境行政における唯一の含有量試験公定法

として廃棄物にも多く適用されてきた「底質調査方法(平成13年3月)」(以下「底質法」という。)での含有量を比較したので報告する。

調査方法

1 試料及び対象元素

表1に示す廃棄物11検体を粒径2mm以下に粉碎、調製したものを調査試料として、Cd, Pb, As, Se, Cu, Zn, Fe, Mnの8元素について含有量を調べた。

2 試験方法

各試料について告示法付表3(1)、底質法5.1.1(4)a)及び5.9.1(4)a)に準じて検液を調製後、底質法に準じて分析するとともに、乾燥試料1kgあたりの含有量に換算した。

また、熱しゃく減量は平成2年衛環第22号環境整備課長通知別紙2に準じて測定した。

表1 調査試料一覧

試料名	熱しゃく減量(%)	廃棄物の種類	試料採取箇所
1: グレイサイディングボード	15.9	ガラス陶磁器くず	建設廃棄物破碎選別施設 (コンクリート等破碎機, 又は 混合廃棄物破碎選別ライン)
2: 瓦(黒色)	0.2		
3: 石膏	2.7		
4: 再生砕石A	3.9	ガレキ類	
5: 再生砕石B	7.6		
6: 砂A	6.5		
7: 砂B	7.7		
8: コンクリートがら	4.2		
9: 焼却灰(産廃)	7.7	焼却灰	産業廃棄物焼却炉
10: ばいじん(産廃)	10.0	ばいじん	
11: ばいじん(一廃)	4.1		一般廃棄物焼却炉

表2 試験方法

調査方法	対象元素	検液の作成	測定方法
告示法	Cd, Pb, As, Se, Cu, Zn, Fe, Mn	告示付表3(1) (塩酸 1 mol/l (重量体積比 3 : 100) で2時間連続(水平)振とう後, 0.45 μm メンブランフィルターろ過)	Cd : 溶媒抽出 - ICP質量分析法 Pb, Cu, Zn, Fe, Mn : フレーム原子吸光法
底質法	Cd, Pb, Cu, Zn, Fe, Mn	底質法5.1.1(4) a) 湿式分解法 (硝酸・塩酸分解)	As, Se : 水素化合物発生原子吸光法
	As, Se	底質法5.9.1(4) a) 湿式分解法 (硝酸・硫酸分解)	

表3 含有量結果

(mg/kg)

項目 試料	調査法	Cd	Pb	As	Se	Cu	Zn	Fe	Mn
		0.9	27	5.0	0.4	23	210	8500	310
グレイサイディングボード	告示法	0.9	27	5.0	0.4	23	210	8500	310
	底質法	1.4	27	5.0	1.8	32	220	13000	390
瓦	告示法	<0.2	1.4	1.4	<0.2	16	3.9	1800	58
	底質法	<0.2	5.7	5.8	<0.2	50	62	49000	700
石膏	告示法	0.2	4.7	0.5	<0.2	1.2	11	290	40
	底質法	0.3	6.1	0.8	<0.2	2.2	21	1200	44
再生砕石A	告示法	0.5	78	4.0	<0.2	46	180	5100	230
	底質法	0.6	85	6.1	0.3	48	260	20000	520
再生砕石B	告示法	0.8	120	4.4	<0.2	58	380	5800	360
	底質法	0.8	120	6.1	0.3	98	440	24000	560
砂 A	告示法	0.6	170	7.0	<0.2	72	270	5100	250
	底質法	0.6	170	9.0	0.5	100	270	21000	430
砂 B	告示法	0.8	340	5.0	<0.2	94	390	7000	320
	底質法	0.8	370	7.0	0.3	120	410	26000	520
コンクリートから	告示法	0.6	15	2.5	<0.2	31	28	4900	320
	底質法	0.7	17	3.9	0.3	36	120	13000	440
焼却灰(産廃)	告示法	7	540	42	<0.2	4500	3100	6700	1100
	底質法	13	660	49	0.8	5200	4700	25000	1600
ばいじん(産廃)	告示法	120	4400	150	0.9	450	22000	4300	950
	底質法	130	4700	170	6.4	790	25000	37000	1200
ばいじん(一廃)	告示法	8.8	1200	4.8	<0.2	2200	4100	4600	470
	底質法	14	1500	6	3.3	3200	5100	17000	650

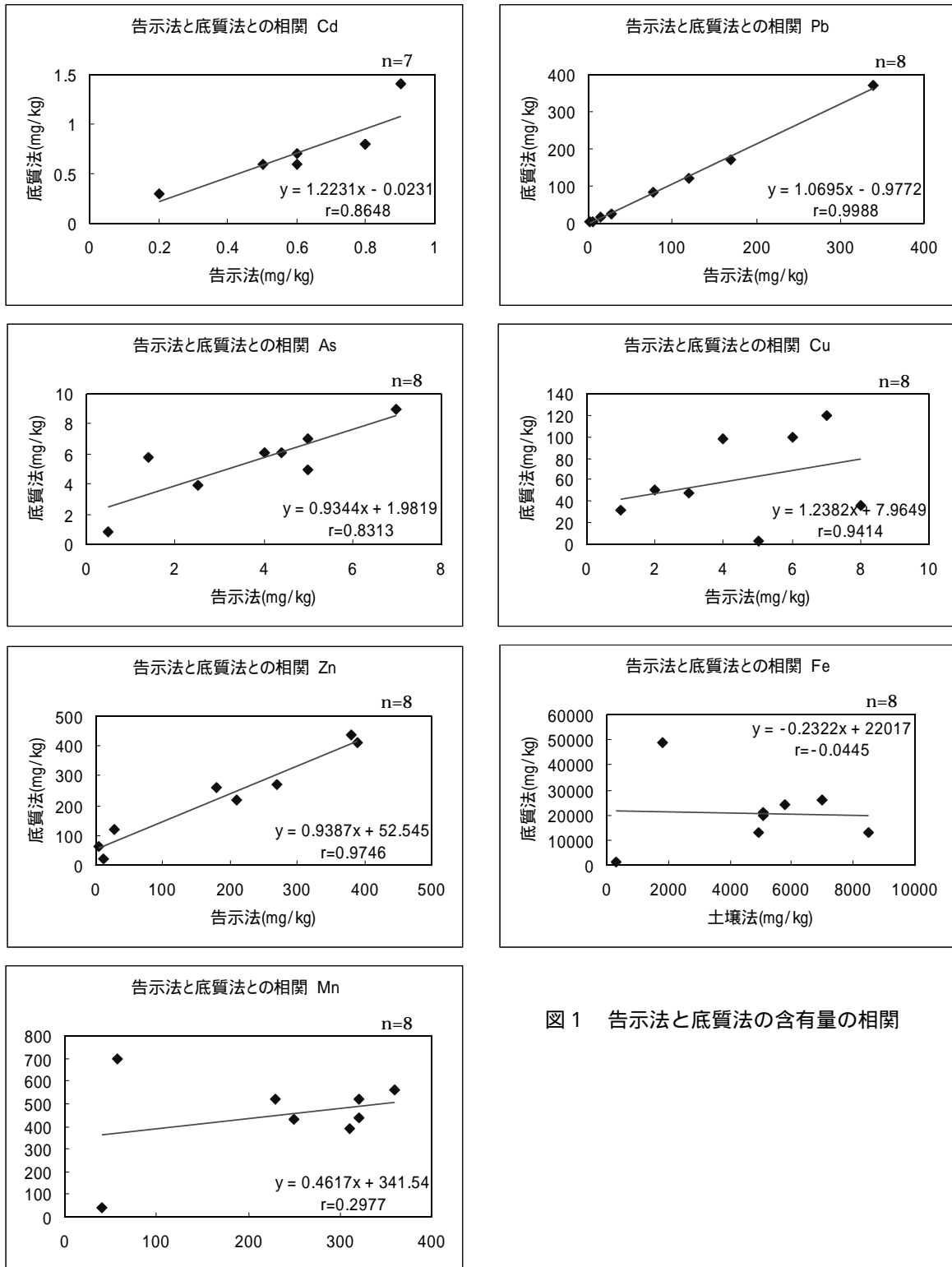


図1 告知法と底質法の含有量の相関

表4 告知法と底質法との相関係数 (Cd : n = 7 , Pb , As , Cu , Zn , Fe , Mn : n = 8)

	Cd	Pb	As	Cu	Zn	Fe	Mn
相関係数	0.8648*	0.9988**	0.8313*	0.9414**	0.9746**	-0.0445	0.2977

* : 危険率 5 % ** : 危険率 1 %

表5 底質法に対する告示法の割合(告示法/底質法×100)

(%)

項目	Cd	Pb	As	Se	Cu	Zn	Fe	Mn	平均 (Cd, Seを除く)
グレイサイディングボード	64	100	100	22	72	95	65	79	85
瓦	-	25	24	-	32	6	4	8	16
石膏	67	77	63	-	55	52	24	91	60
再生砕石A	83	92	66	-	96	69	26	44	65
再生砕石B	100	100	72	-	59	86	24	64	68
砂 A	100	100	78	-	72	100	24	58	72
砂 B	100	92	71	-	78	95	27	62	71
コンクリートがら	86	88	64	-	86	23	38	73	62
焼却灰(産廃)	54	82	86	-	87	66	27	69	69
ばいじん(産廃)	92	94	88	14	57	88	12	79	70
ばいじん(一廃)	63	80	80	-	69	80	27	72	68
平均	81	84	72	18	69	69	27	64	64
最大値	100	100	100	22	96	100	65	91	85
中央値	85	92	72	18	72	80	26	69	68
最小値	54	25	24	14	32	6	4	8	16

結果及び考察

1 告示法及び底質法による含有量を表3に示す。告示法では1試料でCd, 9試料でSeが, 底質法では1試料でCd, 2試料でSeが定量下限値未満であった。また, すべての元素において告示法が底質法を上回る試料はなかった。

告示法と底質法での含有量の関係を明確にするために元素毎(Seを除く)に両試験方法での含有量の相関を図1及び表4に示した。なお, 焼却灰等の高濃度試料の影響が無視できないため, 1から8の8試料(Cdは7試料)を対象とした。その結果Pb, Cu, Znで危険率1%, Cd, Asで危険率5%の有意な相関が認められたが, Fe, Mnでは認められなかった。

2 次に, 底質法に対する告示法の含有量割合を表4に示す。元素別にみると, 平均割合がCd: 81%, Pb: 84%, As: 72%, Se: 18%, Cu: 69%, Zn: 69%, Fe: 27%, Mn: 64%であり, 全ての試料においてPbが比較的高値であり, Feが低値であった。

試料別では瓦が大幅に低値を示した。瓦は有機物含有量の指標となる熱しゃく減量が他試料に比べて大幅

に低値であることから, 有機物含有量との関係を明確にするため, 熱しゃく減量と含有量割合との相関(Seを除く)を図2及び表6に示した。その結果, 各試料における平均割合(割合が算出不可の試料を含むCd, Seを除く)との相関では危険率1%の有意な相関が認められたが, 各元素別にみると半数以上の元素で有意な相関は認められなかった。このことから, 有機物含有量の多い試料では, 有機物に付着した金属が塩酸1 mol/l, 2時間振とうの条件においても容易に溶解することにより告示法値が高くなると考えられるが, 異種の廃棄物を全体としてとらえることは困難であると考えられた。

また, 全分析での含有量と酸分解での含有量との関係において, 石炭灰等のケイ酸を多く含む試料では酸分解値の全分析値に対する割合がかなり低いという報告²⁾があることから, 今後, 告示法と底質法との関係においてもケイ酸含有量の影響も調査する必要があると思われる。

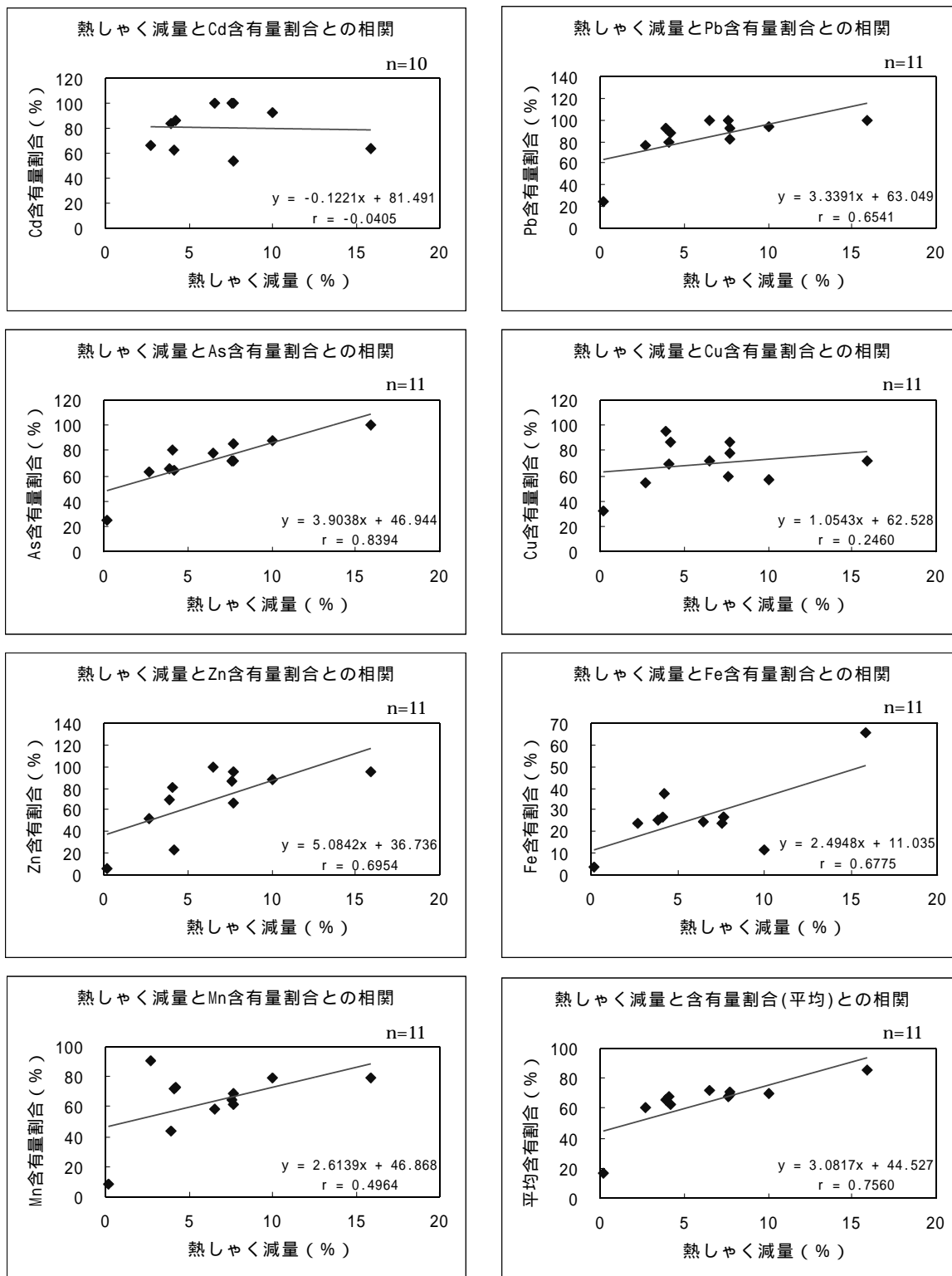


図2 熱しゃく減量と底質法に対する告示法の含有割合との相関

表6 熱しゃく減量と底質法に対する告示法の含有割合との相関
(Cd : n = 10, Pb, As, Cu, Zn, Fe, Mn : n = 11)

	Cd	Pb	As	Cu	Zn	Fe	Mn	平均 (Cd, Seを除く)
相関係数	-0.0268	0.6541	0.8394**	0.2460	0.6954*	0.6775*	0.6964	0.756**

* : 危険率 5% ** : 危険率 1%

まとめ

廃棄物11試料の重金属8元素を対象に、告示法及び底質法による含有量(酸溶出量)を比較検討した結果、次の結果を得た。

- 1 すべての元素において告示法が底質法を上回る試料はなかった。
- 2 Cd, Pb, As, Cu, Znでは、告示法が高い場合に底質法も高くなる傾向が見られたが、Fe, Mnではその傾向が見られなかった。
- 3 底質法に対する告示法の割合は試料及び元素により異なるが、Pbは比較的高く、Feは低い割合を示した。
- 4 有機物含有量の多い試料では告示法値が高くなると思われるが、底質法との関係において異種の廃棄物を比較することは困難であった。

文 献

- 1) 中央環境審議会：土壤汚染対策法に係る技術的事項について(答申)25(平成14年9月20日)
- 2) 貴田晶子：廃棄物の化学性状評価における試験方法，廃棄物学会誌，11(6)，417 - 426，(2000)