

## 研 究 成 果

<p>テーマ：家畜排せつ物の低温ガス化技術の開発 サブテーマ： 小テーマ：副生成物の利用と環境負荷物質対策</p>
<p>サブテーマリーダー（所属、役職、氏名）：群馬大学（共同研究員）宝田恭之 研究従事者（所属、役職、氏名）：群馬大学（共同研究員）板橋英之、森 勝伸・小山高専（共同研究員）森下佳代子・（財）群馬県産業支援機構（雇用研究員）Hanny Johannes Berchmans JA東日本くみあい飼料（共同研究員）木村啓二・塚田耕一</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>①研究の概要 クリーンなガス化プロセス構築のため、豚糞や鶏糞等の畜産排せつ物の低温熱分解及び燃焼で発生するスス、タールおよび排ガスに含まれる塩素（Cl）、硫黄（S）、リン（P）、各種重金属（銅、亜鉛、鉛など）の化学形態及び放出量を調べ、環境への影響を明らかにし、次世代につながる放出抑制及び回収に関する技術を提案・実施することを目指した。 上記目的のため、本研究では、多種多様な畜産排せつ物試料の熱分解装置の作製、分析条件の設定、必要に応じて高効率な分離分析方法の開発を行った。 ガス化プロセスにて発生する固体残渣（チャー）、タール、スス及び排ガスを回収し、各成分に含まれるCl、S、P、重金属を調べた結果、各元素が特有の挙動を示すことを突き止め、回収及び再利用技術への開発指針を提案し、脱硫・脱塩技術を実施するまでに至った。</p> <p>②研究の独自性・新規性 畜産排せつ物は、多種多様な無機及び有機物質を含んでおり、その中には人類にとって有用な資源を含んでいるが、人体や環境に対し有害性を示すものも存在する。 畜産排せつ物に含まれる重金属は、銅や亜鉛のような、家畜のミネラルとして飼料に添加されているものもあれば、鉛、カドミウム等のような人体に有害な金属も存在している。しかし、いずれの重金属類も、その挙動は不明である。このことから、重金属の放出挙動を化学形態の観点から解明できれば、残渣・排ガスの適切な処理法や回収技術へ展開させることができる。 Cl及びSは容易に揮発しやすい元素であるため、それらを含むガスが連続流動装置内の腐食を招く可能性が高い。これより、Cl及びSの放出挙動を解明できれば、脱塩・脱硫に関する技術開発に展開できる。また、Pは枯渇資源であるため、物質収支を突き止めれば、国内のリン回収技術に関する有効な基礎資料となる。</p> <p>③研究の目標 [フェーズⅠ] 1) 微量成分（特にリン）の分離分析装置の開発を行う。2) 畜産排せつ物の熱分解及び燃焼を行うための小型熱分解装置の構築を行う。3) 上記2) の装置より、ガス化プロセスを行った際の固体残渣（チャー）、スス、タール、及びガスなどが発生する状況把握、そして各成分の回収方法について検討する。4) ニッケル微粒子の特性について検討する。 [フェーズⅡ] 1) 畜産排せつ物のガス化及び燃焼において放出される重金属、S、Cl、Pの挙動を解明する。 2) 鶏糞残渣を触媒とした脱硫・脱塩処理を行う。 3) ニッケル微粒子の利用技術の確立</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>[フェーズⅠ] 1) イオン交換樹脂を充填した分離カラムを作製し、シリンジポンプを用いて畜産排せつ物（鶏糞、豚糞）中のリン、硫黄、塩素の同時分析装置を開発した。また、これに関連し、畜産排せつ物中の有機酸を測定できる分離分析方法も開発した。 2) 畜産排せつ物飼料を反応管内に設置し、還元雰囲気下で500～900℃の範囲で熱分解できる装置を開発した。この装置は、試料を熱分解するだけでなく、熱分解時に発生するガスの捕集、熱分解時に排出されるタール及びススを回収するためにそれぞれを750℃で燃焼し、発生するガスを捕集する装置を備えている。 3) 上記2) の装置内に豚糞及び鶏糞を設置し、熱分解及び燃焼によるチャー、スス、タール及びガスを高効率に回収できることを確認した。 4) ニッケル微粒子の粒度分布を測定した。</p>

[フェーズⅡ]															
<p>1) 畜産排せつ物試料を500～900℃の範囲で熱分解を行い、各温度のリン、重金属、塩素及び硫黄の物質収支を示し、低温ガス化プロセスで行う熱分解温度の最適化（650℃に決定）を行った。</p> <p>2) 上記1)を基に、鶏糞試料を脱硫・脱塩触媒に応用、その性能を評価した。</p> <p>3) ニッケル微粒子の接合を検討した。</p>															
<p>主な成果</p> <p>具体的な成果内容</p> <p>1) 開発した微量成分（特にリン）の分離分析装置を用い、畜産排せつ物のチャー、スス、タール、ガスに含まれるリンの成分分析を行い、低温ガス化においてリンがほぼ100%チャーに留まることを突き止め、リンはチャーから回収すべきであることを提案した。</p> <p>2) 鶏糞や豚糞に含まれる重金属含有量と化学形態を調べたところ、畜産排せつ物をそのまま廃棄した場合、環境水中に鉛やカドミウムが環境基準値を超える濃度で溶出する可能性があることが分かった。一方、これらを熱分解すると、重金属が非常に溶出しにくい形態に変化することが分かった。即ち、低温ガス化プロセスは、環境への重金属溶出を抑制できる有効な手段である。</p> <p>3) 塩素は熱分解において豚糞、鶏糞共に70～85%がチャーに留まり、10%未満でガス中に存在することが分かった。また、塩素成分のほとんどは無機化合物（主にNaCl）の形態で存在し、ダイオキシンのような有機物質と存在している可能性が低いことを示唆した。</p> <p>4) 上記3)と同様の操作より、硫黄は熱分解において、豚糞では平均20%以下及び鶏糞では平均50%がチャー中に留まり、豚糞、鶏糞共に40%近くガス中に存在していることが分かった。</p> <p>5) カルシウムを多く含む鶏糞試料を塩素・硫黄の吸着触媒に応用したところ、硫黄の吸着に対して高い再現性が得られた。これより、鶏糞試料は脱硫触媒として再利用できることを示唆した。</p> <p>6) ニッケル微粒子を粉末冶金原料として用いることが可能であると示唆された。</p> <p style="text-align: center;">特許件数：3件 論文数：20件 口頭発表件数：51件</p>															
<p>研究成果に関する評価</p> <p>1 国内外における水準との対比</p> <p>廃棄物の再利用に関連して、重金属や硫黄等の挙動を分析した報告例は、国内外問わず多い。ただし、これらは対象元素の総含有量のみであり、2次汚染に直接関わる化学形態まで評価した例は非常に少ない。本研究では、「環境への溶出のしやすさ」に焦点を当てた化学形態分析を導入したことで、国内外の類似した技術と比較しても本事業が提供する技術の高い安全性を実証した。</p> <p>2 実用化に向けた波及効果</p> <p>研究期間内で開発された分離分析法は、世界的にも先端的な研究であり、一般に利用されるレベルまで達している。鶏糞を脱塩・脱硫触媒に応用すると、畜産排せつ物の再利用拡大ができる。</p>															
<p>残された課題と対応方針について</p> <p>本研究は、主に「環境」の観点から安全・安心なエネルギーを提供するための基礎資料を与えるものであり、当初設定した課題はクリアできたと思われる。今後は、「各種環境材料の性能評価技術の標準化」を推進し、環境技術の発展に寄与できる技術を提供することを目指していく。</p>															
	J S T負担分（千円）							地域負担分（千円）							合計
	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	小計	17年度	18年度	19年度	20年度	21年度	22年度	小計	
人件費	0	2,712	5,129	12,493	5,135	0	25,470	1,097	7,086	7,301	6,997	8,606	8,163	39,251	64,721
設備費	38,417	0	11,162	23,082	4,029	0	76,689	0	0	0	0	0	0	0	76,689
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	6,062	24,413	6,717	15,620	7,835	3,500	64,147	4,212	10,463	4,972	2,499	783	676	23,605	87,752
旅費	0	775	0	35	57	0	867	342	679	307	825	1,363	1,020	4,536	5,403
その他	0	0	0	0	0	0	0	629	222	344	442	119	95	1,851	1,851
小計	44,480	27,900	23,008	51,230	17,056	3,500	167,173	6,279	18,450	12,924	10,763	10,871	9,955	69,243	236,417
<p>代表的な設備名と仕様 [既存（事業開始前）の設備含む]</p> <p>J S T負担による設備：オールインジェクション</p> <p>地域負担による設備：液体クロマトグラフィー</p>															

※複数の研究課題に共通した経費については按分してください。