

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 18 日現在

機関番号：82101

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25660149

研究課題名(和文) 熱帯ダム貯水池における底泥環境の生成メカニズムと栄養塩循環機能の解明

研究課題名(英文) Genesis of sediments and their functions for nutrient cycling in the tropical dam reservoir

研究代表者

村田 智吉 (Murata, Tomoyoshi)

独立行政法人国立環境研究所・地域環境研究センター・主任研究員

研究者番号：50332242

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではメコン流域を対象に、熱帯ダム貯水池における底泥環境の、1) 生成・堆積プロセスの解明と、2) リンなどの栄養塩循環の反応場としての機能評価を行うことを目的とする。自然湖沼のトンレサップ(TS)、タイとラオスのダム貯水池数カ所の底泥調査を行った結果、底泥中のリンの蓄積には、粘土含量、鉄酸化物量の寄与、および湖岸付近で生産される有機態リンの拡散と湖心付近での無機化が重要なプロセスであることが推察された。また、湖岸において底泥中のリンの無機態割合が高くなる地点があり、それらは生活排水や農地からの肥料成分の流出など、人間活動との密接な関係が推察された。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to clarify the following issues regarding bottom environments in dam reservoirs in Lower Mekong River Basin(LMB): 1) sedimentation process, especially of phosphorus and 2) functional evaluation of reaction states for nutrient cycles such as phosphorus. Inorg- and Org-P are correlated to clay and Fe oxide contents, probably through the adsorption of P constituents onto the surface of clay and/or Fe oxides. Especially, lakeshores of Tonle Sap had high Inorg-P, owing to human activity in riparian villages.

研究分野：土壌学

キーワード：底質 熱帯 ダム貯水池 栄養塩 循環

1. 研究開始当初の背景

世界的に最も生物多様性の豊富な地域とされるメコン流域では、昨今の経済発展に伴いダム開発ラッシュ(80基以上)が続いている。ダム建設は、河川の分断、水質や土砂輸送の変化をもたらし、流域の重要なタンパク源でもある淡水魚類の生態への影響も懸念されている。ダム建設により生み出される貯水池環境は、その成立過程や栄養塩循環機能など、天然湖沼とは大きく異なると考えられるが、熱帯ダム貯水池における調査研究事例は極めて少なく、メコン流域の持続的開発とダム建設に関わる戦略的環境アセスに必要な情報量は不足している。

貯水池底泥環境については、集水域内の過去の土地利用形態がその環境を大きく左右し、堆積成分も後背地の影響を受けつつ、主要流入支川による土砂輸送の影響を強く受けるという側面もあり、その生成過程には難解な点が多い。加えて、熱帯の陸域土壌は、中緯度地帯に生成する土壌とは明らかに異なり強い風化作用を受けており、水没後の底泥への形態変化も中緯度地帯のそれとは大きく異なることが予想される。

申請者らは、メコン流域のダム貯水池において既に先行研究を開始し、各国研究者とモニタリング体制を構築した。これらの調査地では、水質、一次生産能、底泥の生物分解活性、淡水魚類の回遊解析と食物網構造の解析などを実施している。貯水池の将来環境を詳細に予測するためには、このようなモニタリングに加え、陸域をも含めた底泥環境の生成プロセスの解明と機能評価が必要であるという考えから本課題の着想につながった。

既存のダム湖陸水学は、北米、欧州で先駆的に実施され、昨今わが国においてもいくつかの成果が体系的に紹介されるに至っているが、熱帯の貯水池底泥の生成プロセスを対象にした事例はまだ極めて少なく、熱帯独自の知見を集積するところに大きな意義がある。中緯度地帯で得られた知見や体系と大きく異なる点も予想され、メコン流域の適切な開発に必要な不可欠な科学的知見を集積することを目標とした。

2. 研究の目的

メコン流域では数多くの発電用ダム開発が計画されている一方、熱帯に建設されるダム貯水池の底泥環境の生成メカニズムやその栄養塩循環能については不明な点が多い。また、ダム貯水池では、人為的に沿岸部が形成されるという大きな特徴を有するとともに、集水域内の過去の土地利用形態や主要流入支川の流況などが貯水池環境を大きく左右するなど、天然湖沼とは異なる特徴をもつ。そこで、本研究ではメコン流域を対象に、熱帯ダム貯水池における底泥環境の、1) 生

成・堆積プロセスの解明と、2) リンなどの栄養塩循環の反応場としての機能評価を行うことを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 調査地点と調査方法



Photo 1. Study area and dam reservoirs

Dam reservoirs: SI, Sirindhorn; LA, Lampao; UB, Ubolratana; HU, Huai Luang; NH, Non Han; NU, Nam Un; BK, Bueng Khong Long; NN, Num Gum; and Natural lake: TS, Tonle Sap.

地理・地形的に特徴の異なるメコン河支流上のタイ、ラオスのダム貯水池8箇所、Shirindhorn, SI (シリントーン) Lam Pao, LA (ランパオ) Huay Luang, HU (フェイロン) Ubolratana, UB (ウボンラタナ) Nam Un, NU (ナムウン) Bueng Khong Long, BK (ブンコンロン) Nong Han, NH (ノンハン) 以上外、Nam Ngum; NN (ナムグム) うち(以上で記した地点)、これらにカンボジアの天然湖沼トレサップ湖(○地点)を対照に加え、調査地点とした(Photo 1)。

各貯水池、湖沼で調査を実施する際の調査トランセクトは、地形連鎖上の陸域-湖岸-湖心にかけて行った。各トランセクトについて、陸域の非浸水地から調査および試料採取を始め、さらに沿岸部から湖心にかけて、機材を適宜選定しつつ可能な限りコア試料として採取を行った。コア試料は30~50cmとし、コア採取が不可能な地点についてはグラブサンプリングを行った。

(2) 分析方法

堆積成分ごとに起源、堆積プロセスを検証するため、粒度分析(沈降法および水中篩別法)、粘土鉱物組成、一次鉱物組成(細砂画

分による顕鏡観察), 鉄の形態分析(結晶性鉄は還元溶解法, 非結晶性鉄は酸性シュウ酸抽出法)を行った。有機成分の起源や水没後の形態変化の検証については, 全炭素, 全窒素量および $\delta^{13}\text{C}$ ・ $\delta^{15}\text{N}$ 安定同位体比分析を行った。リンについては, 乾式燃焼と硫酸分解の組み合わせにより, 全リンと無機態リンをモリブデンブルー法にて定量し, その差を有機態リンと見なした。

また, 現地で湖底底泥試料を採取直後, 深さ別の切断作業を行い, その場でジピリジル反応を用いた二価鉄の反応試験を行った。その後, 検液中の二価鉄の定量は実験室に持ち帰って行った。

4. 研究成果

湖水中の全リン濃度は一般に低いものの, その濃度は湖心よりも湖岸で高い傾向を見出した。全リンの多くは有機態で構成されており, その起源はおそらく死滅, 分解過程上の植物プランクトンと想像された。つまり, 湖岸付近の湖水中リンは水生の植物と微生物, さらに後背地の集落より人間活動によって排出される有機物に由来しているものと思われ, リンの供給源としての後背地の重要性が理解できた。

湖水と異なり, 底泥中に含まれる全リン含量は湖岸から湖心に向かって増大する傾向が認められた。しかし, 有機態リンが占める割合は湖心で低く, 湖岸で高い傾向を示した(図1)。これは後背地から湖岸にかけて植物や微生物などの生物体その他, 土壌中に含まれる有機物の量が普遍的に多いためと考えられる。こういった有機態の形態から無機態の形態への移行過程は, タイやラオスのダム貯水池では観測されたものの, 自然湖沼のトンレサップでは確認できなかった傾向である。

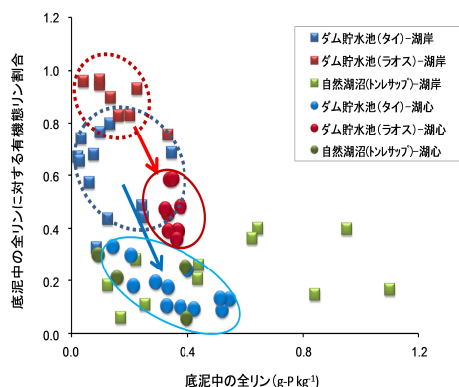


図1 底泥中の全リン含量とその形態との関係

底泥中に存在するリンは, 細菌, 藻類, 原生動物, 無脊椎動物, 魚類などの様々な生物による取り込み, 分解過程を通じて食物網構造に取り込まれ, 貯水池中の水塊に拡散して

いると仮定される。そして, 湖底に沈んだ有機態リンは徐々に微生物によって分解・無機化されながら食物網構造の中でリサイクルされていると考えられる。この仮定が支持されるならば, 後背地や湖岸に由来する外来性の有機態リンが, メコン流域のダム貯水池では, 魚類生産を支える主要な栄養源となっていると考えられる。

また, 有機態, 無機態のいずれのリンもハイドロサルファイトナトリウム-クエン酸可溶の鉄含量(可溶性+酸化物態の鉄成分)と正の相関関係を示し, その大部分が結晶性および低結晶性と予想される鉄酸化物の表面に強く吸着して存在しているものと考えられた。タイのダム貯水池などでは, リンの蓄積量が上記鉄含量の増加に対して頭打ちする傾向が認められるものの, トンレサップ湖岸付近の底泥では, 鉄含量の増加に伴いリンも増加し続ける傾向が見出され, おそらく湖岸付近に集落を構える人々の活動に由来したリンが大きな給源になっていると予想された。

タイのダム貯水池における湖心表層の底泥中に含まれるジピリジル反応性鉄含量(いわゆる二価の鉄含量)は, 底泥中の有機物含量と明瞭な正の相関関係を示し, 底泥成分の還元過程に有機物の存在量が重要であることが示唆された。このような還元性の鉄成分はリンの吸着場にはなり難い。したがって, 比較的貧酸素環境である湖底では, 有機物の存在と, それを利用する微生物の活発な活動を介して, リンの吸着場として寄与している底泥中の酸化鉄が還元分解し, ついにはリンが回帰・循環するというメカニズムが存在することが推察された。

5. 主な発表論文等

[学会発表](計3件)

(1) Murata T., Hiroki M., Tomioka N., Yoshida K., Komatsu K., Fukushima M., Imai A., Utsugawa T., Jutagate T., Praxaysombath B. Sedimentation processes observed in Nam Ngum dam reservoir of Laos -A newly generated environment on the bottom in a tropical dam reservoir of the Mekong River Basin-, the XIX INQUA Congress, 2015年8月1日, 名古屋

(2) Murata T., Hiroki M., Tomioka N., Nohara S., Yoshida K., Fukushima M., Imai A., Jutagate T., Srean P., Praxaysombath B. Sedimentation Processes of Phosphorus in the Catena in Dam Reservoirs in the Mekong River Basin. 20th World Congress of Soil Science, Proceedings of 20th World Congress of Soil Science, 2014年6月10日, 済州島(韓国)

(3) 村田智吉・広木幹也・富岡典子・野原精

一・吉田勝彦・福島路生・今井章雄・Jutagate T., メコン流域ダム貯水池における湖岸、湖底のリンの蓄積形態, 日本ペドロロジー学会 2014 年度大会, 2014 年 3 月 21 日, 松江

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村田 智吉(Tomoyoshi Murata)・独立行政法人
国立環境研究所・地域環境研究センター・主任
研究員・研究者番号：50332242

(2) 連携研究者

広木 幹也(Mikiya Hiroki)・独立行政法人国立
環境研究所・生物・生態系環境研究センタ
ー・主任研究員・研究者番号：40142103

富岡 典子(Noriko Tomioka)・独立行政法人国
立環境研究所・地域環境研究センター・主任
研究員・研究者番号：40168399

福島 路生(Michio Fukushima)・独立行政法人
国立環境研究所・生物・生態系環境研究セン
ター・主任研究員・研究者番号：10291048

(3) 研究協力者

Jutagate, Tuantong・Ubon Ratchathani
University・Associate Professor

宇津川徹(Toru Utsugawa)・カテナ研究所・所
長