



企画番号：21

企画タイトル：土壌成分の違いによる磁着性調査



2022 年度 プロジェクトリサーチ報告書

企画ナンバー②

土壌成分の違いによる磁着性調査

2022 年 11 月 7 日

龍谷大学先端理工学部
環境生態工学課程

Y200561 小松大地、Y200612 松井涼輔
Y200558 久保田夏樹、Y200534 今村孔一

【概要】 企画ナンバー②①

土壌成分の違いによる磁着性調査

Y200561 小松大地、Y200612 松井涼輔

Y200558 久保田夏樹、Y200534 今村孔一

1. 目的

土壌の種類によって、有機物量や粒径分布が異なる。磁着性を調査し、汚染土壌などの処理技術の性能向上の可能性を評価する。

2. 方法

土壌試料を電気炉 105°C で加熱し、土壌中の水分量を減らし、乾燥させる。その後、土壌試料を 10 g 用い、電気炉 750°C で 1 時間加熱する。加熱前と加熱後の重量を調べ強熱減量を求める。強熱減量は、有機物の指標になるため、今回は強熱減量の値を有機物量として使用する。土壌試料を 2000 μm 、1000 μm 、500 μm 、300 μm 、180 μm 、75 μm 、45 μm 、1 μm のふるいで分級をし、粒度測定を行う。土壌試料 10 g と磁性体を攪拌させものに磁石を用い、磁着分を回収する。磁着分の土の重量と容器に入れた土壌試料重量を求め磁着率を求める。磁性体は 0g・0.5g・1g・1.5g・2g・2.5g・3g と条件を変える。

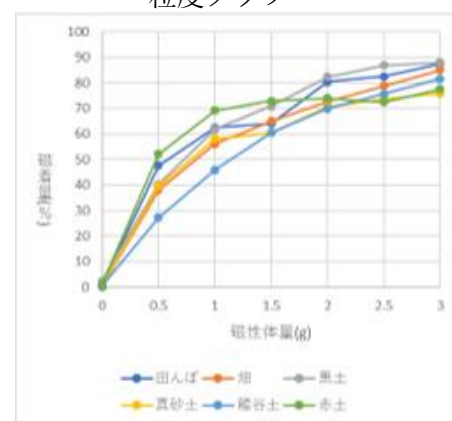


粒度グラフ

3. 結果および考察

粒径は、粒径 1 μm ~ 45 μm では田、粒径 75 μm ~ 500 μm では黒土・真砂土・赤土、1000 μm ~ 2000 μm では畑・龍谷土が高い値となった。磁着量は、磁性体量 2 g でどの土壌も約 7 割~8 割の磁着量を示した。グラフより、少ない磁性体量で赤土は多く磁着するが龍谷土はあまり磁着しないことが読み取れる。

真砂土は有機物量が少なく、磁着量が低い数値となった。有機物量が少ない土壌は、磁着量が低くなる傾向があるのではないかと考えられた。磁性体量 2 g (土壌 10 g に対して 2 割の磁性体量) でどの土壌も 7 割~8 割の磁着量示した。このことから磁力選別する磁



磁着量の変化グラフ

性体量は約 2 割~2.5 割で十分であると考えられた。粒径の大きい龍谷

土では、少ない磁性体量での磁着量が低い数値となった。このことから大きい粒径が多く分布している土壌を磁力選別するには多くの磁性体を必要とすることが考えられた。

4. 結論

有機物量・粒径分布の違いは磁着量に影響することが分かった。汚染土壌などを磁着選別するとき、有機物量、粒径分布に着目し、より効率的な磁力選別することに繋がる。

目次

第一章 序章	3
第二章 目的と計画	3
2-1 目的	3
2-2 計画	3
2-3 活動経過	4
第三章 試料と方法	4
3-1 試料、試薬、使用器具等	4
3-2 水分量の測定	5
3-3 有機物量の測定	5
3-4 土壌試料の粒度測定	5
3-5 磁力選別試験	7
3-6 実験フローチャート	8
第四章 結果及び考察	8
4-1 水分量の結果	8
4-2 実験フローチャート	9

4-3 土壤試料の粒度結果	9
4-4 磁力選別試験の結果	10
第五章 結論	11
まとめ.....	12
活動報告書	13
補助費明細	17

第一章 序章

2011年福島原発事故から約10年経った。事故により放射性セシウムは放出され、現在も土壌中に残り続けている場所は多く残っている。そのため放射性セシウムを効率的に除去する方法が求められている。土壌中の放射性セシウムの分布は2006年国際原子力機関(IAEA)の報告書より、1986年に起こったチェルノブイリ原発事故の影響調査では事故により振ったセシウム137の約80%が表面から10cm内の所にとどまっていることが分かっている。濃度が高い表土を除去する方法も考えられてはいたが、大量の廃棄土壌が生じてしまうことになり現実的でなく効率的な減容化が求められている。

現在、土壌中の放射線セシウムの除去、減容化技術はいくつか開発されている。

土壌から放射性セシウム脱離させる方法として、濃硝酸もしくは濃塩酸を使用し、90°C程度で加熱することで90%程度の放射性セシウムを土壌から抽出できることが知られている。しかし、コスト面や土壌の酸への溶出が大きいことが課題である。

水を利用した湿式分級では粗粒土を再利用することができるのがメリットであるが大量の濁水が発生し、その処理が非常に難しいことが課題である。

磁力選別をして放射性セシウム汚染土から細粒分を磁着分離することで全く排水を出さずに減容化させる方法がある。しかし上記の2つの方法に比べると放射線セシウムの除去率が課題である。

第二章 目的と計画

2-1 目的

土壌の種類によって、有機物量・水分量・粒径分布が異なる。それらの違いによる磁着性に影響されるのかを実験し評価する。その結果から磁力選別による放射線セシウムへの影響を考察する。

2-2 計画

6月に予備実験、7月に実験を行い、8月～10月に結果をまとめ、報告書・ポスターを作成する。

2-3 活動経過

(表 1)活動経過

5月23日	予備実験（有機物量の測定）
6月14日～20日	購入品、今後の計画
6月23日	予備実験（磁着性）
6月27日～8月1日	実験（有機物量、磁着性、粒径の測定）
8月31日～9月16日	報告書の作成

第三章 試料と方法

3-1 試料、試薬、使用器具等

本研究において使用した土壌試料は以下の通りである。

真砂土(メーカー)、黒土(メーカー)、赤土(メーカー)、田土(滋賀県犬上郡多賀町から採取)、畑土(滋賀県犬上郡多賀町から採取)、龍谷の森土

・酸化二鉄（規格含量:95.0+% (Titration)、製造元:富士フイルム和光純薬(株)、保存条件:室温、CAS RN*:1317-61-9、分子式:Fe₃O₄、分子量:231.53)

・棒磁石(磁力:5732G)

・乾燥機(ヤマト科学株式会社、型番:DKN811)

・強熱電気炉(Toyo Seisakusho Kaisha、型番 FUM322FB)

・電子天秤 ・蒸発皿 ・スパチュラ ・瓶

3-2 水分量の測定

各土壌試料を耐熱皿に入れて電気炉で 105°C にして水分がなくなるまで加熱した。冷却後、重量を測定し、以下の式で減少量から各試料に含まれている水分量を求めた。(式 1)

$$\text{水分量(\%)} = \frac{1 - \text{加熱後の重量(g)}}{\text{加熱前の重量}} \times 100$$

3-3 有機物量の測定

2-2 で作った乾燥した土壌試料 10 g を耐熱皿に入れて電気炉で 1 時間、750°C で加熱した。冷却後、重量を測定し、以下の式で減少量から土壌試料に含まれる強熱減量(有機物量)を求めた(式 2)

$$\text{強熱減量(\%)} = \frac{\text{加熱前の重量(g)} - \text{加熱後の重量(g)}}{\text{加熱前の重量}} \times 100$$

3-4 土壌試料の粒度測定

2-2 で作成した土壌試料を 2000 μm、1000 μm、500 μm、300 μm、180 μm、75 μm、45 μm、1 μm のふるいで分級を行った。



図 3-4 ふるいでの分級の様子

3-5 磁力選別試験

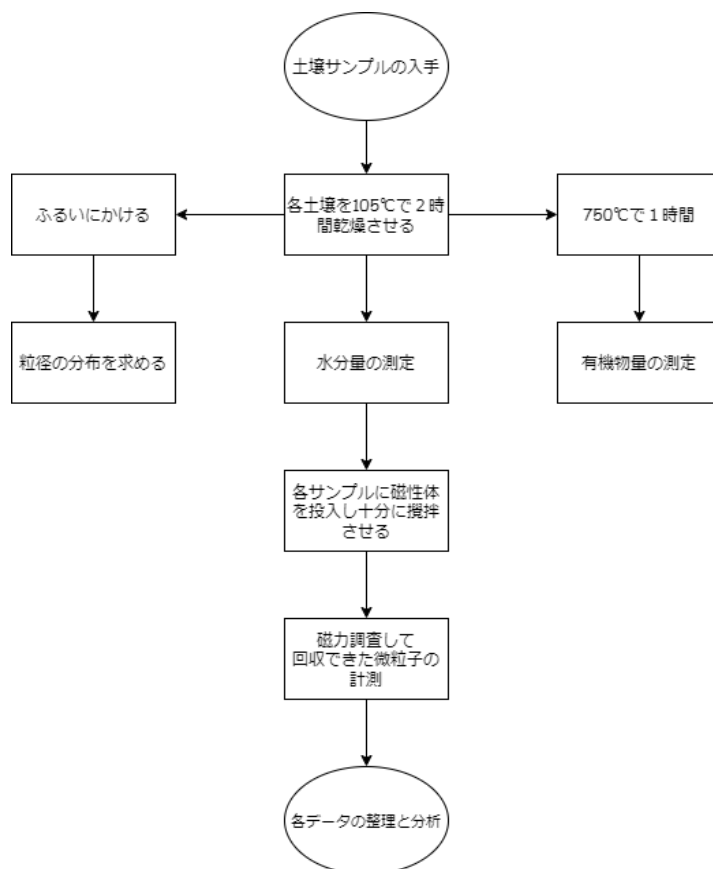
2-2 で作成した土壌試料 10 g と磁性体(酸化鉄)を 0g・0.5g・1g・1.5g・2g・2.5g・3g それぞれ容器に入れ十分攪拌させた。次に磁石棒を蓋に取り付けられたガラスシールドに差し込み、容器を振とうさせた後、磁石を差し込んだまま蓋を取り出し、ガラスシールドから磁石を抜いてガラスシールドの反対側に磁着していた磁着分を回収容器に落として、磁着分を得た。これをガラスシールドに磁着がなくなるまで繰り返したものを磁着量、容器に残ったものを非磁着量として記録した。磁性体はすべて磁着したものとして以下の式で磁着率を計算した。(式3)

$$\text{磁着率(\%)} = \frac{\text{磁着分の土の重量(g)}}{\text{容器に入れた土壌試料重量(g)}} \times 100$$



図□磁力選別試験の様子

3-6 実験フローチャート



第四章 結果および考察

4-1 水分量の結果

表2 水分量の平均

土壌試料	水分量(%)
田土	33.37
畑土	14.30
黒土	33.70
真砂土	1.24
龍谷土	23.98
赤土	16.20

表1は水分量を3回計測したものの平均値である。

4-2 有機物量の結果

表3 有機物量の平均

土壌試料	有機物量 (%)
田んぼ	15.53
畑	9.49
黒土	46.37
真砂土	2.36
龍谷土	8.56
赤土	30.48

表3は強熱減量試験によって求めた有機物量の3回計測したものの平均値である。

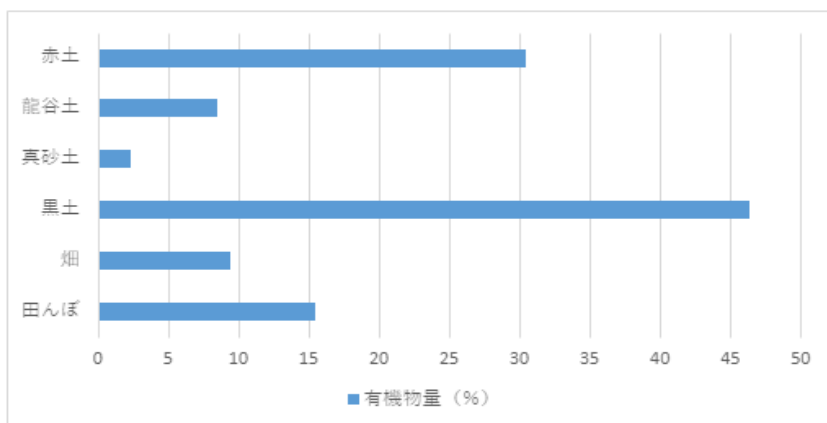


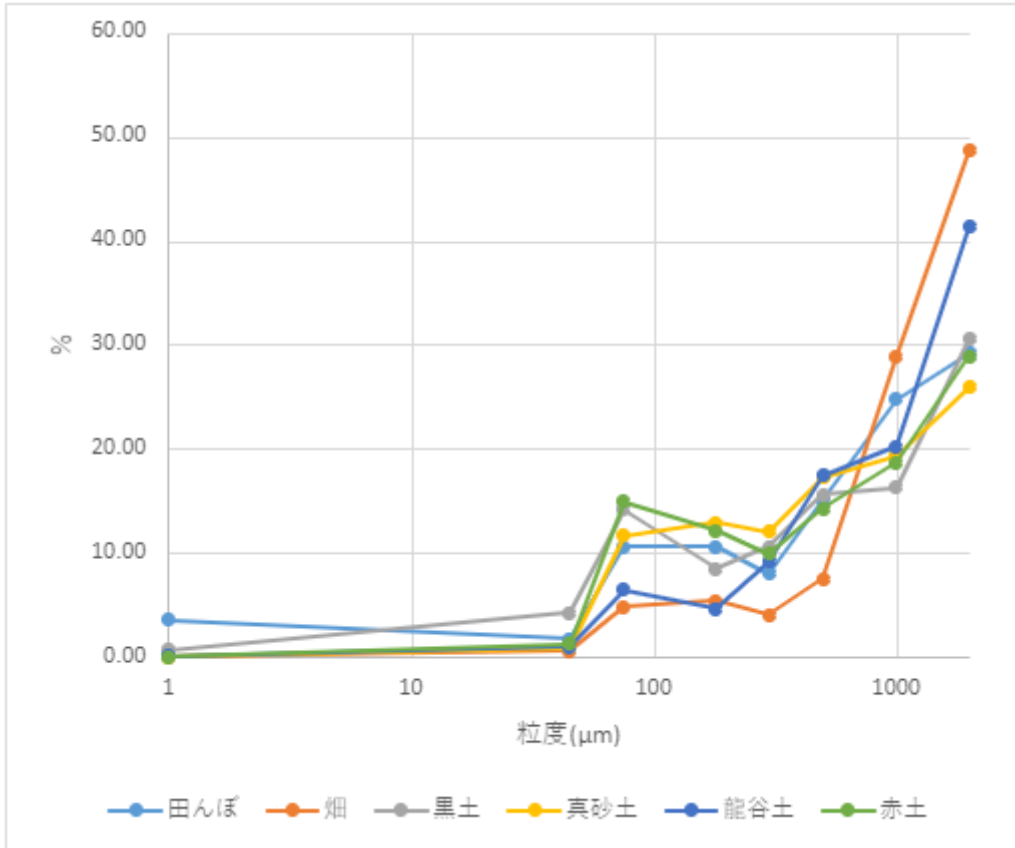
図1 有機物量 (%)

4-3 土壌試料の粒度結果

表4 粒度

粒径 (μm)	1	45	75	180	300	500	1000	2000
田んぼ	3.54	1.77	10.62	10.62	7.96	15.04	24.78	29.20
畑	0.11	0.54	4.86	5.40	4.05	7.56	28.89	48.60
黒土	0.71	4.26	14.18	8.51	10.64	15.60	16.31	30.50
真砂土	0.04	0.86	11.64	12.93	12.07	17.24	19.40	25.86
龍谷土	0.09	0.92	6.42	4.59	9.17	17.43	20.18	41.28
赤土	0.03	1.24	14.91	12.11	9.94	14.29	18.63	28.88

図2 粒度割合



4-4 磁力選別試験の結果

表5 磁着割合

磁性体投入量	0 g	0.5 g	1 g	1.5 g	2 g	2.5 g	3 g
	磁着 (%)	磁着 (%)	磁着 (%)	磁着 (%)	磁着 (%)	磁着 (%)	磁着 (%)
田んぼ	0.56	47.57	62.43	64.00	80.40	82.43	87.40
畑	0.17	38.04	56.19	65.01	72.63	78.70	85.00
黒土	2.37	40.28	61.77	70.86	82.29	86.86	87.98
真砂土	0.35	39.54	58.14	60.41	70.51	73.49	75.89
龍谷土	0.37	27.25	46.00	60.42	69.97	75.54	81.62
赤土	1.17	52.16	69.12	72.92	73.87	72.45	77.47

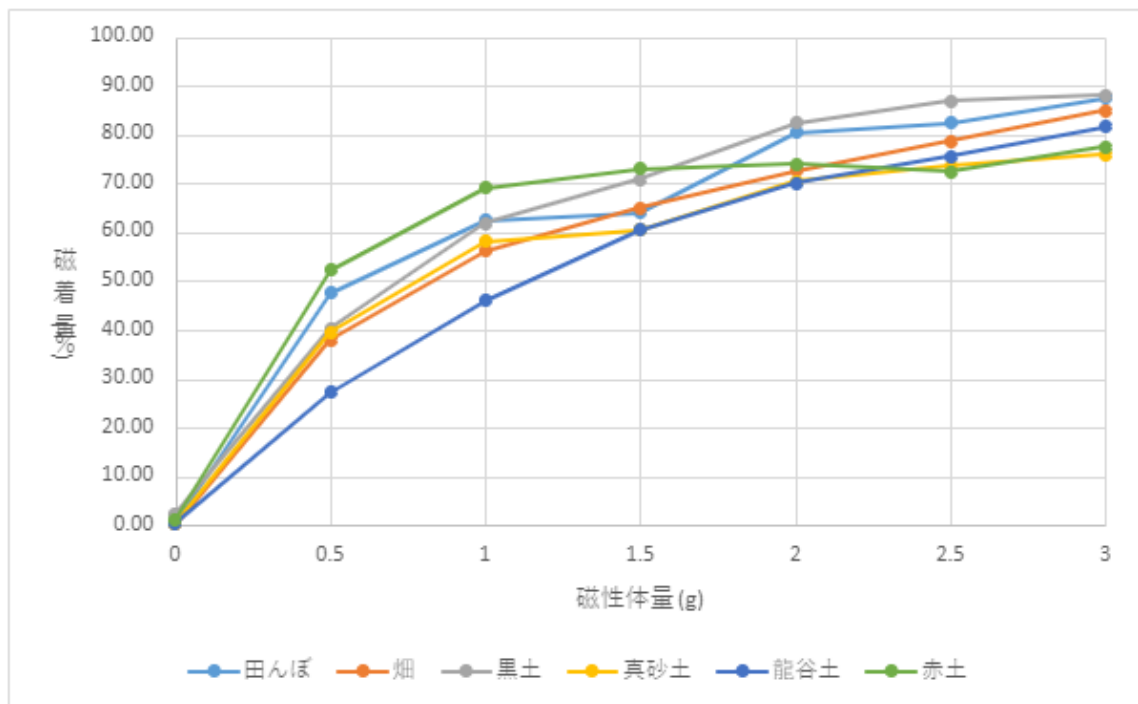


図3 磁着割合

表5・図3は磁力線別試験を行って求めた磁着量の3回分を平均したものの割合を求めたものである。磁性体投入量が0.5g・1gのときは、土壌によって磁着割合の差が大きいが磁性体投入量が1.5g以降は差が小さくなっていく。

第五章 結論

本研究では、磁性体酸化二鉄を用い、土壌中にある磁着性のある物質の分離について、土壌中の有機物量や磁力の強弱による評価した。

本研究で得られた知見を以下に示す。

真砂土は有機物量が少なく、磁着量が低い数値となった。有機物量が少ない土壌は、磁着量が低くなる傾向があるのではないかと考えられた。

磁性体量2g（土壌10gに対して2割の磁性体量）でどの土壌も7割～8割の磁着量示した。このことから磁力選別する磁性体量は約2割～2.5割で十分であると考えられた。

粒径の大きい龍谷土では、少ない磁性体量での磁着量が低い数値となった。このことから大きい粒径が多く分布している土壌を磁力選別するには多くの磁性体を必要とすることが考えられた。

まとめ

有機物量・粒径分布の違いは磁着量に影響することが分かった。汚染土壌などを磁着選別するとき、有機物量、粒径分布に着目し、より効率的な磁力選別することに繋がる。