บทคัดย่อ

รหัสโครงการ: RMU5080012

ชื่อโครงการ: การลดคลอรีนแบบรีดักชันของสารประกอบอินทรีย์คลอรีนเสี่ยงอันตรายในตะกอน

ชื่อนักวิจัย: รศ.ดร. จินต์ อโณทัย

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

อีเมล์: jin.ano@kmutt.ac.th

ระยะเวลาโครงการ: 1 ธันวาคม พ.ศ. 2549 ถึง 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2552

โครงการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงการย่อยสลายทางชีวภาพภายใต้สภาวะไร้อากาศในตะกอนลำน้ำของเฮกซะคลอโรเบนซินและโพลีคลอริเนเต็ดไบฟินิลซึ่งถูกจัดให้เป็นสารมลพิษอินทรีย์คงทนในสิ่งแวดล้อมตามอนุสัญญาสตอกโฮล์มว่าด้วยสารมลพิษที่ตกค้างยาวนานโดยใช้ตะกอนและน้ำจาก 10 ลำน้ำรวม 28 ตัวอย่างในรูปแบบของน้ำตะกอน ตะกอนเหลว และชั้นตะกอนที่จำลองสภาพลำน้ำ ผลการศึกษาพบว่าเฮกซะคลอโรเบนซินสามารถย่อยสลายทางชีวภาพได้เป็นอย่างดีในทุกรูปแบบที่ทดลอง โดยการย่อยสลายเกือบทั้งหมดผ่านทางกลไกหลักเป็นเพนตะคลอโรเบนซิน 1,2,3,5-เตตระคลอโรเบนซิน และ 1,3,5-ไตรคลอโรเบนซินตามลำดับ มีเพียงส่วนน้อยที่เกิดการย่อยสลายผ่านกลไกรองเป็นเพนตะคลอโรเบนซิน 1,2,4,5-เตตระคลอโรเบนซิน 1,2,4-ไตรคลอโรเบนซิน และ 1,4-ไดคลอโรเบนซินตามลำดับ ตัวแปรที่สำคัญที่สุดคืออุณหภูมิซึ่งพบว่าในช่วง 15 ถึง 45 เซลเซียสการย่อยสลายเฮกซะคลอโรเบนซินจะเกิดได้ดีในช่วง 30 ถึง 40 เซลเซียสซึ่งใกล้เคียงกับอุณหภูมิทั่วไปของประเทศไทย ในขณะที่ประเทศพัฒนาแล้วซึ่งพบว่าเฮกซะคลอโรเบนซินย่อยสลายได้ยากจะมีความแปรปรวนของอุณหภูมิค่อนข้างมาก เป็นผลให้ตะกอนลำน้ำในประเทศไทยมีความหลากหลายทางจุลชีพมากกว่า เฮกซะคลอโรเบนซินจึงถูกย่อยสลายได้ตามธรรมชาติและไม่เป็นสารมลพิษอินทรีย์คงทนในประเทศไทย จุลชีพที่สามารถย่อยสลายเฮกซะคลอโรเบนซินคือแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทนและกลุ่มแกรมบวกที่สามารถทนต่อการยับยั้งของแวนโคมัยซินได้ดี จลนพลศาสตร์ของการย่อยสลายสามารถอธิบายได้ด้วยสมการของ Michaelis-Menten โดยมีค่าคงที่การลดคลอรีนสูงสุดปรากฏและค่าคงที่ครึ่งอิ่มตัวของการย่อยสลายเฮกซะคลอโรเบนซินเท่ากับ 0.45-0.73 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อวันและ 3.2-17.2 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ส่วนโพลีคลอริเนเต็ดไบฟินิลพบว่าย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก กล่าวคือจากทั้งหมด 21 คอนเจนเนอร์ที่ทดสอบมีเพียง 2,3,4-ไตรคลอโรไบฟินิลเท่านั้นที่สามารถย่อยสลายได้ในทุกชุดทดสอบแต่ใช้เวลานานกว่าเฮกซะคลอโรเบนซินมาก ในขณะที่ 2,4,4'- และ 3,4,5-ไตรคลอโรไบฟินิล, 2,4,2',5'-, 2,3,2',5'- และ 2,3,4,4'-เตตระคลอโรไบฟินิลสามารถย่อยสลายได้เพียงบางสภาวะ ส่วนคอนเจนเนอร์ที่เหลือไม่สามารถย่อยสลายได้เลย ชี้ให้เห็นว่าโพลีคลอริเนเต็ดไบฟินิลย่อยสลายทางชีวภาพได้ยากกว่าเฮกซะคลอโรเบนซินและเป็นสารมลพิษอินทรีย์คงทนภายใต้สภาวะแวดล้อมของประเทศไทย

คำสำคัญ: การฟื้นฟูสภาพทางชีววิทยา เฮกซะคลอโรเบนซิน พีซีบี โพลีคลอริเนเต็ดไบฟินิล

Abstract

Project Code: RMU5080012

Project Title: Reductive Dechlorination of Hazardous Chlorinated Organic Compounds in Sediment

Investigator: Assoc. Prof. Dr. Jin Anotai

Dept. of Environmental Engineering, King Mongkut's U. of Tech. Thonburi

E-mail Address: jin.ano@kmutt.ac.th

Project Period: December 1, 2006 to November 30, 2009

This research project studied the biodegradability of hexachlorobenzene and polychlorinated biphenyls, both of which have been classified as the persistent organic pollutants (POPs) in the Stockholm Convention, under anaerobic condition in the stream sediments. Twenty eight sediment and water samples from 10 streams were collected and used in the study in three medium forms, i.e., filtered sediment slurry, non-filtered sediment slurry, and sediment layer to simulate actual condition of the stream sediment. Hexachlorobenzene could be dechlorinated effectively in all three media tested under all conditions via the major pathway to pentachlorobenzene, 1,2,3,5-tetrachlorobenzene, and 1,3,5-trichlorobenzene, respectively. Minor pathway to pentachlorobenzene, 1,2,4,5-tetrachlorobenzene, 1,2,4-trichlorobenzene, and 1,4-dichlorobenzene, respectively, was also detected in some cases. The most important factor was temperature. Within the studied range of 15 to 45°C, the optimum temperature were found in between 30 and 40°C, very close to the typical temperature in Thailand. This was significantly different from most developed countries, where the hexachlorobenzene was found to be very persistent in the environment, that have very fluctuated temperature. As a result from temperature variation, the indigenous microbes in the stream sediments in Thailand were more diverse than those in developed countries. Hence, hexachlorobenzene could be effectively degraded and, thus, should not be considered as a persistent organic pollutant in Thailand. Hexachlorobenzene dechlorinators were methanogens and gram-positive bacteria which could resist to vancomycin. The dechlorination kinetics followed the Michaelis-Menten equation with the apparent maximum dechlorination rate constant and the half-saturation constant of hexachlorobenzene were 0.45-0.73 mg/(l.day) and 3.2-17.2 mg/l, respectively. Dechlorination of polychlorinated biphenyls, however, was unimpressive as compared to hexachlorobenzene. Of all 21 congeners being tested, only 2,3,4-trichlorobiphenyl could be dechlorinated in all scenarios but took much longer time than hexachlorobenzene. The 2,4,4'-, 3,4,5-trichlorobiphenyls, 2,4,2',5'-, 2,3,2',5'- and 2,3,4,4'-tetrachlorobiphenyls could be merely degraded under certain conditions whereas the remaining congeners could not be dechlorinated by any means. These results indicate that polychlorinated biphenyls are highly resisted to biodegradation and become the persistent organic pollutants in Thailand.

Keywords: bioremediation, hexachlorobenzene, PCBs, polychlorinated biphenyls