

รหัสโครงการ: RSA5880046

ชื่อโครงการ: การปนเปื้อนและการควบคุม Perfluoroalkyl Substances (PFASs) ในน้ำใต้ดิน

ชื่อนักวิจัย และสถาบัน: รศ.ดร. สุวรรณ (กิจผาดิ) บุญตานนท์ สังกัดภาควิชาวิศวกรรมโยธาและสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

อีเมล: suwanna.boo@mahidol.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 กรกฎาคม 2558 ถึง 31 ธันวาคม 2561

หลุมฝังกลบขยะเป็นแหล่งปลดปล่อยมลพิษจำนวนมากสู่สิ่งแวดล้อมและส่งผลต่อปัญหาสุขภาพของทุกคนและสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาที่สำคัญคือการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินจากสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานรวมถึงสารกลุ่ม PFASs ซึ่งมีการศึกษาเป็นจำนวนมากในประเทศที่พัฒนาแล้วแต่ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย นอกเหนือจากนั้นเทคโนโลยีในการบำบัดสารกลุ่มนี้ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เทคโนโลยีเมมเบรนมีศักยภาพในการกำจัดแต่มีข้อเสียในด้านมลพิษหลงเหลือที่แยกออกจากน้ำโดยเมมเบรน ดังนั้นจึงมีความท้าทายในการพัฒนาระบบเมมเบรนแบบผสมผสาน วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการตรวจสอบสถานการณ์ปัจจุบันของการปนเปื้อน PFASs ในน้ำใต้ดินและพัฒนากระบวนการบำบัดด้วยเทคโนโลยีเมมเบรนแบบผสมผสานรวมถึงประเมินประสิทธิภาพ โดยได้ทำการเก็บตัวอย่าง บริเวณรอบสถานที่กำจัดขยะมูลฝอย และแหล่งลักลอบทิ้งขยะอุตสาหกรรม โดยสารประกอบ PFASs จะถูกสกัดจากน้ำตัวอย่างด้วยเทคนิค Solid-phase extraction (SPE) และวิเคราะห์โดยวิธี High performance liquid chromatography (HPLC) ร่วมกับ Tandem mass spectrometer (MS/MS)

พบปริมาณการปนเปื้อน PFASs รวมรอบแหล่งลักลอบทิ้งขยะ ต.หนองแขน และ ต.มาบไฟ ในระดับ 4.43 ถึง 10.80 ng/L และ 2.64 ถึง 42.01 ng/L ตามลำดับ โดยมีปริมาณสาร PFOA และ สาร PFOS มากที่สุด รวมทั้งยังพบว่าสาร PFHxS ถูกตรวจพบมากในน้ำใต้ดิน โดยเฉพาะรอบแหล่งลักลอบทิ้งขยะอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นเพราะสาร PFHxS ถูกนำมาใช้ทดแทนสาร PFOS ในกระบวนการอุตสาหกรรม เนื่องจากมีสายคาร์บอนที่สั้นกว่า นอกจากนั้นจากการวิเคราะห์ทางสถิติ ยังพบว่าการปนเปื้อนของสาร PFASs ในน้ำใต้ดินรอบสถานที่กำจัดขยะชุมชนและแหล่งลักลอบทิ้งขยะอุตสาหกรรมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลการศึกษาไฮบริดเมมเบรนฟิลเตรชัน (hybrid membrane filtration) ร่วมกับโฟโตแคตาไลซิส (photocatalysis) ผลการทดลองในส่วนของการกรองพบว่าคุณสมบัติในการกำจัดสารจะเพิ่มขึ้น เมื่อแรงดันและความเข้มข้นของสารเพิ่มขึ้น ในส่วน photocatalysis พบว่าความเข้มข้นของ nZVI และ co-contaminants ในน้ำใต้ดินส่งผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสารเป้าหมาย โดยในส่วนของการไฮบริดเมมเบรนฟิลเตรชันผลที่ได้พบว่า nanofiltration membrane สามารถบำบัดสาร PFOA ได้ถึง 99.62% หากแต่ส่วนมลพิษที่ถูกแยกออกยังไม่ได้ถูกกำจัดอย่างแท้จริงถ้าถูกปล่อยทิ้งโดยไม่ได้รับการกำจัดที่เหมาะสม การศึกษานี้ออกแบบให้มลพิษถูกส่งต่อไปบำบัดเพื่อย่อยสลายโดย photocatalysis ซึ่งส่งผลให้สารมลพิษที่เหลือที่ไม่สามารถกำจัดได้จะถูกปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อมเพียง 34.61% ซึ่งเป็นปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับปริมาณที่เหลืออยู่หากกำจัดด้วย nanofiltration membrane เพียงอย่างเดียวถึง 3 เท่า จึงแสดงให้เห็นว่าสาร PFOS และ PFOA เข้มข้นที่ไม่สามารถผ่านเมมเบรนได้ สามารถย่อยสลายได้โดยการใช้ photocatalysis ก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่า กระบวนการไฮบริดเมมเบรนฟิลเตรชันและโฟโตแคตาไลซิสสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายสาร PFOS และ PFOA และลดข้อเสียของ membrane filtration ถือเป็นระบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยิ่งระบบหนึ่ง

คำหลัก : PFOS, PFOA, น้ำใต้ดิน, เมมเบรน, โฟโตแคตาไลซิส

Project Code: RSA5880046

Project Title: Occurrence and Control of Perfluoroalkyl Substances (PFASs) in Groundwater

Investigator: Assoc. Prof. Dr. Suwanna Kitpati Boontanon, Civil and Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering, Mahidol University

E-mail Address: suwanna.boo@mahidol.ac.th

Project Period: July 1, 2015 – December 31, 2018

Landfills are sources of a wide range of compounds with environmental, wildlife and human health concerns. Contamination of groundwater with PFASs has been studied in other countries, but not in Thailand. In addition, some technologies do not effectively remove many of these contaminants from water, membrane technologies have been shown to be effective in removing PFASs. However, the significant membrane drawbacks are well-known concentrated pollutants in retentate. It is challenging to develop hybrid membrane that can overcome this major drawback of membrane technology. The overall objectives of this research study are to investigate the current situation of PFASs contamination in groundwater and to develop and evaluate the technical performance of hybrid membrane technology. Groundwater samples were collected around municipal waste disposal sites (MWDS) and industrial waste disposal sites (IWDS). Seven PFCs: PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnA, PFHxS, and PFOS were extracted by solid-phase extraction (SPE) technique and analyzed by high-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometer (HPLC-MS/MS).

The total PFASs in groundwater around Nong Nae industrial waste disposal sites (IWDS) and Map Phai IWDS varied from 4.43 to 10.80 ng/L and 2.64 to 42.01 ng/L, respectively. Similar to those around the municipal waste disposal sites (MWDS) areas, PFOA and PFOS were the most dominant compounds. PFHxS was frequently observed in the groundwater around the IWDSs, suggesting that it has been used as a substitute to PFOS-based compounds in industrial processes. Statistical analysis showed that the levels of PFASs in the groundwater around the IWDSs were significantly higher than those around the MWDSs. For the hybrid membrane system, the spiked water samples were treated by Nanofiltration (NF) and the rejected part was sent to UV contact tank for photocatalysis reaction. For the membrane filtration part, the NF membrane provided higher removal efficiency when applied with higher pressure and concentration. For photocatalysis, the nZVI concentration and co-contaminants in groundwater effected to the removal efficiency. For the hybrid membrane filtration and photocatalysis process, the nanofiltration membrane could remove up to 99.62% of the PFOA. However, for nanofiltration alone, the rejected contaminants might be still released to the environment 100% if the rejected part were not treated properly. In contrast, the nanofiltration membrane coupled with photocatalysis from this study, the contaminants were released to the environment just 34.61%, which was a much better result than treatment by only the nanofiltration membrane alone about 3 times. Thus, the hybrid membrane filtration and photocatalysis method is more effective for removal of the contaminants in groundwater and is also friendlier to the environment and living things.

Keywords: PFOS, PFOA, Groundwater, Membrane, Photocatalysis