บทที่ 5

อภิปรายผลการค้นคว้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการซึมผ่านของน้ำมันเบนซินในดิน 2 ชุดดิน โดยการตรวจหาน้ำมันเบนซิน จากสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่ยังคงหลงเหลืออยู่ ในดินที่ระดับความลึกต่างๆ ซึ่งน้ำมันเบนซินถือว่าเป็นตัวเร่งการลุกไหม้หนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการลอบวางเพลิง โดยน้ำมันทุกชนิดเป็นสารประกอบประเภทไฮโดรคาร์บอนมีธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลัก 2 ชนิด คือ คาร์บอนและไฮโดรเจน ซึ่งสามารถระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย ความดันไอสูง จุดวาบไฟต่ำทำให้เกิดการเผาไหม้และแผ่ขยายได้อย่างรวดเร็ว (Annual Arson Report, 1994) ดังนั้นขั้นตอนในการเก็บพยานหลักฐานในที่เกิดเหตุ จึงถือได้ว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมาก โดยเฉพาะการตรวจน้ำมันเชื้อเพลิงในคดีเพลิงไหม้ เพื่อตรวจหาชนิดน้ำมันเชื้อเพลิง นักนิติวิทยาศาสตร์จึงต้องมีแนวทางและความรู้ในการเก็บตัวอย่างดิน เพราะบางครั้งอาจจะสามารถตรวจพบน้ำมันเชื้อเพลิง หรืออาจไม่พบ ทั้งนี้เพราะปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณจำกัด ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จะเป็นทางเลือกหนึ่งหรือแนวทางในการตรวจสถานที่เกิดเหตุคดีเพลิงไหม้ โดยการตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงที่หลงเหลืออยู่ในดินภายหลังเผาไหม้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้และอ้างอิงในการเก็บดินที่ระดับความลึกของดินที่น้ำมันเชื้อเพลิงสามารถซึมผ่านได้

5.1 การทดสอบวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

จากการศึกษานี้ในขั้นแรกผู้ศึกษาได้ทำการทดสอบวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS เพื่อดูรูปแบบของ Chromatogram ว่ามีพีครบกวนพีคของน้ำมันเบนซินหรือไม่ โดยวัสดุและสารเคมีที่นำมาทดสอบ 3 ชนิด คือ ถุงชา (tea bag), Activated carbon และ dichloromethane พบว่า จากรูป 4.1 และ4.2 รูปแบบของ Chromatogram ทั้ง 2 ชนิด ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน อีกทั้งในการสกัดน้ำมันเบนซินออกจากตัวดูดซับ สามารถนำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

dichloromethane ไปใช้ในการทดลองนี้ได้ เพราะสามารถแยก alkanes และ aromatics ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของจันทนา ระรื่นรมย์ (2551) โดยศึกษาตัวทำละลายที่สามารถสกัดน้ำมันเบนซินออกจากตัวดูดซับ และจากผลการทดลองพบว่า dichloromethane มีประสิทธิภาพในการชะล้างน้ำมันเบนซินออกจากตัวดูดซับได้ดีกว่า diethyl ether และไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน และสอดคล้องกับการทดลองของ Dan Muller (2010) การตรวจหาน้ำมันเบนซินในมือของผู้ต้องสงสัยลอบวางเพลิง โดยได้นำ dichloromethane ไปใช้ในการสกัดน้ำมันเบนซินออกจากตัวดูดซับ Activated carbon พบว่า เป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพในการสกัดสูง

ตาราง 5.1 ผลการทดสอบวัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

วัสดุและสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง	ผลการทดสอบ
ถุงชา (tea bag)	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน
Activated carbon	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน
dichloromethane	ไม่พบพีคที่รบกวนพีคของน้ำมันเบนซิน

5.2 การวิเคราะห์น้ำมันเบนซิน

จากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบหลักของน้ำมันเบนซิน ด้วยเทคนิค GC/MS ซึ่งเป็นเทคนิคที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดสารประเภทไฮโดรคาร์บอนและสามารถระบุได้ว่าน่าจะเป็นสารชนิดใด จาก Chromatogram ของน้ำมันเบนซิน (รูป 4.3) พบว่า มีพีคหลายพีค เนื่องจากน้ำมันเบนซินประกอบด้วยสารประกอบหลายชนิด แต่มีพีคหลักที่น่าสนใจอยู่ 5 พีค (ตาราง4.1) ได้แก่ พีคที่ค่า Retention time ที่ 1.84 คือ Toluene, Retention time ที่ 2.19 คือ Ethylbenzene, Retention time ที่ 2.23 คือ Xylene, Retention time ที่ 2.36 คือ o-Xylene และ Retention time ที่ 2.78 คือ 3-Ethyltoluene ซึ่ง Retention time ทั้ง 5 ที่เลือกมานั้น ไม่ปรากฏในน้ำมันดีเซล และน้ำมันก๊าด แต่พบ Toluene ในทินเนอร์เท่านั้น (ASTME1618-01, 2002) นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Melinda Darrer (2007) ศึกษาการคงอยู่และการระเหยของน้ำมันเบนซินบนมือผู้ต้องสงสัยคดีลอบวางเพลิงได้แนะนำพีคที่เป็นพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินอยู่3 กลุ่ม ได้แก่ Toluene, C2-C3-

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

alkylbenzenes ต่อมาในปี 2008 มีผลการทดลองของ Eric Stauffer ทำการวิเคราะห์หาองค์ประกอบหลักของน้ำมันเบนซินด้วยเทคนิค GC/MS พบว่า พีคที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินและได้แนะนำไว้ ได้แก่ Toluene,C2- alkylbenzenes, C3- alkylbenzenes (3-Ethyltoluene)

ดังนั้น ผู้ศึกษาจึงทำการเลือกพีคที่เป็นเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซิน (ตาราง4.1) ไปใช้ในการพิจารณาพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในดินที่ระดับความลึกต่างๆในการศึกษาต่อไป

5.3 การทดสอบการซึมผ่านของน้ำมันเบนซินในดิน 2 ชุดดิน

สำหรับการศึกษานี้มุ่งศึกษาการซึมผ่านของน้ำมันเบนซินในดิน 2 ชุดดินได้แก่ ชุดดินหางดงและชุดดินสันทรายโดยแต่ละชุดดินมีการแบ่งการทดลองในชุดดินนั้นๆออกเป็น 4 ชุดการทดลองคือ A, B, C และ D หลังจากนั้นทำการตรวจวิเคราะห์หาน้ำมันเบนซิน จากพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่ยังคงหลงเหลืออยู่ในดินที่ระดับความลึกต่างๆ 5 cm, 10 cm และ 15 cm ตามลำดับ จากผลการวิเคราะห์ชุดการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลองในชุดดินหางดง พบว่า ชุดการทดลอง A คือ ชุดควบคุม ที่ไม่มีการเผาไหม้ มีรูปแบบ Chromatogram ของน้ำมันเบนซิน พบพีคหลายพีค แต่พบพีคเอกลักษณ์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ ได้แก่ Toluene, Ethylbenzene, Xylene, o-Xylene และ 3-Ethyltoluene และพบที่ระดับความลึก 5 cm และพบในปริมาณที่ลดลงที่ระดับความลึก 10 cm และ 15 cm ตามลำดับซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ D.N. Tzovolou (2009) ได้ทำการวิจัยการกระจายเชิงพื้นที่ของน้ำมันเครื่องบินในเขต Vadoze ของดินที่มีลักษณะแตกต่างกันด้วยเทคนิค GC-MS โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆกัน พบว่า องค์ประกอบน้ำมันเครื่องบินมีการกระจายพื้นที่ไม่สม่ำเสมอและระดับความลึกที่แตกต่างกันทั้งนี้เนื่องจากลักษณะรูพรุนหรือช่องว่างระหว่างดินมีผลต่อการซึมผ่านและกระจายตัวของน้ำมันเชื้อเพลิง

ในขณะที่ชุดการทดลอง Bชุดที่มีการเผาไหม้ นาน 40 นาที แล้วใช้น้ำดับไฟ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่า ยังคงพบพีคเอกลักษณ์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่ทั้ง 5 พีคเหมือนชุดการทดลอง A แต่พบมีปริมาณที่ต่ำกว่า และพบมากที่ระดับความลึก 5 cm และ 10 cm และยังคงพบพีคเอกลักษณ์ที่ยังคงหลงเหลืออยู่บางพีคที่ระดับความลึก 15 cm ทั้งนี้เพราะชุดการทดลองนี้ มีการเผาไหม้ส่งผลให้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปริมาณสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินลดน้อยลง (ภัชราภรณ์ กันเสน, 2006)โดยพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลือมากที่สุดของชุดการทดลองนี้ คือ 3-Ethyltoluene และพบปริมาณน้อยที่สุด คือ Toluene

ส่วนชุดการทดลอง C คือ ชุดที่ปล่อยให้เผาไหม้โดยสมบรูณ์ แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่าพบพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่บางพีคเท่านั้นและมีปริมาณที่ต่ำ (รูป4.6) ได้แก่ Toluene ที่ปริมาณ 0.17 ppm และ 3-Ethyltoluene ที่ปริมาณ 0.37 ppm (ตาราง 4.2) ซึ่งพบที่ระดับความลึก 5 cm เท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากการเผาไหม้มีผลต่อการสลายตัวของสารประกอบต่างๆของน้ำมันเบนซิน ทำให้หลงเหลืออยู่ในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของภัชราภรณ์ กันเสน (2006) ได้วิเคราะห์หาองค์ประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิงโดยทำการทดลองเผาตัวอย่างน้ำมันตัวอย่าง 6 ชนิด ปริมาตร 5 มล. เทลงบนแผ่นกระเบื้องปูพื้น รอให้ไฟดับเอง แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย GC-MS เปรียบเทียบผลกับน้ำมันตัวอย่างเริ่มต้นว่ามีองค์ประกอบใดหลงเหลืออยู่จากการเผา จากผลการทดลอง พบว่า น้ำมันเบนซิน และ น้ำมันแก๊สโซฮอล์ สามารถติดไฟได้ดีเพราะมีจุดวาบไฟต่ำ และองค์ประกอบของน้ำมันระเหยได้เร็วทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาสารที่เหลือจากการเผาได้ เนื่องจากองค์ประกอบในน้ำมันได้ถูกเผาไปเกือบหมด

ชุดการทดลอง D เผาไหม้นาน 40 นาที แล้วใช้น้ำดับไฟ ทิ้งไว้ 48 ชั่วโมง พบว่า ยังคงพบพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่บางพีคและมีปริมาณที่ต่ำกว่าชุดการทดลอง B ที่ควบคุมสภาวะเดียวกัน แต่แตกต่างกันที่เวลาที่ใช้ในการทดลอง โดยชุดการทดลอง B ใช้เวลาเพียง 24 ชั่วโมง ขณะที่ชุดการทดลอง D เพิ่มเวลาในการทดลองเป็น 48 ชั่วโมง ส่งผลให้ปริมาณของพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่มีปริมาณที่ต่ำกว่าและพบเพียงบางพีคเท่านั้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Darrer M และคณะ (2008) วิเคราะห์หาองค์ประกอบน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่บนมือผู้ต้องสงสัยในคดีลอบวางเพลิง จากการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/FID พบว่า ในช่วง 30 นาทีแรก จะสามารถตรวจพบคราบน้ำมันเบนซิน แต่หลังจากนั้นแนวโน้มในการพบคราบน้ำมันเบนซินจะลดลงอย่างต่อเนื่อง

สำหรับผลการทดลองในชุดดินสันทราย พบว่าทั้ง 4 ชุดการทดลอง ได้ผลคล้ายกับชุดดินหางดง แต่พบพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินหลงเหลืออยู่ในปริมาณที่สูงกว่า และพบมากที่ระดับความลึก 5 cm, 10 cm และ15 cm ตามลำดับส่วนชุดการทดลองที่ปล่อยเผาไหม้สมบรูณ์ พบเฉพาะที่ระดับความลึก 5 cm เช่นกัน ซึ่งความสามารถในการซึมผ่านของน้ำมันเบนซินทั้ง 2 ชุดดิน นอกจากการเผาไหม้แล้ว ยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางฟิสิกส์และทางเคมีของดิน (กรมพัฒนาที่ดินเขต

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6, 2009) ส่งผลให้พบปริมาณของพีคเอกลักษณ์ที่หลงเหลืออยู่แตกต่างกัน ซึ่งชุดดินสันทรายมีการระบายน้ำได้ดีและมีสารอินทรีย์ที่ต่ำกว่า (ตาราง 2.2 และ 2.3) อีกทั้งมีกลุ่มเนื้อดินหรืออนุภาคของดินที่เป็นดินร่วนปนทราย โดยมีอนุภาคของดินเหนียวต่ำกว่า 20% และอนุภาคของดินทรายมากกว่า 40% ขึ้นไป ในขณะที่ชุดดินหางดงเป็นดินร่วนปนเหนียว จึงมีอนุภาคของดินเหนียวหรือค่อนข้างเหนียว ตั้งแต่ 20-40 % ขึ้นไป ทำให้ระบายน้ำได้ต่ำกว่า

จากผลการทดลอง จะเห็นได้ว่าจากการทดลองทั้ง 4 ชุดการทดลอง ในดิน 2 ชุดดิน ทำให้ทราบว่าพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่ภายหลังเผาไหม้ ได้แก่ Toluene, Ethylbenzene, Xylene, o-Xylene และ 3-Ethyltoluene พบปริมาณลดลงที่ระดับความลึก 5 cm และ 10 cm และสามารถตรวจพบปริมาณของพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่ระดับความลึก 15 cm แต่มีปริมาณที่ต่ำมาก และมีพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่บางพีคเท่านั้น อีกทั้งยังพบว่าปริมาณของสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่จะมีปริมาณลดต่ำลงเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น เช่น ชุดการทดลอง B และ D และเมื่อปล่อยให้เผาไหม้โดยสมบรูณ์ เช่น ชุดการทดลอง C พบว่า มีพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่ภายหลังเผาไหม้ที่ระดับความลึก 5 cm เท่านั้นนอกจากความสามารถในการซึมผ่านของน้ำมันเบนซินที่ระดับความลึกต่างๆแล้ว ยังพบว่าพีคเอกลักษณ์ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลืออยู่มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านปริมาณของสารที่มีอยู่ในตัวอย่าง และคุณสมบัติทางกายภาพเช่น จุดเดือด เป็นต้น โดยเมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติดังกล่าวทั้ง 5 พีค พบว่า 3-Ethyltoluene เป็นสารประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 3 (กาญจนา อู่คำ,2007) แต่มีจุดเดือดสูง คือ 158-159^{o}C ส่งผลให้มีปริมาณที่หลงเหลืออยู่มาก และขณะเดียวกัน พบว่า สารองค์ประกอบหลักของน้ำมันเบนซินที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 1 ได้แก่ Toluene แต่หลงเหลืออยู่น้อยมาก ทั้งนี้เพราะ Toluene มีจุดเดือดต่ำ คือ 110.6 ^{o}C ทำให้มีการระเหยเร็วมาก (Richard J, 2001) เมื่อเทียบกับพีคอื่นๆ ซึ่งการพบพีคเอกลักษณ์ที่หลงเหลืออยู่สอดคล้องกับผลการทดลองของ Luis Frontela (1995) ได้เปรียบเทียบการสกัดและการดูดซับน้ำมันเบนซินจากเศษเขม่าเพลิงไหม้ พบว่า จาก chromatogram ของน้ำมันเบนซินที่หลงเหลือจากการเผาไหม้พบในปริมาณมากที่สุดคือ คือ 3-Ethyltoluene, Ethylbenzene, Xylene, o-Xylene และ Toluene ตามลำดับ และนอกจากปัจจัยคุณสมบัติของสารประกอบแล้ว ปัจจัยที่มีผลต่อการซึมผ่านของน้ำมันเบนซิน ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิ เวลา และลักษณะของดิน ส่งผลต่อการซึมผ่านของน้ำมันเชื้อเพลิงที่แตกต่างกัน

จากการทดลองนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการตรวจหาที่เกิดเหตุคดีเพลิงไหม้ กรณีนำตัวอย่างดินส่งตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้เป็นตัวเร่งการลุกไหม้ ซึ่งห้องปฏิบัติการบางแห่ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค headspace ที่สะดวก ขั้นตอนไม่ซับซ้อน แต่ราคาแพงกว่าเมื่อเทียบกับเทคนิค GC/MS ดังนั้นในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/MS ก็ถือว่าเป็นทางเลือกหนึ่งในการตรวจหาปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่หลงเหลืออยู่ได้ ซึ่งค่อนข้างแม่นยำและมีความละเอียดสูง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved