

## 鶏糞焼却灰による重金属不溶化特性について

### Insolubilization of Heavy Metals using ash from Poultry Manure Incinerators

三好 益美                      安藤 真由美                      松野 宏治                      高尾 仁士  
Masumi MIYOSHI    Mayumi ANDOU    Kouji MATSUNO    Hitoshi TAKAO  
小島 俊男                      串田 光祥  
Toshio KOJIMA    Mituyoshi KUSHIDA

#### 要 旨

バイオマス資源の有効活用を目的に、香川県内の鶏糞を焼却処理している事業所を対象に鶏糞焼却灰の実態調査を行った。その結果、事業所から発生する鶏糞は殆どが焼却処理されており、鶏糞焼却灰は1事業所あたり1日0.5～4.5トン発生することが明らかになった。これらの焼却灰の有効利用が可能であれば、産業廃棄物処理費用の大幅な削減が見込まれる。

今回の調査で、これらの焼却灰は18～39%のカルシウムと6～11%のリンを含有し、ある種の焼却灰は焼成することによりハイドロキシアパタイトと酸化カルシウムの複合素材に変化することを確認した。これらの成分を利用して鉛及びカドミウムの汚染土壌の不溶化材として活用する方法を検討したところ、鉛、カドミウムともに土壌環境基準値以下まで低減することが可能であった。また、鶏糞焼却灰の土壌中の重金属に対する吸着反応は、今回検討を行ったすべての重金属において焼却灰混合直後に反応が進行し、不溶化は少なくとも7日間安定であることが明らかとなった。以上のことから、鶏糞焼却灰は重金属不溶化材として有効であることが示唆された。

キーワード：バイオマス資源 鶏糞焼却灰 不溶化処理技術 環境浄化材

#### I はじめに

香川県は全国でも有数の養鶏県であり、養鶏は県内でも主要な基幹産業である。香川県の畜産産出額は県全体の農業産出額の約36%を占めており<sup>1)</sup>、中でも養鶏は畜産物総産出額の約66%を占めている。<sup>2)</sup> それに伴い、大量の家畜排泄物が発生し、水質汚濁、悪臭等の問題が危惧されている。そのため、廃棄物の減容化と熱回収を目的に焼却処理がなされているが、焼却灰の大部分は埋立処分されているのが現状であり、養鶏業者の処理費用等の負担も増加する傾向にある。

一方、土壌汚染対策法では、第二種特定有害物質（重金属等）による地下水汚染が生じている場合、第二溶出基準に適合した汚染土壌に対し、原位置不溶化または不溶化埋め戻しの方法が規定されている。重金属の不溶化処理技術についてはセメントなどの固化材を用いて行うケースが多く実施されているが<sup>3)</sup>、今回、天然由来の鶏糞焼却灰を土壌浄化における重金属不溶化材として活用する方法を検討した。肥料原料としての使用が一般的である鶏糞焼却灰を汚染土壌の不溶化に活用することにより、新たに工業生産された薬剤を投入する必要がなく、また、廃棄物最終処分場の残余年数の延命にもつながることから、環境浄化対策としても今後普及することが期

待される。

#### II 方法

##### 1 実態調査の方法

###### (1) 聞き取り調査

香川県内の養鶏事業所で発生する鶏糞焼却灰の処理方法について現場での実態を把握するため、鶏糞を焼却処理している事業所（8事業所）を訪問し、表1の内容について聞き取り調査を実施した。

表1 聞き取り調査の内容

<b>【聞き取り調査】</b>
① 養鶏の種類
② 年間鶏糞発生量
③ 焼却施設の稼働状況
④ 焼却灰の利用状況

###### (2) 鶏糞焼却灰の性状分析

鶏糞焼却灰の試料提供を受け、蛍光X線分析装置（XRF）による化学組成分析及びX線回折装置（XRD）による性状分析を行った。焼却灰の溶出試験は環境庁告示第13号試験に基づきICP-MS、ICP-AES、イオンクロマトグラフ、吸光光度計により分析を行った。XRFによる分析は香川県産業技術センターによる。

## 2 重金属吸着試験

鶏糞焼却灰を重金属の不溶化材として利用することを目的に汚染土壤に鶏糞焼却灰を混合し、重金属吸着試験を行った。

### (1) 汚染土壤の不溶化処理

汚染土壤は2mmメッシュのふるいを通じた非汚染土壤に重金属混合標準試薬を添加し湿潤させて均一化した後、風乾し粉碎したものをを用いた。汚染土壤は2種類作製し、各々汚染土壤Ⅰ、汚染土壤Ⅱとした。

汚染土壤Ⅰに不溶化材として鶏糞焼却灰、水酸化カルシウム、ハイドロキシアパタイト（以下、HAPと称す）市販品を各々添加し、ポリプロピレン製バットの中で十分混合した。この不溶化処理汚染土壤を7日間風乾後、土壤溶出量試験を実施した。なお、鶏糞焼却灰は予め800℃、4時間電気炉で加熱したものをを用いた。

不溶化処理の実験条件については表2に示す。鶏糞焼却灰は、汚染土壤の量（湿量）の10%を混合した。水酸化カルシウム及び市販HAPについては、鶏糞焼却灰中のカルシウム含有量を30%と想定しそれに相当する量を算定し混合した。

表2 不溶化処理の条件

不溶化材	混合率(%)
鶏糞焼却灰(試料A~H)	10
水酸化カルシウム	5.6
市販HAP	7.5

### (2) 土壤溶出量試験

汚染土壤Ⅰ中の有害物質（鉛、カドミウム）の吸着性を検討するとともに共存する重金属（鉄、マンガン、銅、コバルト、ニッケル、アルミニウム、バリウム）について金属間相互作用及び吸着性を検討するため、環境庁告示46号による溶出量試験を実施し吸着性能を評価した。

## 3 重金属吸着反応試験

鶏糞焼却灰の汚染土壤中の重金属に対する吸着反応速度を確認するため、汚染土壤Ⅰと同様の方法で作製した汚染土壤Ⅱに鶏糞焼却灰を5%（湿量）の割合で混合し、混合直後、混合後1日、3日、7日間風乾した不溶化処理汚染土壤について土壤溶出量試験を行い、土壤中の重金属（鉛、カドミウム、砒素、鉄、マンガン、銅、コバルト、ニッケル、バリウム）について吸着反応速度を検討することとした。鶏糞焼却灰は、採卵鶏焼却灰B及び

ブロイラー焼却灰Gを800℃、4時間電気炉で加熱したものを試験に用いた。

## III 結果

### 1 実態調査の結果

#### (1) 聞き取り調査

##### ① 養鶏の種類

事業所により飼育数、規模は異なるが、育成鶏、成鶏、ブロイラーを飼育している。成長過程により供与する飼料が異なる。

##### ② 年間鶏糞発生量

事業所や季節により飼育数が異なるため、鶏糞発生量にもばらつきがあるが、調査時点での発生量は年間1.5~5500トンであった。

##### ③ 焼却施設の稼働状況

焼却施設の稼働状況について、8事業所中5事業所が1日の稼働時間24時間、年間の稼働日数365日であった。その他3事業所については、鶏糞の処理方法が季節により異なるため、稼働状況にも季節変動があった。1日あたり鶏糞焼却灰の発生量は0.5~4.5トンであった。

##### ④ 焼却灰の処理又は利用状況

焼却灰は肥料原料として販売するほか、発酵鶏糞の水分調整に使用している。土壤改良剤として自家処理するケースもあった。

#### (2) 性状分析結果

##### ① 鶏糞焼却灰のXRF化学組成分析結果

鶏糞焼却灰のXRF分析の結果を図1に示す。鶏糞焼却灰A、B、C、DとE、F、G、Hの組成には異なる特徴が見える。鶏糞焼却灰A、B、C、Dは、CaOの含有量が多く、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>及びK<sub>2</sub>O、MgOの含有量が少ない。一方、

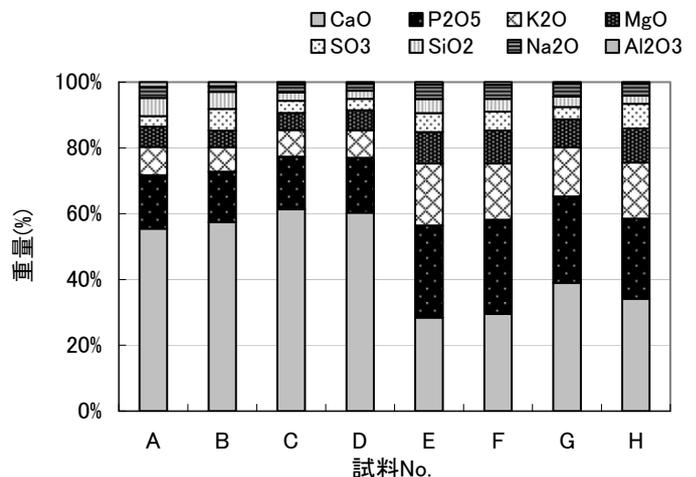


図1 鶏糞焼却灰のXRF化学組成分析

鶏糞焼却灰E, F, G, HはCaOの含有量が低く、 $P_2O_5$ 及び $K_2O$ ,  $MgO$ の含有量が多い。各試料について詳細な調査を行ったところ、焼却灰A, B, C, DはCaを多く含む飼料を与えた主に採卵鶏の鶏糞焼却灰であり、焼却灰E, F, G, Hは主に成鶏、ブロイラーの鶏糞焼却灰であることがわかった。そこで、焼却灰A, B, C, Dのグループを採卵鶏焼却灰、焼却灰E, F, G, Hのグループをブロイラー焼却灰とし、組成分析の結果を表3のとおりまとめた。採卵鶏焼却灰のCaO含有量が平均56.6%であるのに対し、ブロイラー焼却灰のCaO含有量は平均31.3%であった。

一方、 $P_2O_5$ の含有量は採卵鶏焼却灰で平均15.6%であるのに対し、ブロイラー焼却灰は平均25.5%であった。 $K_2O$ 含有量は、採卵鶏焼却灰で平均7.8%、ブロイラー焼却灰で16.2%であり、 $MgO$ 含有量は採卵鶏焼却灰で平均5.4%であるのに対し、ブロイラー焼却灰は平均9.2%であり、2倍近くの差が生じている。

Ca:Pの比は、採卵鶏焼却灰が1:0.17、ブロイラー焼却灰が1:0.50であり著しく性状が異なっていた。

② 鶏糞焼却灰のXRD分析結果

採卵鶏焼却灰焼成前後のXRD分析の結果を図2.1、図2.2に、ブロイラー焼却灰の焼成前後のXRD分析の結果を図3.1、図3.2に示す。焼成前の採卵鶏焼却灰では $CaCO_3$ のピークが出現し、CaO及びHAPのピークは認められなかった。800℃、4時間焼成後の焼却灰ではCaO及びHAPのピークが出現し、形態の変化が認められた。同様に、焼成前のブロイラー焼却灰でも $CaCO_3$ のピークが出現し、CaO及びHAPのピークは認められなかったが、焼成後もCaOのピークは出現せず、HAPのピークが僅かに認められ、焼成後の採卵鶏焼却灰とは異なる形態に変化したと推察される。

採卵鶏焼却灰について、XRFの分析値からHAP及

表3 鶏糞焼却灰の組成分析結果

項目	単位	採卵鶏焼却灰				ブロイラー焼却灰			
		平均	最小	～	最大	平均	最小	～	最大
CaO	%	56.6	52.7	～	59.0	31.3	27.1	～	37.3
$P_2O_5$	%	15.6	15.0	～	16.2	25.5	23.3	～	27.1
$K_2O$	%	7.8	7.2	～	8.2	16.2	14.3	～	18.0
$MgO$	%	5.4	5.0	～	6.0	9.2	8.1	～	9.9
$SO_3$	%	4.1	3.0	～	6.4	5.4	3.5	～	7.2
$SiO_2$	%	3.8	2.4	～	5.3	3.3	2.4	～	4.1
$Na_2O$	%	2.3	1.7	～	3.2	3.8	3.4	～	4.2
$Al_2O_3$	%	0.9	0.5	～	1.4	0.6	0.5	～	0.8
水分	%	0.83	0.19	～	2.1	0.93	0.24	～	2.1
強熱減量	%	21.0	9.1	～	26.3	7.1	2.2	～	9.8

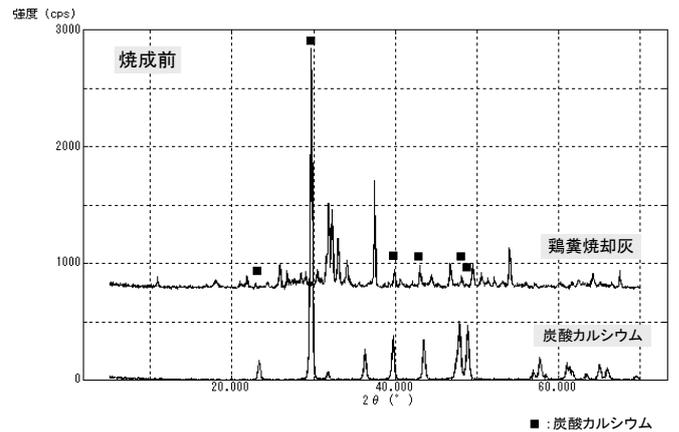


図2.1 採卵鶏焼却灰のXRD分析

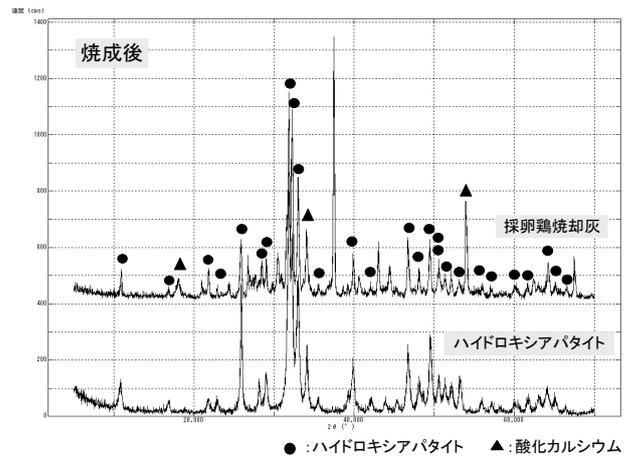


図2.2 採卵鶏焼却灰のXRD分析

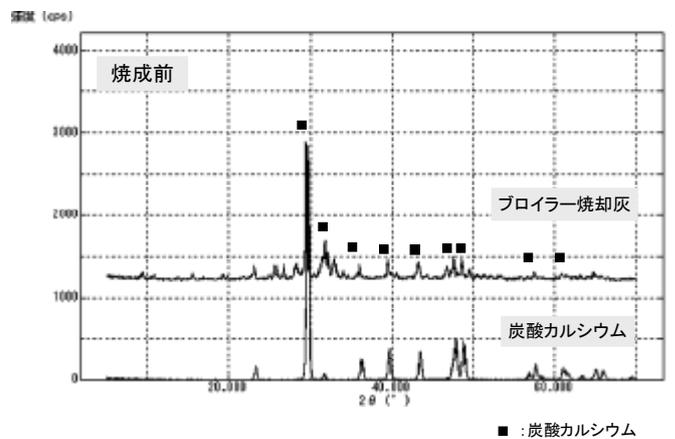


図3.1 ブロイラー焼却灰のXRD分析

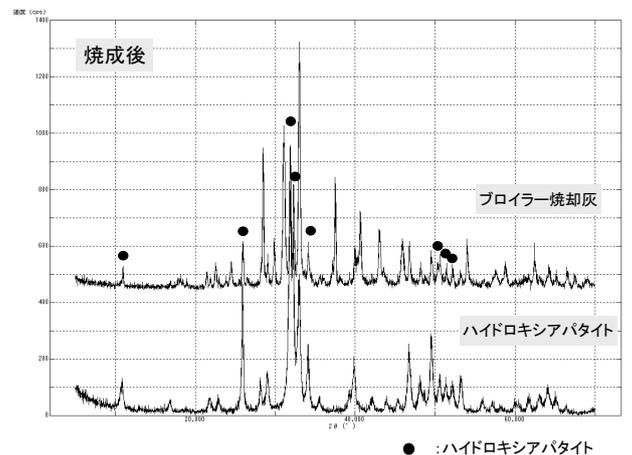


図3.2 ブロイラー焼却灰のXRD分析

びCaOの含有量を算出した。その結果を表4に示す。採卵鶏焼却灰A, B, C, Dは、35~38%のHAPと32~38%のCaOの複合体であることが分かった。

表4 鶏糞焼却灰のHAPとCaOの割合

試料	HAP量(%)	CaO(%)
A	36.5	32.3
B	35.4	36.4
C	36.5	38.6
D	38.2	37.4

### ③ 鶏糞焼却灰の溶出試験結果

環境庁告示13号による鶏糞焼却灰の溶出試験結果を表5に示す。溶出基準値が設定された項目以外に、溶出液のpH、カリウム、ナトリウム、マグネシウム、カルシウム、リン等の主要イオン成分の調査を行った。その結果、基準値が設定されている鉛、カドミウム、六価クロム、砒素、セレン、水銀については基準値以下であった。溶出液のpHは10.7~12.6とアルカリ性を呈した。全般にカリウム、ナトリウムの溶出量が多い傾向が見られた。焼却灰BとDのカルシウム溶出量が多い特徴が見られた。

## 2 重金属吸着試験

汚染土壌Iの溶出量試験結果(環告46号)を表6に

表5 焼却灰溶出試験結果(環告13号)

試料	pH	K	Na	Mg	Ca	P	Cd	Pb	As	Se	Cr(VI)	Hg
	—	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
A	11.6	5000	890	<0.1	6.0	3.3	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
B	11.3	5700	460	15	530	0.2	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
C	11.3	4800	350	0.1	13	1.3	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
D	12.6	4700	330	<0.1	750	0.1	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
E	10.7	8900	280	78	19	3.0	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
F	10.8	9000	100	30	43	0.5	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
G	10.9	7500	330	31	14	1.7	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005
H	11.6	9800	520	0.1	19	2.6	<0.005	<0.005	<0.3	<0.3	<0.5	<0.0005

表6 汚染土壌Iの溶出量

測定項目	環境庁告示46号試験	土壤環境基準
	mg/L	mg/L
Cd	0.24	0.01
Pb	0.10	0.01
Fe	19	—
Mn	25	—
Cu	0.12	—
Ba	1.4	—
Ni	0.39	—
Al	5.2	—
Co	0.080	—

表7 不溶化処理汚染土壌の溶出試験結果

測定項目	環境庁告示46号試験			
	採卵鶏焼却灰	ブロイラー焼却灰	水酸化カルシウム	HAP
	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Cd	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Pb	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fe	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Mn	<0.005	<0.005~0.23	<0.005	0.59
Cu	0.014~0.018	0.014~0.020	<0.005	0.006
Ba	0.10~0.16	0.047~0.11	0.064	0.050
Ni	<0.005	<0.005~0.006	<0.005	0.049
Al	0.38~10	0.009~1.8	0.21	<0.005
Co	<0.005	<0.005	<0.005	0.005

示す。実験に用いた汚染土壌Iのカドミウム溶出量は0.24mg/Lであり、土壤環境基準の約24倍の溶出量であった。鉛の溶出量は0.10mg/Lであり、土壤環境基準の約10倍の溶出量であった。

次に汚染土壌Iに鶏糞焼却灰、水酸化カルシウム、市販HAPを各々混合した不溶化処理汚染土壌について土壤溶出量試験(環告46号)を実施した。鶏糞焼却灰については、採卵鶏焼却灰を混合した汚染土壌とブロイラー焼却灰を混合した汚染土壌に分類し、溶出量試験の結果を表7にまとめた。有害物質のカドミウム、鉛については、採卵鶏焼却灰、ブロイラー焼却灰、水酸化カルシウム、市販HAPを各々混合した汚染土壌について溶出量はすべて検出下限値以下であり、不溶化処理が有効であることが確認された。鉄については、汚染土壌Iの溶出量が19mg/Lと高濃度の溶出量であったが、水酸化カルシウム、採卵鶏焼却灰、ブロイラー焼却灰、市販HAPを各々混合した汚染土壌について除去率が99.9%以上であり、良好な吸着能を示した。マンガンについては、汚染土壌Iの溶出量が25mg/Lと高濃度であったが、採卵鶏焼却灰及び水酸化カルシウムを混合した汚染土壌で検出下限値以下であり良好な吸着能を示したが、ブロイラー焼却灰及び市販HAPを混合した汚染土壌においては除去率が若干低い結果となった。銅については、汚染

土壌 I の溶出量が 0.12mg/L であったが、水酸化カルシウム及び市販 H A P 混合汚染土壌において除去率 99.9% と良好な吸着能力を示した。鶏糞焼却灰の混合汚染土壌については除去率が若干低い結果となった。バリウムは、汚染土壌 I の溶出量が 1.4mg/L であり、水酸化カルシウム及び市販 H A P 混合汚染土壌の除去率は 95.4%、96.4% を示し、採卵鶏焼却灰混合汚染土壌で 88.5~98.2%、ブロイラー焼却灰混合汚染土壌で 92.1~96.6% の除去率を示し、共存する他の重金属より除去率が低い傾向にあった。ニッケルの溶出量は 0.39mg/L であり、鶏糞焼却灰及び水酸化カルシウム混合汚染土壌で良好な吸着能力を示したが市販 H A P 混合汚染土壌では 87.4% の除去率であり、若干低い結果となった。アルミニウムについては、採卵鶏焼却灰、ブロイラー焼却灰、水酸化カルシウム混合汚染土壌で除去率が低かったが、市販 H A P 混合汚染土壌については検出下限値以下であり良好な吸着能を示した。コバルトについては、すべての混合汚染土壌について、良好な吸着能が得られた。

3 重金属吸着反応試験

汚染土壌 II の溶出量試験結果 (環告 46 号) を表 8 に示す。汚染土壌 II のカドミウム溶出量は 0.21mg/L であり土壌環境基準の約 21 倍の溶出量であった。鉛の溶出量は 0.035mg/L であり土壌環境基準の約 3.5 倍、砒素の溶出量は 0.020mg/L であり、土壌環境基準の約 2 倍の溶出量であった。

採卵鶏焼却灰 B 及びブロイラー焼却灰 G による不溶化処理汚染土壌の吸着反応試験の結果を図 4~8 に示す。図 4 はカドミウム、鉛の鶏糞焼却灰に対する吸着反応試験の結果を、図 5 は砒素の鶏糞焼却灰に対する吸着反応試験の結果を示している。採卵鶏焼却灰 B、ブロイラー焼却灰 G を各々汚染土壌に混合し直後に溶出試験を行った結果、有害物質のカドミウム、鉛、砒素について溶出量は両者とも土壌環境基準を満たしていることから、鶏糞焼却灰の土壌中のカドミウム、鉛、砒素に対する吸着反応は混合直後に反応が起こるものと考えられる。また、混合後 1 日、3 日、7 日経過後の溶出量に変化が見られないことから、吸着反応は安定であることが示された。図 5 より砒素については、採卵鶏焼却灰 B において混合直後より若干溶出濃度が上昇する傾向にあったが原因は不明であり、反応機構の詳細な調査が必要である。

図 6 は鉄、マンガンの鶏糞焼却灰に対する吸着反応を示している。これより、鉄、マンガンの吸着反応は焼却灰混

表 8 汚染土壌 II の溶出量

測定項目	環境庁告示 46号試験	土壌環境 基準
	mg/L	mg/L
Cd	0.21	0.01
Pb	0.035	0.01
As	0.020	0.01
Fe	13	—
Mn	3.9	—
Cu	0.23	—
Ni	0.27	—
Co	0.013	—
Ba	0.46	—

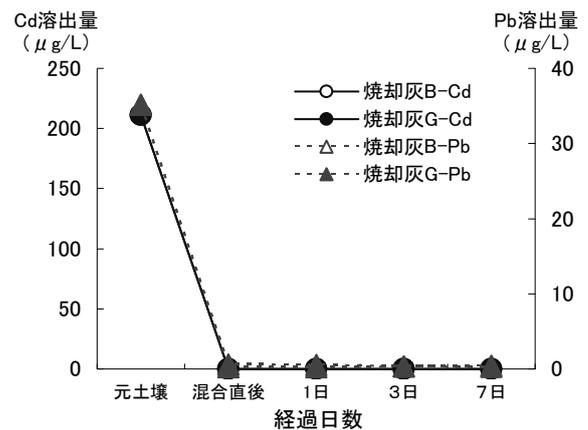


図4 カドミウム、鉛の鶏糞焼却灰に対する吸着反応

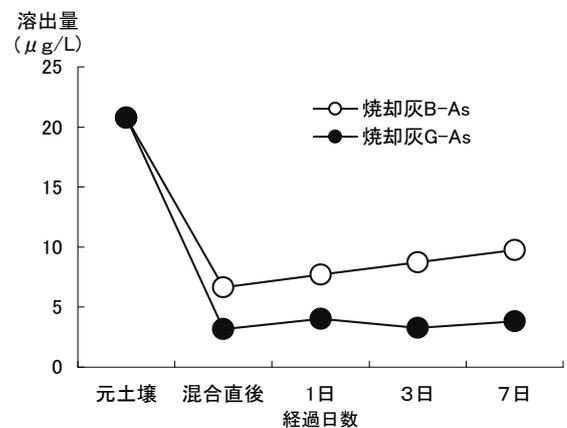


図5 砒素の鶏糞焼却灰に対する吸着反応

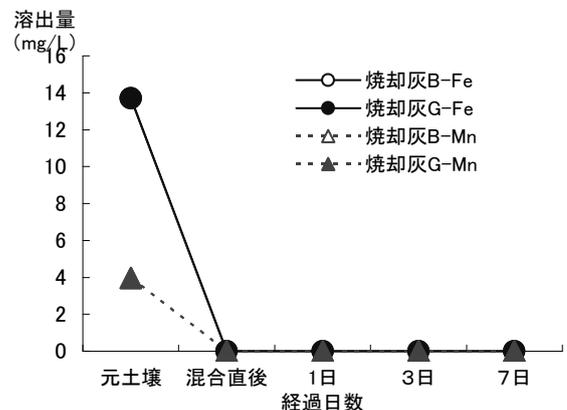


図6 鉄、マンガンの鶏糞焼却灰に対する吸着反応

合直後に反応し、鉄は焼却灰B、Gともに  $10 \mu\text{g/L}$  以下に、マンガンは焼却灰B、Gともに検出下限値以下まで低下しその後も同レベルで推移している。図7は、銅、ニッケルの鶏糞焼却灰に対する吸着反応を示しているが、銅、ニッケルについても混合直後に吸着反応が進み、焼却灰B、Gともにその後  $10 \mu\text{g/L}$  以下を維持している。図8は、コバルト、バリウムの鶏糞焼却灰に対する吸着反応を示す。焼却灰混合直後に反応し、コバルトは焼却灰B、Gともに検出下限値以下まで低下し、その後も溶出量は変わらず安定していた。バリウムは重金属吸着試験の結果からも、共存する他の重金属より吸着能力が若干低い傾向にあったが、吸着反応は焼却灰混合直後に反応が進むと見られ、その後も同レベルで推移している。採卵鶏焼却灰Bとブロイラー焼却灰Gで吸着能に若干の差が生じた。

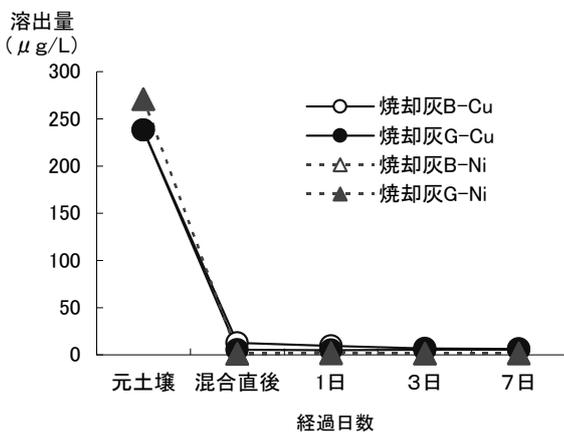


図7 銅、ニッケルの鶏糞焼却灰に対する吸着反応

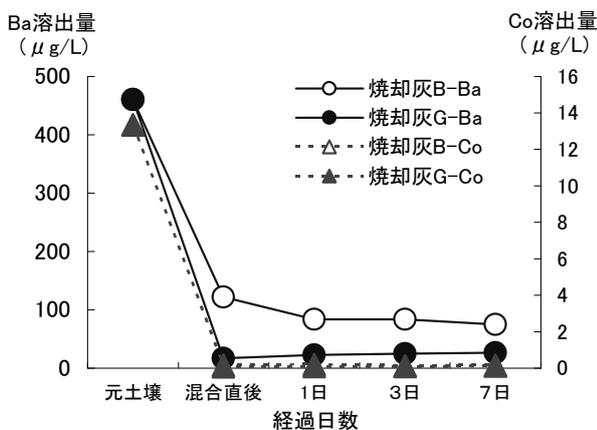


図8 バリウム、コバルトの鶏糞焼却灰に対する吸着反応

#### IV 考察

今回、重金属吸着試験において、カドミウムの土壤環境基準の24倍、鉛の土壤環境基準の10倍の溶出量を呈する汚染土壌に10% (湿量) の鶏糞焼却灰を混合し、不溶化処理を検討した。その結果、鶏糞焼却灰は鉛、カドミウムを土壤環境基準値以下まで除去することが出来、不溶化処理が有効であることが示された。採卵鶏焼却灰とブロイラー焼却灰は組成に顕著な違いが見られたが、本実験においては吸着能に著しい差は見られなかった。また、水酸化カルシウムと鶏糞焼却灰の比較においては、マンガン、銅、バリウムで鶏糞焼却灰が若干吸着能が低い傾向にあったが、その他の金属では同等の吸着能があることが示された。市販HAPでは、マンガン、バリウム、ニッケルで鶏糞焼却灰が若干能力を上回る結果となった。アルミニウムについては、市販HAPのみが良好な吸着能を示した。

今回実施した不溶化処理実験は、有害物質の鉛、カドミウムに対する吸着能だけでなく、共存する他の重金属の吸着性を確認するとともに、鉄等高濃度マトリックス共存下での不溶化について検討した。その結果カドミウム、鉛は高濃度マトリックス共存下でも、鶏糞焼却灰に対して極めて高い吸着能を示し、不溶化処理が有効であることが確認された。このことは、重金属複合汚染土壌の不溶化材としても有効である可能性が高い。

重金属吸着反応試験では、検討したすべての重金属が焼却灰混合直後に吸着反応が起こることを確認した。今回の実験条件下で吸着反応は少なくとも7日間は安定であることが示された。このことは、今後鶏糞焼却灰を重金属不溶化材として活用するために非常に有効であると考えられる。

今後は、不溶化材としての混合量や不溶化処理土壌の酸性、またはアルカリ性等過酷な条件下での安定性の評価及び長期溶出試験の検討も必要であると考えられる。

#### V まとめ

鶏糞焼却灰をカドミウム、鉛汚染土壌に添加混合し不溶化処理を行った。その結果、鶏糞焼却灰はカドミウム、鉛の不溶化に対して有効な不溶化材であることが示唆された。その効果は、マトリックス成分である鉄等の共存下でも有効であることが示された。

鶏糞焼却灰の土壌中重金属に対する吸着反応は、混合直後に反応することが確認され、吸着反応は実験条件下で7日間安定であることが確認された。

## 謝辞

本報告の試験用試料の提供ならびに実態調査にご協力いただきました香川県産業技術センター横田主席研究員、柴田主任技師ならびに香川県畜産試験場、香川県西部家畜保健衛生所、同西讃支所に深く感謝いたします。

## 文献

- 1) 香川県農政水産部畜産課：香川の畜産 2011
- 2) 農林水産省大臣官房統計部：香川県農林水産統計年報
- 3) 谷茂, 窪田洋司, 三浦光通, 高橋徹：重金属汚染土の火山灰土による不溶化特性—評価手法の検討—, 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 11, S4-17, (2005)

## Abstract

We conducted a survey of ash generated by the incineration of poultry manure from poultry businesses in Kagawa Prefecture, with the aim of effectively utilizing biomass resources. The results show that most of the waste produced by poultry businesses is disposed of by incineration. Every day, between 0.5 and 4.5 tons of ash from incinerated poultry manure are produced per business. If we can effectively utilize the incinerator ash, we may be able to drastically reduce the amount we spend on disposing of industrial waste.

In this survey, we confirmed that incinerator ash is 18-39% calcium and 6-11% phosphorus and that one type of incinerator ash changes into the compound materials of hydroxyapatite and calcium oxide when fired in a certain way. When we investigated using these compounds for the insolubilization treatment of lead- and cadmium-contaminated soil, we found that it was possible to reduce the lead and cadmium content of the soil to below the standard value. We also tested for the absorption of heavy metals in soil containing ash from poultry manure incinerators. We found that the ash absorbs all heavy metals immediately after mixing with the soil and insolubilization remains stable for at least 7 days. This suggests that ash from poultry manure incinerators could be utilized for heavy metal insolubilization.