

---

# フィリピン大学ディリマン（フィリピン） 研修報告書

## パッシング川水域の水質浄化

工学研究科 社会基盤環境工学専攻 山地 智司

### 1. はじめに

2017年8月12日より同年9月10日までの間、フィリピン共和国のフィリピン大学ディリマンにてパッシング川水域の水質浄化に関する研究を行った。その結果を以下に報告する。

### 2. 共同研究課題の決定

本研究室では石炭灰を主原料とした石炭灰造粒物（GCA : Granulated Coal Ash）の研究が行われている。GCAは石炭灰を有効活用することが可能な技術であるとともに、ヘドロ化した河川沿岸域に敷設することで底質を改善する技術である。広島県内では既に複数の河川沿岸域でGCAの実証試験が行われており、GCAによる環境改善効果が確認されている。一方で、フィリピン共和国では経済の急激な発展に伴い、マニラ市内を流れるパッシング川などでは環境汚染が深刻化しているため、環境改善技術が必要とされている。本研究ではGCA技術をフィリピン共和国で適用し、パッシング川水域の水質浄化を行うことを目的としており、フィリピン大学と共同で研究を行った。

### 3. 共同研究スケジュール

8月12日 出国  
8月14日～9月8日 研究, プレゼンテーション  
9月10日 帰国

### 4. 共同研究派遣先の概要

大学名: University of the Philippines Diliman  
所在地: フィリピン メトロ・マニラ ケソンシティ  
指導教員: Dr. Augustus C. Resurreccion

### 5. 共同研究内容

#### 5.1 概要

フィリピン共和国の首都マニラでは近年の人口急増に対して環境インフラが追い付かず、大規模な汚水の直接流入により水環境汚染が深刻化している。フィリピン国内において過去15年以上にわたり様々な取り組みが実施されたが、抜本的な解決には至っていない。本研究では、フィリピン共和国の将来的な水環境の向上を目指し、現地の材料（フライアッシュ、セメント）を用いたGCAの開発を行い、性能・浄化効果を実証することを目的とする。さらに、実際の河川環境での効果を立証するために20m<sup>3</sup>のGCAを製造し、マニラ市内を流れるサンミゲル川（パッシング川水域）へ施工を行う。本報告書ではフィリピン大学で行った室内実験とGCAの製造について報告する。

#### 5.2 室内実験

##### 5.2.1 実験方法

マニラ市内と流れるサンミゲル川に堆積した有機泥と河川水を採取し、GCAと混合させた。有機泥300g、河川水1Lに対して、GCAの混合比および混合方法を変化させ、実験を行った（Table 1）。また、GCAの製造には異なる2種類のフライアッシュ（PFA, CFB）を使用しており、フライアッシュの違いによるGCAの性能の変化を検討した。Fig. 1に実験装置の概要図を示す。上層水と有機泥（泥、間隙水）について分析を行った。Control 1～Case 6までの条件は7日ごとに上層水の分析を行い、30日後に全ての分析を行った。ただし、この条件では上層水を採取する度に、

---

---

空気が入りしサンプルが酸化する可能性が考えられたため、試験開始と 30 日後のみを測定する条件 (Control 2 ~ Case 12) を用意した。分析項目は Table 2 に示す。

---

Table 1 Experimental Condition

Case	The amount of GCA	Treatment of GCA	Measuring date
Control 1	-	-	Day 0, 7, 14, 21, 30
Case 1	PFA-GCA 150g	Mix	
Case 2	PFA-GCA 300g	Cover	
Case 3	PFA-GCA 300g	Mix	
Case 4	CFB-GCA 150g	Mix	
Case 5	CFB-GCA 300g	Cover	
Case 6	CFB-GCA 300g	Mix	Day 0, 30
Contol 2	-	-	
Case 7	PFA-GCA 150g	Mix	
Case 8	PFA-GCA 300g	Cover	
Case 9	PFA-GCA 300g	Mix	
Case 10	CFB-GCA 150g	Mix	
Case 11	CFB-GCA 300g	Cover	
Case 12	CFB-GCA 300g	Mix	

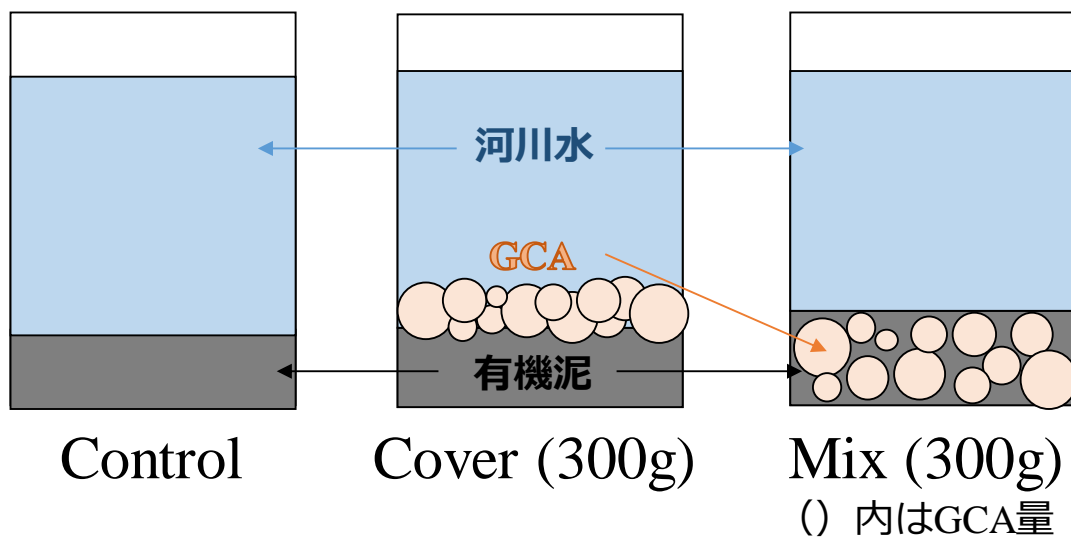


Fig. 1 Experimental Devices

Table 2 Analysis Items

	測定項目
上層水	pH, ORP, EC, DO, color, TDS, TSS, Turbidity, ion (PO <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> etc.)
間隙水	pH, ORP, EC, DO, ion (PO <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> etc.)
泥	IL, pH ORP

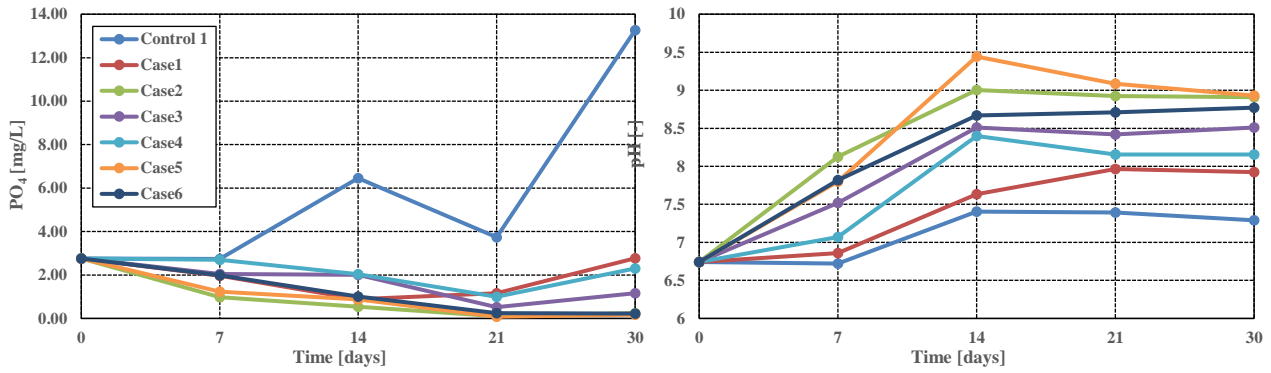


Fig. 2 Analysis of Upper Water (Left) PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (Right) pH

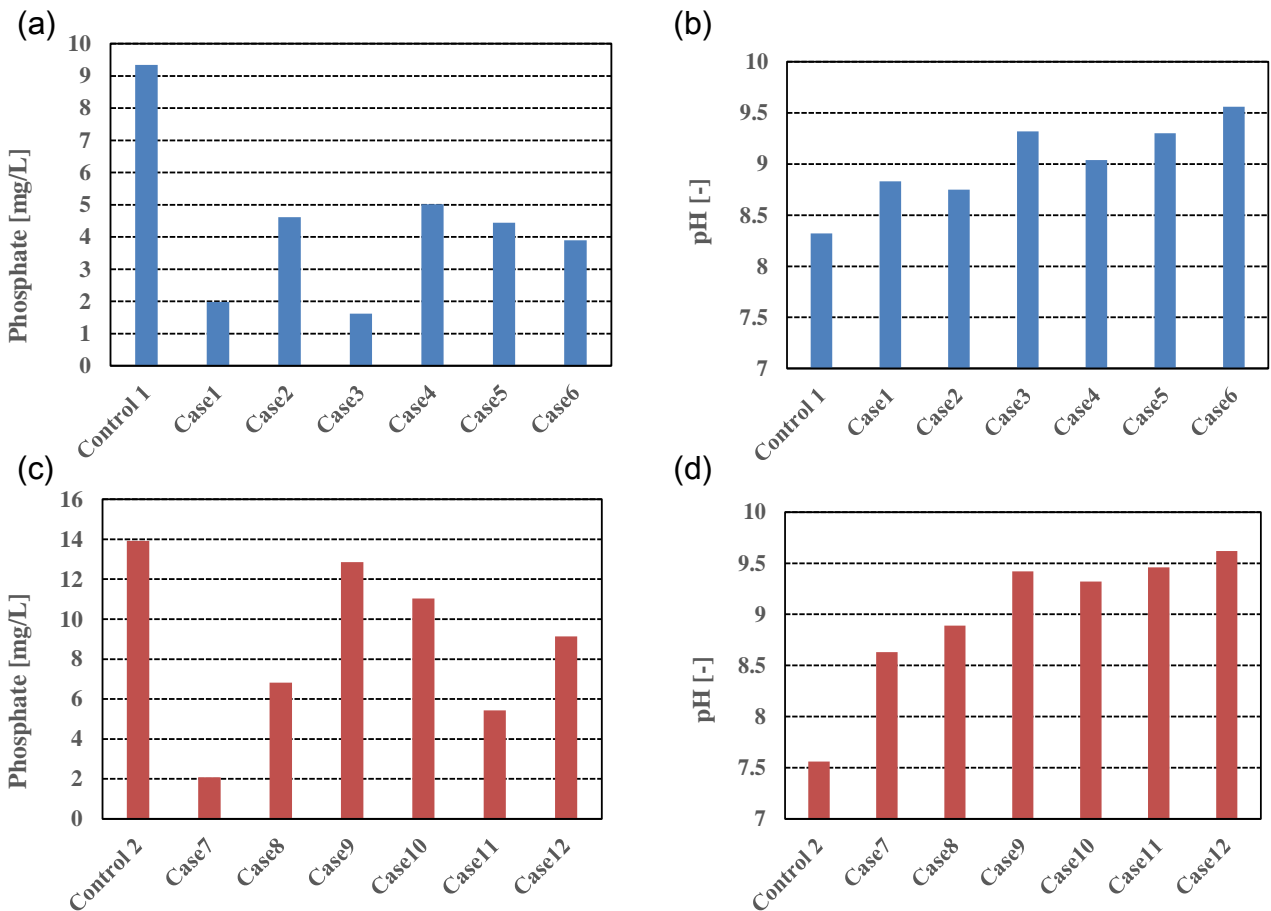


Fig. 3 Analysis of Pore Water (a) PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (b) pH (c) PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (d) pH

### 5. 2. 2 結果・考察

Fig. 2 に上層水における PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> と pH の経時的変化を示す. 日本で製造される GCA からは Ca が多量に溶解するため, pH の上昇と栄養塩 (PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>) の固定が確認される. これはフィリピンで製造された GCA においても同様の傾向が確認できる. これらの傾向は GCA の混合量が多いほど顕著である. また, 混合方法としては Cover の条件において pH の上昇や PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> の固定が顕著であり, 効果的である. Fig. 3 に有機泥の間隙水の分析結果を示す. こちらも上層水と同様に pH の上昇と PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> の固定が確認できる. フライアッシュの違いによる GCA の特性の違いとしては CFB を使用した場合に pH がやや高い傾向にあり, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> の固定効果が高いことが明らかとなった.

---

### 5. 3 GCA の製造

マニラ市内を流れるサンミゲル川において実証実験を行うために約 20 m<sup>3</sup> の GCA を製造する。そのため、GCA 製造方法を確立し、効率的に製造する必要がある。使用した材料としてフライアッシュは PFA と CFB、セメントは Type 1P セメントを使用した。PFA と CFB の特性はほぼ同じであるが、含水比に違いがある。セメントはフィリピン国内で最も流通している Type- 1P を採用した。PFA と CFB をそれぞれ 10 m<sup>3</sup> ずつ使用し、合計で 20 m<sup>3</sup> の GCA を製造することとした。GCA 製造初期では約 0.1 m<sup>3</sup>/day の製造であったが、機材や作業手順の見直しを行い、効率化を行った結果、最大 1 m<sup>3</sup>/day の製造を行うことが可能となった。

### 5. 4 今後の課題

今回の室内実験では GCA の効果である pH の上昇と PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> の固定が確認された。しかし、H<sub>2</sub>S や NH<sub>4</sub><sup>+</sup> などのパラメータについては GCA による浄化効果は確認できなかったため、適用事例を増やし、フィリピン産 GCA の浄化効果を詳細に把握する必要がある。

## 6. まとめ

海外で共同研究を行う上で必要とされることは、現地の価値観や考え方を共有し、主体性・積極性を持って取り組む姿勢であると感じました。共同研究でより良いものを生み出すためには、お互いの意見を交換し、理解する必要があります。また、積極的にコミュニケーションを取ることによってコミュニケーション能力を向上させます。フィリピンでの 1 か月は私を成長させ、自信をつけるきっかけとなりました。

最後に、この海外共同研究は私にとって初めての海外経験であり、フィリピンでの滞在に不安を感じていました。しかし、現地の方々に温かく迎えていただき、不自由なく研究に取り組むことが出来ました。今回の研究を通して、人との繋がり的重要性を改めて感じました。今後も人との関わりを意識しながら、研究に励みます。

## 7. 謝辞

本研究においてご指導して頂いた Dr. Augustus C. Resurreccion、研究や現地での生活のサポートをして頂いた研究室の方々には、心より感謝しております。また、貴重な機会を与えて頂いた日比野忠史准教授に厚く御礼申し上げます。最後に、海外共同研究プログラムのサポートをして下さいました実行委員会の諸先生方、学生支援グループ国際事業担当の皆様は深く御礼申し上げます。

---