

氏名	NGUYEN VAN HUY
授与した学位	博士
専攻分野の名称	環境学
学位授与番号	博甲第5415号
学位授与の日付	平成28年 9月30日
学位授与の要件	環境生命科学研究科環境科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	Studies on Phosphorus Dynamics in Agricultural Drainage Ditches and Aquaculture Ponds (農業排水路および養殖池におけるリンの動態解明)
論文審査委員	教授 前田 守弘 教授 沖 陽子 教授 近森 秀高

学位論文内容の要旨

Agricultural farms are considered to be non-point sources of phosphorus (P) to the surrounding waters. Many researchers have studied whether sediment acts as a source or sink of P (Wang et al., 2003, Jin et al., 2005). Factors influencing the P exchange between sediment and water need to be determined in agricultural drainage ditches for the assessment and control of eutrophication. So far, several studies demonstrated the roles of sediments in controlling water P in agricultural drainage ditches (Nguyen and Sukias, 2002, Vaughan et al., 2007, Withers and Hodgkinson, 2009). These studies mainly focused on effects of farming practices, or temporal and spatial variations of P within the ditches. Exchanges of P between sediment and water are regulated by pH and dissolved oxygen (DO) levels (Hupfer and Lewandowski, 2008; Gao, 2012). Little is known about P dynamics in agricultural drainage ditches and aquacultural ponds with high P concentration in water. The lack of knowledge of the P dynamics is an obstacle for the best management practices. The objectives of this thesis are to determine: (i) P exchanges between sediment and water under different pH levels and DO concentrations, (ii) P transport through aquaculture system, (iii) P remove efficiency from water. The following experiments were conducted to analyze P dynamics the sediment-water system:

- ✓ Determining (1) sediment reaction with P in water, (2) P sorption kinetics, and (3) the potential P sorption capacity of sediment (Chapter 2).
- ✓ Evaluating the effects of pH and aerobic/anaerobic conditions on P release from sediment before and after incubation (Chapter 3).
- ✓ Evaluating the effects of DO concentration on P flux across the sediment-water interface using intact sediment cores (Chapter 4).
- ✓ Calculating P mass balances in intensive shrimp ponds (Chapter 5).
- ✓ Examining the potential of volcanic ash soil in removing P from water (Chapter 6).

Results of the present thesis provide a better understanding of P exchanges between sediment and water in agricultural drainage ditches under effects of environmental factors. We found that sediment in Kasaoka acts as a sink of P in water. Under anaerobic conditions, low pH enhanced P release from sediment into the overlying water. Oxygen concentrations controlled the upward or downward flux of P across the sediment-water interface. In aquaculture ponds, more than 50% P from input sources was retained in sediment, followed by shrimp harvest, uncounted, and water discharge. Volcanic ash soil showed a high potential of P removal from water. This thesis contributes to the explanation of the mechanisms of P between sediment and water that enhance the eutrophication process in aquatic ecosystems. These results can be used to develop environmental management strategies in rural areas.

論文審査結果の要旨

リンは土壤に吸着されやすく、懸濁粒子に結合した形態で農地から流出する。農地から流出した懸濁粒子は周辺水路や河川に沈降するが、条件によってはそこでリンが溶出し、下流の富栄養化につながる可能性がある。このため、富栄養化の制御には、農地周辺水路等における底質の役割を評価する必要がある。これまでの研究では、水路や河川、湖沼の底質を対象として、溶存酸素やpHがリン溶出に与える影響が研究されてきた。また、底質のリン分画によって、底質がリン溶出に及ぼす影響が評価されてきた。しかしながら、栄養塩濃度が比較的高い農業排水路や養殖池を研究対象とした事例は少なく、底質の役割に不明な点が多い。そこで本研究では、畜産を含む農業の盛んな笠岡湾干拓地内の農業排水路ならびにベトナムフェにおける養殖池を調査対象とした。本研究の目的は、1) 高栄養塩状態にある農業排水路における底質リン吸着能の解明、2) pHおよび溶存酸素が底質-水界面におけるリン交換に与える影響の解明、3) 溶存酸素濃度が不攪乱底質におけるリンフラックスに及ぼす影響の解明、4) ベトナムのエビ養殖池におけるリン収支の解明、5) 黒ボク土を用いたリン除去技術の開発である。

その結果、1) 笠岡湾干拓地の農業排水路におけるリン濃度は、底質のリン吸着・脱離平衡濃度より高く、底質はリンのシンクとして作用していることがわかった。2) 同底質のリン溶出は嫌気状態で大きく、低pHでより増大した。また、底質のイオン交換態リン、鉄結合態リンがその溶出に深く関与した。3) 不攪乱底質を用いてリンフラックスを測定したところ、嫌気条件では底質からリンが溶出したが、好気条件は底質にリンが固定される傾向が認められた。4) エビ養殖池におけるリン収支を調べたところ、底質が持ち出しの53%を占め、底質の回収・処理が重要であることがわかった。5) 黒ボク土は2.9~5.8 mg g⁻¹の高いリン吸着能を示し、リン除去資材として使用できる可能性が示された。

以上のように、本研究は栄養塩濃度が高い農業排水路と養殖池を対象に底質がリン動態に及ぼす影響を明らかにしたものであり、学術的に高く評価でき、今後の環境行政の基礎指針となることが期待される。よって、本論文は博士（環境学）の学位に値するものと認められる。