

審査の結果の要旨

氏名 齊藤 雅樹

杉は我が国の代表的な針葉樹であり、木材資源として重要な位置を占めている。杉樹皮は杉製品の副産物であり、堆肥原料や畜舎敷料に使われたりもするが、多くは廃棄物として焼却処分されている。本研究は、杉樹皮の優れた油吸着性に着目し、海上流出油回収への有効利用を目指して、数多くの実験とアンケート調査、実証試験により、実用化まで結びつけたものである。現在、油吸着材にはポリプロピレン等の石油製品が多く使われており、油回収後は油と共に焼却処分される。著者が考案した杉樹皮製の油吸着材は従来の油吸着材と同程度の性能を有し、天然材料であるので、油回収後に陸上で微生物分解できるという大きな利点がある。以下、本論文の構成と内容を示す。

第1章は序論であり、海上流出油対策の現状について油回収技術を中心に解説した後、海上流出油回収に杉樹皮材を利用することを着想するに至った経緯と、その利点について述べている。

第2章「杉樹皮製油吸着材の開発」では、杉樹皮材料の油吸着性能について調べ、最高性能を発揮する杉樹皮材の作成法について検討している。油吸着性能は、Sorbency Ratio（自重あたりの吸油量）で表され、現行のポリプロピレン製やコットン製の油吸着材では10～20程度である。杉樹皮材の場合、長さ1～5mmの網目600 μ mを通過しない杉樹皮繊維を絶対乾燥された時に吸油性能が最大になり、現行の油吸着材と同程度の吸油性能が得られることを見出している。また、吸油実験だけでなく杉繊維の顕微鏡観察なども行って、その吸油メカニズムを調べている。

第3章「杉樹皮製油吸着材の海上流出油回収への適用」では、杉樹皮材を使った油吸着性オイルフェンスと油吸着マットの製品形状の検討を行っている。水槽実験、使用者へのアンケート調査、実海域油流出事故試用における作業者らの評価などを通じて、13種類の試作品中、実用に適した4タイプの形状を見出している。また、A重油を吸着させた杉樹皮製吸着材の焼却実験を行い、ダイオキシン類の発生が大气排出基準を大きく下回り、安全に焼却処分できることを確認している。

第4章「好気発酵処理装置における微生物分解処理」では、使用後の杉樹皮製油吸着材の非焼却処理の方法として考えられる微生物分解の基礎実験を行っている。その結果、産業用の中型好気発酵処理装置（12～24kg規模）を用いた場合、4～8週間で油分が初期投入量の40～50%レベルまで減少し、好熱菌、常温菌とも高いオーダーの生菌数が検出され、微生物活動の存在が示唆された。なお、分解に資する微生物としてはバーク堆肥が用いられた。

第5章「堆肥化フィールドにおける微生物分解処理」では、上記の好結果を受けて、中規模フィールド（約36m³）および実用規模フィールド（約100m³）において微生物分解処理実験を行っている。その結果、杉樹皮製油吸着材に吸着させたC重油は、中規模フィールドで実験開始直後の油分濃度14,300 \pm 3,900ppmが164日後に1,500 \pm 500ppmに、実用規模フィールドで8,600 \pm 2,300ppmが170日後に1,400 \pm 400ppmに低下した。

なお、バックグラウンドは $430 \pm 140 \text{ppm}$ である。パイル内の温度観測や油成分の分析、微生物測定などにより、フィールド内で微生物分解が進んでいることを確認し、微生物分解処理が焼却処分に代わる技術になり得ることを示している。また、コスト分析も行い、回収物の油分濃度が低い場合には微生物分解処理が有利になり、油分濃度が高くなれば不利になる傾向があることを示している。

第6章「杉樹皮製油吸着材のライフサイクルアセスメント」では、 CO_2 排出について環境影響評価を行っている。その結果、杉樹皮製油吸着材とポリプロピレン製油吸着材の製造・使用・処分を通じた CO_2 排出量比は最大 1:3 であり、杉樹皮製油吸着材の優位性が示された。

第7章は結論であり、本研究の成果を纏めるとともに、本研究で開発した杉樹皮製油吸着材の利点と将来性について言及している。

以上要するに、本論文は天然材料でありかつ廃棄物になってしまうことが多い杉樹皮を海上流出油の吸着材として使用することを着想し、その基本的な性能評価から実用化、さらに環境影響評価まで研究開発したものであり、海洋工学、環境工学の発展に寄与するところが大きい。

よって本論文は、博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。