

【3K152005】災害廃棄物由来の分別土有効利用における木くず等有機炭素含有量の評価（H27～H28 累計予算額 42,986 千円）

研究代表者 遠藤 和人（国立研究開発法人国立環境研究所）

1. 研究開発目的

災害廃棄物や津波堆積物由来の分別土には木くずや微小粒径の有機物が混入しており、その腐敗性等の理由から有効利用の妨げになっていた。600℃の強熱減量では有機物の他に土壌や石膏、カルシウム系化合物の結合水や結晶水も同時に揮発してしまう為、有機炭素含有量を過大評価している。災害廃棄物の処理物である分別土の適正かつ合理的な有効利用を推進し、復興資材として利用される出口戦略を明確化するため、正確・簡便かつ迅速に有機炭素含有量を把握すると同時に、閾値を求めるため、分別土浸透水の汚濁成分や発生ガス量、沈下挙動等を指標として有機炭素含有量の上限值についても検討する。更に多量の有機物を含有する場合、自然発火危険性も考慮する必要があり、どの程度の有機物含有が危険であるか簡易に判定できる手法があれば現場管理において有用となる。そのための実大模擬試験も本研究で実施することで蓄熱発火に至るメカニズムについても評価する。

2. 本研究により得られた主な成果

(1) 科学的意義

強熱減量の結果が有機物含有量に相当する、という考え方は、研究者も含み、実務者の間で広く浸透している。しかしながら、地盤工学会の実験解説書や、農学系の実験図書のいずれを読んでも、強熱減量を有機物としてよいのは有機質土を対象にした時のみであり、概ね 30～50%以上の有機物含有量がある場合に適用可能となっている。対象土を限定せずに、強熱減量値が有機物含有量であるとして、強熱減量が数%オーダーの土や分別土にも適用することは、有機物含有量を過大評価し、本来の試験方法の目的に合致しない適用外利用であるといえる。土木、農業、材料、環境の各分野で、強熱減量の温度や時間に差異があり、その測定に対する目的も異なる。従前の研究の多くは、材料中に含まれる無機炭素定量や、土壌に含まれる貝殻の遺骸量など、炭酸カルシウムの脱炭酸量を正確に求めるための研究が多い。数%オーダーの有機物含有量を正確に求めるための強熱試験方法については、規格というよりも、大学単位で独自に実験方法等を規定しているケースが多い。その多くは、強熱温度 350～375℃の範囲にあり、理論的な有機炭素の熱分解温度を採用し、TG-DTA 分析等によって理論付けを行っている。本研究で提案する 400±25℃：2 時間強熱法は、試験機関や試験者が異なっても、分別土の有機炭素含有量を比較的正確に求める事を優先しており、小数点以下の精度よりも、測定誤差の最小化を優先している。そのため、電気マッフル炉の性能も含め、従前の強熱温度よりも高い温度に設定した。

土壌よりも雑多な物質で構成されている災害廃棄物由来の分別土に対し、従前の強熱減量試験方法の強熱温度と時間を変化させるだけで、有機炭素含有量（無機炭素は揮発させない）を測定可能な方法を提案したことは、科学的、特に、工学的側面での意義が大きいと考えられる。

(2) 環境政策への貢献（研究代表者による記述）

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

東日本大震災では、災害廃棄物や津波堆積物を処理することで分別土 A 種（津波堆積物由来）、分別土 B 種（不燃性混合廃棄物由来）、分別土砂（宮城県内処理物）などの土質材料が作られたが、木くず等の有機物が混入していることから、復興資材利用が進まない状況があった。これは、土壌混入の木くず等有機物含有量を強熱温度が 600℃以上の熱しゃく減量や JIS 規格の強熱減量を評価法として

適用したことも原因の一つと考えられる。本来、熱しゃく減量は焼却灰の燃え残りを評価するための試験方法であり、その試験方法を建設系混合廃棄物のふるい下残さにも適用し、安定型処分場への埋立判断基準にも援用したものである。そのため、土壌成分を含む材料に適用されるべき基準ではない。JIS規格の強熱減量試験は土のためのものであるが、その減量率を有機物量として評価してよいのは、亜泥炭や泥炭などの有機質土壌に限定されている。しかしながら、代替できる有機物判定方法が無いため、復興資材にも援用され、有機物含有量を過大評価してしまったと考えられる。本研究で提案する400℃：2時間強熱方法は、有機物含有量を過大評価せずに、従来の強熱試験方法の温度と時間を調整するのみで、災害廃棄物由来の分別土に含まれる有機物量を迅速に測定するものである。本方法は、災害復興時のような混乱期であったとしても、多くの分析機関（土質試験所等も含む）で実施可能であり、復興資材の有効利用を時間的に妨げる可能性も低い。

400℃：2時間強熱の強熱減量が少なくとも8%以下であれば、有機汚濁成分の継続的な溶出や、メタンガスの発生を抑制することが可能であることも実験的に求めた。また、熱分析や高さ1.5 m程度の屋外土槽実験によって、蓄熱による自然発火危険性を判定した結果、危険性が極めて低い分類に属することも明らかとなった。復興資材となる分別土は、処理されてから利用されるまでの期間、ストックヤードに保管されることになるが、400℃2：2時間強熱の強熱減量が少なくとも8%以下の分別土であれば、堆積高さを混合廃棄物を対象とした高さ制限5 mを超えてストックすることも可能と判断される。本研究成果は、望まずとも発生するであろう将来の巨大災害時の災害廃棄物処理を円滑に進め、仮置場のみならず、ストックヤードの適正管理、復興資材の品質管理にも適用できると考えられる。

3. 委員の指摘及び提言概要

従来法を見直して、簡便かつ信頼度のある測定法を提案している点は評価できる。一方で、今後、標準試験として受け入れられるには、供試試料の多様性を高めた更なる研究が必要と思われる。また、実大規模などによる蓄熱発火のメカニズムや基礎試験の溶出および分解ガス挙動などについては、個別成果との印象ではあるが、災害が頻発する昨今、廃棄物仮置場での管理面での有効な知見といえ、行政での活用を検討すべきである。なお、「国民との科学技術対話」と「マスコミなどへの公表・報道など」が全くなされていないことに不満が残る。

4. 評点

総合評点：A