

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอนหรือสารพีเอเอช (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon, PAHs) เป็นสารประกอบเคมีหนึ่งในหลายร้อยชนิดในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ที่มีวงอะโรมาติกเชื่อมต่อกันในโครงสร้างโมเลกุลอย่างน้อย 2 วงขึ้นไป ลักษณะการเชื่อมต่อกันคือวงอะโรมาติก 2 วงที่อยู่ติดกันต้องใช้คาร์บอน 2 อะตอมร่วมกัน วงอะโรมาติกอาจมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ สำนักงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (The United States Environmental Protection Agency, U.S.EPA) กำหนดให้สารพีเอเอช 16 ชนิดเป็นสารมลพิษอันตรายที่ควรให้ความสำคัญในลำดับต้นทางสิ่งแวดล้อม สารพีเอเอชที่กระจายตัวอยู่ทั่วไปในสิ่งแวดล้อมหลายชนิดเป็นสารกลายพันธุ์กรรม (mutagen) สารก่อมะเร็ง (carcinogen) และสารก่อให้เกิดความผิดปกติทางร่างกายในทารก (teratogen). Wild และ Jones, (1995) รายงานว่าประมาณร้อยละ 90 ของสารพีเอเอชทั้งหมดที่พบในสิ่งแวดล้อมของสหราชอาณาจักรนั้นถูกสะสมไว้ในดิน การประมาณถึงความเข้มข้นของสารพีเอเอชดังกล่าวนี้ไม่นับรวมพื้นที่ที่มีและ/หรือคาดว่าจะมีการปนเปื้อนของสารมลพิษ เช่นบริเวณพื้นที่โรงงานผลิตเชื้อเพลิง โรงผลิตกระแสไฟฟ้า โรงกลั่นน้ำมันปิโตรเลียมหรือโรงงานผลิตน้ำยารักษาเนื้อไม้ เป็นต้น

แหล่งกำเนิดหลักของสารพีเอเอชมักเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ (Jenkins และคณะ, 1996; Wilcke และคณะ, 2002; Kim และคณะ, 2003) นอกจากนี้ สารพีเอเอชยังสามารถเกิดขึ้นได้เองจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เช่น ไฟป่า ภูเขาไฟระเบิดและจากกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและทางกายภาพในสิ่งแวดล้อม สารพีเอเอชที่พบในดินบริเวณชุมชนเมืองหรือเขตอุตสาหกรรมมักเกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ใช้เชื้อเพลิงเป็นผลิตภัณฑ์จากไม้และเชื้อเพลิงฟอสซิลทั้งนี้สารพีเอเอชยังมีที่มาจากแหล่งกำเนิดอื่นๆได้อีกเช่นจากการรั่วไหลของน้ำมันและน้ำเสียที่ ปล่อยออกมาจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม (Tam และคณะ, 2001)

สารพีเอเอชในอากาศสามารถตกลงสู่ดินได้ผ่านกระบวนการตกสะสม (deposition process) ทั้งการตกสะสมในสภาพแห้ง (dry deposition) ในรูปของฝุ่นละอองและการตกสะสมในสภาพเปียก (wet deposition) ในรูปของน้ำค้างและฝนโดยสามารถถูกดูดซับเข้ากับอินทรีย์วัตถุในดิน (soil organic matter, SOM) ได้เป็นอย่างดีและจากสมบัติทางเคมีบางประการ เช่น เป็นสารที่มีขั้วต่ำ ทำให้มีสมบัติเป็นสารที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) มีค่าความดันไอ (vapor pressure, P_1) ต่ำ และมีค่าสัมประสิทธิ์การพาร์ทิชันระหว่างออกทานอลกับอากาศ (octanol/air partition coefficients, K_{OA}) สูง เหล่านี้เป็นต้น ทำให้สารพีเอเอชเป็นสารที่มีเสถียรภาพหรือความคงตัวสูงทำให้สามารถคงอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นระยะเวลายาวนาน (Wilcke, 2000) ด้วยเหตุนี้จึงถือได้ว่าดินเป็นแหล่งรองรับสารพีเอเอชในธรรมชาติที่มีความสำคัญแหล่งหนึ่ง (Nam และคณะ, 2003) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าความเข้มข้นของสารพีเอเอชที่พบในดินนั้นมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารพีเอเอชที่พบในบรรยากาศ ด้วยสาเหตุนี้จึงมีการนำความเข้มข้นของสาร พีเอเอชที่พบในดินมาใช้เป็นดัชนีชี้บอกถึงสภาพมลพิษของสิ่งแวดล้อมในช่วงเวลาขณะนั้น (Wild และ Jones, 1995)

ปกติแล้วความเข้มข้นรวมของสารพีเอเอช 16 ชนิดในดินที่เป็นผลมาจากกระบวนการสังเคราะห์ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติจากพืช (Plant synthesis) และจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่นการเกิดไฟป่าหรือภูเขาไฟระเบิดจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 1-10 นาโนกรัมต่อกรัม (Edwards, 1983) อย่างไรก็ตาม ความเข้มข้นและการกระจายตัวของสารพีเอเอชในดินมักมีความแปรปรวนไม่แน่นอน จากปัจจัยทางด้านอุณหภูมิและลักษณะของดินในประเทศที่มีภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อน เนื่องจากเกิดการย่อยสลายทางชีวภาพจากการกระทำของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในดิน (microbial degradation) และจากการแตกสลายโดยแสง (photolysis) ได้ดี โอกาสที่สารพีเอเอชเกิดการระเหยกลายเป็นไอในดินของประเทศที่มีภูมิอากาศเป็นแบบเขตร้อนจะเกิดขึ้นได้ดีกว่าดินในประเทศที่มีภูมิอากาศแบบเขตกึ่งหนาว มีรายงานว่าสารพีเอเอชที่พบในดินของประเทศที่มีภูมิอากาศแบบเขตร้อนโดยมากมักเป็นสารพีเอเอชที่มีมวลโมเลกุลต่ำ อีกทั้งความเข้มข้นรวมของสารพีเอเอชที่พบในดินมีความสัมพันธ์กับค่าความเข้มข้นที่พบในอากาศ โดยยังไม่มี ความชัดเจนถึงสาเหตุของความสัมพันธ์ดังกล่าว แต่อาจเกิดจากในหลากหลายปัจจัย เช่น จากลักษณะของแหล่งกำเนิด การตอบสนองทางสิ่งแวดล้อมของดินและอากาศและการแลกเปลี่ยนมวลสารระหว่างอากาศกับดิน (air-soil exchange) เป็นต้น (Dalya และคณะ, 2007)

ความเข้มข้นรวมของสารพีเอเอชที่พบในดินของประเทศไทยมีค่าอยู่ที่ประมาณ 11-347 นาโนกรัมต่อกรัม โดยชนิดของสารพีเอเอชที่พบอย่างเด่นชัด ได้แก่ แนฟทาซีน พีแนนทรีนและไพรีน ขณะที่พบว่าความเข้มข้นของสารพีเอเอช 14 ชนิดในดินของประเทศเวลส์มีค่าอยู่ที่ประมาณ

108-54,500 นาโนกรัมต่อกรัม และมีรายงานถึงชนิดของสารพีเอเอชที่พบอย่างเด่นชัดว่าอยู่ในกลุ่มสารพีเอเอชที่มีมวลโมเลกุลสูง (High molecular weight PAHs) เช่น ฟลูออแรนทีน (มวลโมเลกุล 202.26) เบนโซ(เอ)แอนทราซีน (มวลโมเลกุล 228.29) ไดเบนโซ(เอ,เอช)แอนทราซีน (มวลโมเลกุล 278.35) และไครซีน (มวลโมเลกุล 228.29) เป็นต้น (Jones และคณะ, 1989)

นอกจากแหล่งกำเนิดหลักจากกระบวนการเผาไหม้และปิโตรเลียมแล้ว ยังมีบางเหตุการณ์ที่แสดงว่า สารพีเอเอชสามารถก่อตัวขึ้นได้จากกระบวนการทางชีวภาพได้เช่นกัน โดยมีรายงานการศึกษาว่าแนฟทาซีนและเพอร์ลีนซึ่งเป็นสารชนิดหนึ่งในกลุ่มสารพีเอเอชสามารถเกิดขึ้นได้จากกระบวนการสังเคราะห์ทางชีวภาพจากพืชชั้นสูงและจากปลวกที่อาศัยอยู่ในป่าดงดิบของเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ มีรายงานว่าความเข้มข้นของสารพีเอเอชกลุ่มที่มีวงอะโรมาติกในโครงสร้างโมเลกุล 4 5 และ 6 วง ที่พบในดินจะเพิ่มสูงขึ้นภายใต้สภาวะที่ดินเกิดการขาดแคลนออกซิเจน ดังนั้นจึงเป็นเหตุผลหนึ่งที่สามารถสรุปได้ว่าสารพีเอเอชในดินสามารถก่อตัวขึ้นได้ทั้งจากพืชและจากสารประกอบเคมีตั้งต้นของอินทรีย์สารซึ่งเกิดการสลายตัวแล้วในดินหรือฮิวมัสภายใต้สภาวะดังกล่าว (Thiele และ Brummer, 2002)

การศึกษาถึงความเข้มข้นและการกระจายตัวของสารพีเอเอชในองค์ประกอบทางสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยนั้น มีผู้ทำการศึกษาวิจัยมาแล้วเป็นจำนวนหนึ่งทั้งในอากาศ (จินตนา สายวรรณ, 2541; ปาจริย์ ทองสนิท, 2545; Ruchirawat และคณะ, 2002) ตะกอนดิน (Boonyatumanond และคณะ, 2006; จิราณีย์ ไชยบุริวงค์, 2544; ศิริพร สิงห์ทอง, 2547) และในแหล่งน้ำ (กัลยา วัฒนยากร, 2543) แต่ผู้ศึกษาถึงความเข้มข้นการกระจายตัวรวมทั้งแหล่งกำเนิดที่มีความเป็นไปได้ของสารพีเอเอชที่พบในดินของประเทศไทยยังมีอยู่ไม่มากนัก ทำให้มีข้อมูลและรายละเอียดดังกล่าวของสารพีเอเอชในดินยังมีอยู่ค่อนข้างจำกัด

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาถึงการกระจายตัวและความเข้มข้นของสารพีเอเอช 16 ชนิดในดินบริเวณรอบโรงงานเยื่อกระดาษ โดยคาดว่าจะสามารถนำไปหาความสัมพันธ์กับแหล่งกำเนิดที่มีความเป็นไปได้ของสารพีเอเอช 16 ชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในดินบริเวณรอบโรงงานเยื่อกระดาษได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาถึงรูปแบบการกระจายตัวและความเข้มข้นของสารพีเอเอช 16 ชนิดในดินรอบบริเวณโรงงานเยื่อกระดาษ
2. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการกระจายตัวและความเข้มข้นของสารพีเอเอช 16 ชนิดที่ปนเปื้อนอยู่ในดินรอบบริเวณโรงงานเยื่อกระดาษกับแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาถึงความเข้มข้นและรูปแบบการกระจายตัวในดินของสารพีเอเอช 16 ชนิดที่สำนักงานพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกากำหนดให้เป็นสารมลพิษอันตรายที่ควรให้ความสำคัญในลำดับต้นทางสิ่งแวดล้อมเท่านั้น
2. พื้นที่เก็บตัวอย่างดินเพื่อทำการศึกษาได้แก่ พื้นที่รอบบริเวณโรงงานเยื่อกระดาษที่ใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิงหลักในกระบวนการผลิตในรัศมี 2.5 กิโลเมตร
3. วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารพีเอเอช 16 ชนิดในดินด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีพร้อมตัวตรวจวัดแบบเปลวไอออไนเซชัน (Gas chromatography-Flame Ionization Detector, GC-FID)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงความเข้มข้นและรูปแบบการกระจายตัวของสารพีเอเอชในดินบริเวณโรงงานเยื่อกระดาษและพื้นที่โดยรอบ
2. ทราบถึงแหล่งกำเนิดที่เป็นไปได้ของสารพีเอเอชที่พบในดินบริเวณโรงงานเยื่อกระดาษและจากพื้นที่ชุมชนโดยรอบโดยอาศัยการเปรียบเทียบจากอัตราส่วนของสารพีเอเอชที่รวบรวมจากรายงานของผู้ที่ทำการศึกษามาแล้ว
3. ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพและองค์ประกอบทางเคมีของดินจากโรงงานเยื่อกระดาษและพื้นที่ชุมชนโดยรอบกับความเข้มข้นและรูปแบบการกระจายตัวของสารพีเอเอชที่วิเคราะห์พบ

4. สามารถนำข้อมูลของสารพีเอเอชที่ได้จากการศึกษานี้ไปใช้เป็นข้อมูลร่วมในการวางแผนหรือนโยบายในการจัดการหรือควบคุมคุณภาพของสิ่งแวดล้อมและอาจใช้เป็นฐานข้อมูลของสารพีเอเอชสำหรับผู้ที่ต้องการทำการศึกษาต่อไปได้