

審査の結果の要旨

氏名 南澤磨優覽（真弓）

本論文は、再生可能なバイオマス資源のうち無機系バイオマスと多糖類に着目し、枯渇資源の代替や未利用部位の再利用法に関する研究成果をまとめたもので、四編・五章よりなる。

第1編では、バイオマスを活用することの意義および研究の歴史的背景・現状を概観し、本研究の目的を述べている。

第2編では、柚子とコーヒーが含む生理活性成分の量・活性と利用価値を検討し、新規な食品機能性素材としての可能性を探索している。

第1章では柚子につき、搾汁液・果皮・種子の成分分析と活性評価から、従来は廃棄されていた部位の再生材料特性を検討している。柚子果実の全部位から強い抗酸化作用をもつリモノイドを検出し、とりわけ種子中の含有量が他の柑橘類より著しく多いことを明らかにした。また水溶性リモノイド配糖体の抗酸化・抗炎症作用を見つけ、脂溶性リモノイドより活性が高いことを確かめている。

第2章では、コーヒーブリューが含む生理活性成分の高感度・迅速分析を目的に、ゾルゲル法で合成したカラムを用い、アルカロイド系活性成分6種の同時一斉分析法を確立した。同法でナイアシンや前駆体の生成機構を検討し、コーヒー豆中の生理活性物質の生成を焙煎で制御する条件を見出した。その結果、生豆中のトリゴネリン含量やコーヒーブリュー中のナイアシン生成量が既報の3.5~50倍まで増え、ビタミンBの有効な供給源となることを示している。

第3編では、天然多糖類系廃棄材料を金属など鉱物資源の回収・再生に役立てることを目指し、国内で発生する無機系バイオマスと天然セルロース系・リグノセルロース系バイオマスを用いて重金属の吸着挙動を検討している。

第1章では、コーヒー殻（抽出残渣）による水溶液中の Cu^{2+} と Cd^{2+} の吸着挙動を原子吸光法で調べ、残渣が活性炭やゼオライトに匹敵する高い重金属吸着能をもつことと、豆殻の水洗・乾燥によって吸着能が最高となり、吸着挙動は焙煎温度に影響されないことを明らかにしている。コーヒー豆殻の廃棄量は多く、市販品の多くがブレ

ンド状態である現状に鑑みると、豆の種類や焙煎状態によらない吸着能は有望であり、コスト面も含め環境保全に役立つ資源となりうるものだと見える。

第2章では、市販吸着剤（活性炭・ゼオライト・セライト・キチン・キトサン）と産業廃棄系材料（紅茶殻・緑茶殻・番茶殻・柚子果皮粉末・アロエ乾燥粉末・コーヒー抽出残渣）につき、 Pb^{2+} ・ Cu^{2+} ・ Cd^{2+} ・ Zn^{2+} の吸着量を比較するとともに、ラングミュア式とフロイントリッヒ式を用いた吸着能の動力的評価と、FT-IR 分析による吸着挙動の解析を行っている。吸着挙動は、(1) コーヒー残渣・活性炭・ゼオライト、(2) 紅茶殻・緑茶殻・番茶殻、(3) 柚子果皮粉末・アロエ乾燥粉末・キトサンの3パターンに分かれ、植物系バイオマスの吸着挙動が含有活性成分に依存することを見出した。こうした結果から、廃棄バイオマス残渣が簡便かつ廉価な重金属の吸着剤になると結論している。

第3章では、低分子可溶性成分の含有量が多い廃棄植物系バイオマス（柚子・レモン・コーヒー）の抽出粕を、重金属吸着剤に使う方法を検討している。処理バイオマスから繊維素をエタノール水溶液で洗浄抽出し、残存不溶性多糖類をケン化後、基本骨格（セルロース・リグノセルロース）を可溶性成分で架橋させたバイオポリマーゲルを合成し、活性炭の約6倍の吸着能をもつゲルを得た。なかでもレモンゲルと柚子ゲルは Pb^{2+} と Cu^{2+} に特異的な吸着能を有し、 Pb^{2+} 吸着レモンゲルには硝酸イオン NO_3^- が多く配位することを FT-IR 分析で確かめ、吸着活性サイトが主にペクチン酸のカルボキシル基であることを示した。吸着後の水溶液はいずれの重金属でも強酸性となり、レモンや柚子ゲルの金属吸着では陽イオンの交換が進む可能性を指摘している。コーヒー殻については、重金属鑄型構造をもつポリマーの合成も試み、 Cu^{2+} イオンを選択的に吸着するゲルを試作した。どの材料を用いた場合も、市販の吸着剤より高濃度の重金属を含む試料まで吸着・除去できることが判明し、廃棄系バイオマス活用への一手段となりうる。

第4編では以上の結果を総括し、今後の展望を述べている。

以上要するに本研究は、再生可能な植物系バイオマスの有効利用を目指し、低分子成分の抽出単離や、本体の吸着材としての応用につき親気かつ有用な知見を得たものであり、工業物理化学や環境化学の面で意義が大きい。

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。