

## 論文の審査結果

論文審査委員会は、シャルカープロティマが提出した学位申請論文が博士（学術）を授与するに値すると判定した。審査過程と審査結果の概要は下記のとおりである。

令和5年度第3回環境科学研究科会議において、申請者が提出した学位申請を受け、生態系保全部門所属の丸尾雅啓教授、伴修平教授 部門所属の飯村康夫講師を委員とする論文審査委員会の設置が承認された。同委員会において、学位申請論文の査読を行うとともに委員会会議を開催し論文内容を審査した。さらに、学位論文発表会において最終試験を実施、試験終了後、委員会による学位審査を行った。

本学位申請論文は、環境中に廃棄される卵殻と竹の粉末を混合焼成し、リン酸吸着材と肥料としての活用を目指した結果について論じている。

まず初めにリンの枯渇と再資源化の必要性、種々の吸着材による水中リン酸の回収法について利点と問題点について述べるとともに、本研究を実施するに至った過程について、本来廃棄されていた卵殻と竹粉の利用可能性について述べた。

次に具体的に吸着材の調製法、吸着機構の解析結果について検討を行い、卵殻、竹炭単独で使用した場合よりも、多孔質で比表面積が大きい竹炭に卵殻焼成により生じた酸化カルシウム（または水酸化カルシウム）が混ざることによって、大きな有効面積を持つ吸着材の調製が可能であることを示した。本研究では卵殻：竹炭が質量比1：1の際に最も高い吸着容量が得られた。SEM法によってリン酸カルシウムの結晶様固体が確認でき、FT-IRにより、リン酸イオンの存在による吸収帯が明瞭に確認できた。

調製した吸着材の吸着機構についても温度を調整して実験を行い、BE1：1の素材においてLangmuirモデルに従う単層化学吸着が優占しているとした。

さらに実用上問題となりうるカルシウムとリン酸の作用を阻害するイオンについて検討し、硫酸イオン、炭酸イオン、フミン酸等の有機酸がある程度、吸着を阻害することも明らかにした。しかし実際の河川水、処理水からは比較的良好な回収率を得ることができたうえ、pH7付近で有効にリン酸を回収できた。

最終的には、回収したリン酸吸着材の、肥料としての有効性について評価し、良好な結果を得ており、本研究が今後の廃棄物有効利用に資するものであることが確認できた。

申請者の研究成果はこれまで主に廃棄対象とされた卵殻と竹粉を複合することで再資源化し、同じく問題となっている水中のリン酸の回収と再利用を達成したものであり、環境科学研究科環境動態学専攻における博士後期課程の研究として高く評価できる。

なお、本学位申請論文前半の骨子は下記の国際学術雑誌（Environmental Research: Elsevier 発行）に学術論文としてonlineで掲載されており、環境動態学専攻生態系保全部門における学位申請論文提出の要件を満たしている。

Protima Sarker, Xin Liu, Naoki Hata, Hiroki Takeshita, Hiroshi Miyamura, Masahiro

Maruo (2023) Thermally modified bamboo-eggshell adsorbent for phosphate recovery and its sustainable application as fertilizer. *Environmental Research* 231 (2023) 115992. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115992>

以上の諸点から、審査委員会は本学位申請論文が博士（学術）を授与するに値すると認めたことを報告する。