

บทที่ 2

บททวนเอกสารและงานค้นคว้าวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปิโตรเลียม (Petroleum)

ปิโตรเลียม เป็นสารประกอบสถานะต่างๆ ที่มีไฮโดรคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก ได้แก่ น้ำมันดิบ แก๊สธรรมชาติ และแก๊สธรรมชาติเหลว (Condensate) นอกจากนี้ก็มีสารอินทรีย์กำมะถัน ออกซิเจนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบอีกหลายชนิด ทั้งนี้ น้ำมันดิบจะมีคุณลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปตามสัดส่วนของไฮโดรคาร์บอนประเภทต่างๆที่มีอยู่แตกต่างกันตามแหล่งที่มา ซึ่งถือเป็นเรื่องสำคัญในการกำหนดคุณค่าของน้ำมัน การกำหนดวิธีการและกระบวนการผลิตที่เหมาะสมในการกลั่นน้ำมันต่อไป

2.1.1 การกำเนิดของปิโตรเลียม

คำว่า ปิโตรเลียม มาจากภาษาละตินสองคำ คือ คำว่า *petra* ซึ่งแปลว่า หิน และคำว่า *oleum* ซึ่งแปลว่า น้ำมัน ดังนั้น คำว่า *petroleum* จึงมีความหมายว่า น้ำมันที่ได้จากหิน

ปิโตรเลียมเกิดจากการทับถมและแปรสภาพของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ยุคก่อนประวัติศาสตร์ชั้นหินใต้ผิวโลก กล่าวคือ สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ที่เจริญเติบโตและอาศัยอยู่ในโลกนับหลายล้านปีเมื่อตายลงจะตกตะกอนจมลงหรือถูกกระแส น้ำพัดมาจมลง ณ บริเวณที่เป็นทะเลหรือทะเลสาบในขณะนั้นแล้วคลุกเคล้าพร้อมทั้งถูกทับถมด้วยชั้นกรวด ทรายและโคลนตมที่แม่น้ำพัดพามาสลับกันเป็นชั้นๆ ตลอดเวลาเมื่อชั้นตะกอนต่างๆถูกทับถมมากขึ้นจนหนานับเป็นร้อยๆ ฟันๆ เมตร เกิดน้ำหนักกดทับกลายเป็นชั้นหินต่างๆ เช่นชั้นหินทราย ชั้นหินปูนและชั้นหินดินดาน ความกดดันจากชั้นหินเหล่านี้กับความร้อนใต้ผิวโลก และการสลายตัวของอินทรีย์สารโดยแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic Bacteria) ทำให้ซากพืชซากสัตว์กลายเป็นหยดน้ำมัน แก๊สธรรมชาติ หรือเรียกว่า ปิโตรเลียม (ประเสริฐ เทียนมิตร,2539)

2.1.2 โครงสร้างทางเคมีของปิโตรเลียม

น้ำมันปิโตรเลียมเมื่อนำขึ้นมาจากใต้พื้นดิน จะมีลักษณะเป็นของเหลวสีดำหรือสีน้ำตาลเข้ม บางอย่างอาจมีสีน้ำตาลอ่อน และใสคล้ายน้ำ ก่อนข้างหนึ่งค มีกลิ่นต่างๆกันไป อาจมีกลิ่นฉุน เพราะมีแก๊สไข่เน่า และสารประกอบกำมะถันอื่นปนอยู่ เราเรียกน้ำมันนี้ว่า “น้ำมันดิบ” (crude oil)

ไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำมันปิโตรเลียม สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท (ภัชราภรณ์ กั้นเสน, 2549) คือ

1) พาราฟิน (paraffins) หรือ อัลเคน (alkane)

เป็นอนุกรมของไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัว และมีโครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นเส้น มีสูตรทางเคมีโดยทั่วไปคือ C_nH_{2n+2} เช่น มีเทน (Methane, CH_4)

2) แนพทีน (naphthene) หรือ ไซโคลอัลเคน (cycloalkane)

ซึ่งเป็นอนุกรมของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่อิ่มตัวและมีโครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อกันเป็นวง มีสูตรทางเคมีทั่วไป คือ C_nH_{2n} เช่น ไซโคล-เพนเทน (Cyclopentane, C_5H_{10}) และ ไซโคล-เฮกเซน (Cyclohexane, C_6H_{12})

3) อะโรมาติก (aromatic)

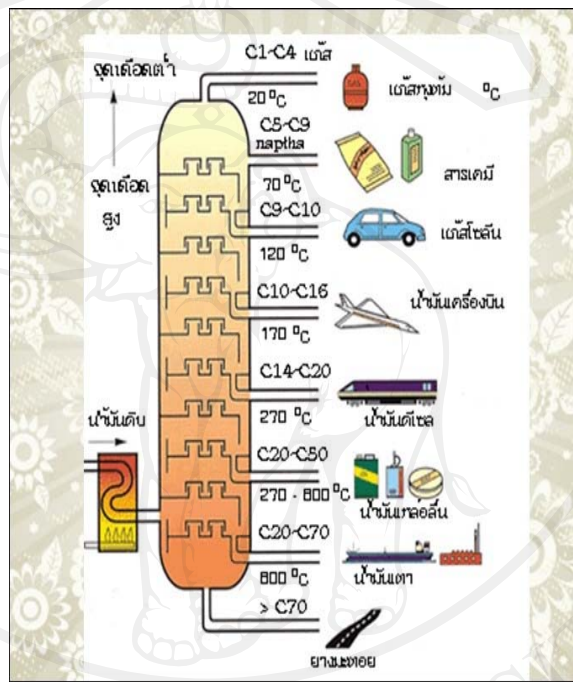
ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลเชื่อมต่อเป็นวง ไม่อิ่มตัวหรือไม่มีเสถียรภาพ มีสูตรทางเคมีทั่วไป คือ C_nH_{2n-6} เช่น เบนซีน (Benzene, C_6H_6)

2.1.3 กระบวนการกลั่นปิโตรเลียม

การกลั่นน้ำมัน คือ การแยกน้ำมันดิบออกเป็นส่วนต่างๆที่มีจุดเดือดใกล้เคียงกันตามลำดับ ตั้งแต่ แก๊สหุงต้ม น้ำมันเบนซิน น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันเตา และยางมะตอย เป็นต้น กระบวนการกลั่นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับ น้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์ที่ต้องการซึ่งขั้นตอนของกระบวนการที่สำคัญประกอบด้วยดังรูป 2.1

2.1.3.1 ลำดับขั้นตอนของกระบวนการกลั่นน้ำมันดิบ

1) การแยก (Separation) เป็นการแยกน้ำมันโดยวิธีการกลั่นลำดับส่วน (Fractional Distillation) โดยนำน้ำมันที่แยกน้ำและเกลือแร่แล้วมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 368-385 องศาเซลเซียส แล้วผ่านเข้าไปในหอคอยกลั่นน้ำที่ร้อนจะกลายเป็นไอลอยขึ้นไปยอดหอและกลายเป็นของเหลวตกลงบนถาดรองรับที่มีอยู่ภายในหอคอยในแต่ละช่วงของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการของไหลในถาดก็จะไหลออกมาตามท่อเพื่อนำไปเก็บแยกตามประเภทและนำไปใช้ต่อไป



รูป 2.1 กระบวนการกลั่นน้ำมันดิบออกเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ

2) การเปลี่ยนโครงสร้าง (Conversion) เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ได้อาจมีคุณภาพไม่ได้พอจึงต้องใช้วิธีทางเคมีเพื่อเปลี่ยนโครงสร้างของน้ำมันทำให้โมเลกุลของน้ำมันหนักแตกตัวเป็นน้ำมันเบา โดยใช้ความร้อนหรือใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นตัวช่วย

3) การปรับคุณภาพ (Treating) เป็นการกำจัดสิ่งแปลกปลอมออกจากน้ำมัน โดยเฉพาะกำมะถันซึ่งใช้วิธีการฟอกด้วยไฮโดรเจน หรือฟอกด้วยโซดาไฟ

4) การผสม (Blending) คือการนำผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการต่างๆมาปรุงแต่งหรือเติมสารที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปตามมาตรฐานที่กำหนด เช่น ผสมน้ำมันเบนซินเพิ่มค่าออกเทนหรือผสมน้ำมันเตาที่ขึ้นเหนียวกับน้ำมันเตาที่เบากว่าเพื่อให้ได้ความหนืดตามที่ต้องการ

ตาราง 2.1 สารประกอบไฮโดรคาร์บอนต่างๆที่ได้จากกระบวนการกลั่นลำดับส่วนของน้ำมันดิบ^[9]

ผลิตภัณฑ์	จุดเดือด (°C)	สถานะ	จำนวนคาร์บอนอะตอมในโมเลกุล
แก๊สหุงต้ม	ต่ำกว่า 40	แก๊ส	1-4
แนฟธา	40-100	ของเหลว	5-9
น้ำมันเบนซิน	40-205	ของเหลว	9-10
น้ำมันก๊าด	175-325	ของเหลว	10-16
น้ำมันดีเซล	250-350	ของเหลว	14-20
น้ำมันหล่อลื่น	300-370	ของเหลว	20-50
น้ำมันเตา	370-600	ของเหลว	20-70
ยางมะตอย	สูงกว่า 600	ของแข็ง	มากกว่า 70

2.2 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับน้ำมันเบนซิน (Gasoline)

น้ำมันเบนซินหรือแก๊สโซลีน (Gasoline) เป็นเชื้อเพลิงที่ระเหยได้ง่าย ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบในโรงกลั่น โดยกลั่น หรือ ตัดเอาส่วนที่เบาพอเหมาะจากส่วนต่างๆ ในกรรมวิธีการกลั่นแล้วเอามาผสมกันและปรุงแต่งด้วยสารเพิ่มคุณภาพต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น แนฟธา (Naphtha) ไอโซเมอเรท (Isomere) รีฟอร์มเมท (Reformate) และสารเติมแต่ง (Additives) เช่น MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เอทานอล (Ethanol) เป็นต้น เพื่อให้เหมาะสมแก่การใช้เป็นเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์เบนซินชนิดสันดาปภายใน โดยมีหัวเทียนเป็นเครื่องจุดระเบิด (Spark Ignition Internal Combustion Engine) ความสามารถในการระเหยน้ำมันต้องพอเหมาะกับการเผาไหม้ในกระบอกสูบและต้องเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ต่อเนื่อง

2.2.1 คุณสมบัติของน้ำมันเบนซิน

2.2.1.1 ค่าออกเทน (Octane Number)

คือ ตัวเลขแสดงคุณสมบัติต้านทานการน็อกหรือการเคาะ (Anti-knock Quality) ในสภาพการเผาไหม้ปกติ เมื่อส่วนผสมของอากาศกับเชื้อเพลิงถูกจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน การเผาไหม้เริ่มต้นขึ้นและดำเนินติดต่อกันไปจนสุดห้องเผาไหม้

เครื่องยนต์แต่ละชนิดมีความต้องการออกเทนสูงไม่เท่ากัน รัฐบาลจึงแบ่งน้ำมันเบนซินออกเป็น 2 ชนิด ตามค่าออกเทนนัมเบอร์ ดังนี้

1. น้ำมันเบนซินพิเศษมีค่าออกเทนนัมเบอร์ 95 สีเหลืองอ่อน เหมาะสมกับเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดสูงกว่า 8:1 ขึ้นไปซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งทั่วไป รถบรรทุกเล็ก (เครื่องยนต์เบนซิน)

2. น้ำมันเบนซินธรรมดามีเลขจำนวนออกเทน 91 สีแดง ใช้กับน้ำมันเครื่องยนต์เบนซินที่มีอัตราส่วนกำลังอัดต่ำกว่า 8:1 ซึ่งได้แก่ รถยนต์นั่งขนาดเล็ก รถมอเตอร์ไซค์ เครื่องยนต์ขนาดเล็ก เช่น เครื่องปั่นไฟรถตัดหญ้า หรือ ปั้มน้ำขนาดเล็ก

2.2.1.2 การกลั่น (Distillation) หรืออัตราการระเหย (Volatility)

อัตราการระเหยของน้ำมัน ASTM D 86 หาได้จากการนำน้ำมันเบนซินมากลั่นจะมีช่วงการกลั่นหรือช่วงจุดเดือด (Distillation or Boiling Range) ประมาณ 20-200°C ที่ความดันบรรยากาศมีความสำคัญต่อการใช้งานดังนี้

จุดเดือดเริ่มต้น (Initial Boiling Point, IBP) และจุดเดือด 10% เป็นส่วนเบาเรียกว่า “Front End” ที่ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิต่ำเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายในอากาศเย็นๆ

จุดเดือด 50% เป็นส่วนกลางเรียกว่า “Mid Fill หรือ Mid Range” เป็นส่วนที่ระเหยได้มากขึ้น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพื่อให้เครื่องยนต์ร้อนขึ้น (Warm Up) ได้เร็ว มีการกระจายตัวของน้ำมันไปยังสูบต่างๆ ได้สม่ำเสมอช่วยให้แรง

จุดเดือด 90 % เป็นส่วนหนักเรียกว่า “Back End” เป็นส่วนที่ให้พลังงานกับเครื่องยนต์และการประหยัดเชื้อเพลิง ถ้าส่วนนี้มีอุณหภูมิสูงมากเกินไปน้ำมันจะระเหยไม่หมดและไหลผ่านแหวนลูกสูบลงไปทำให้น้ำมันเครื่องเจือจางลง (Crankcase Dilution) และเสื่อมคุณภาพเร็วซึ่งมักจะเกิดขึ้นได้ถ้าน้ำมันเบนซินถูกปลอมปนด้วยน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันดีเซล

จุดเดือดสุดท้าย (Final Boiling Point, FBP) ส่วนนี้แสดงว่ามีส่วนหนักมากอยู่น้อยแค่ไหน ไนน์ ถ้าจุดเดือดสุดท้ายและจุดเดือด 90 % แยกต่างกันเกิน 30°C อาจเกิดปัญหาด้านความสะอาดในห้องเผาไหม้และร่องแหวนลูกสูบได้

2.2.1.3 ความดันไอ (Vapor Pressure)

ความดันไอต้องไม่เกินมาตรฐานเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาไอน้ำมัน (Vapor Lock) ที่ทางคูด้ำมัน การขาดตอนของน้ำมันป้อนคาบูเรเตอร์ เครื่องยนต์จะกระตุกหรือดับและยังเป็นการป้องกันน้ำมันระเหยหายออกไปจากถังและคาบูเรเตอร์มากเกินไป ซึ่งการสูญเสียนี้จะทำให้คุณภาพด้านทานการน็อคลดลงด้วย เพราะส่วนที่ระเหยไปนี้เป็นส่วนเบา (Front End) ซึ่งมีค่าออกเทนสูง น้ำมันเบนซินจัดเป็นน้ำมันประเภทอันตรายที่ต้องเก็บในถังใต้ดิน การวัดความดันไอน้ำมันระเหยง่ายจะใช้วิธี Reid คือ ASTM D323 หรือ D 4953

2.2.2 สารประกอบของน้ำมันเบนซิน

2.2.2.1 ธาตุกำมะถัน

ซึ่งจะมีผลต่อการกัดกร่อนและการสึกหรอในเครื่องยนต์ กลิ่นของน้ำมัน ตลอดจนการก่อมลพิษทางอากาศได้ ทดสอบด้วยวิธี ASTM D 4294

2.2.2.2 ธาตุตะกั่ว

แม้ว่าจะไม่มีการเติมสารตะกั่วในน้ำมันเบนซินแต่อาจปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันดิบในปริมาณที่น้อยมาก จึงต้องมีการกำหนดปริมาณมาตรฐานควบคุมไว้

2.2.2.3 ธาตุฟอสฟอรัส

มักจะมาจากการเติมสารเพิ่มคุณภาพในน้ำมันเบนซินเป็นตัวทำให้เครื่องกรองไอเสีย (Catalytic Converter) ชำรุดเสียหายได้

2.2.2.4 ยางเหนียว (Gum)

องค์ประกอบของน้ำมันที่มี Olefins และ Thiophenol หรือสารประกอบของไนโตรเจนที่มาจากกระบวนการแตกตัว เมื่อตั้งทิ้งไว้ในอากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนจนเกิดเป็นยางเหนียวขึ้น ซึ่งแรกๆ ก็ละลายอยู่ในน้ำมันแต่แล้วก็ตกตะกอนออกมาเกิดการสะสมในปลอกนำก้านวาล์วหรือ

คาบูเรเตอร์ การทดสอบปริมาณยางเหนียวใช้วิธี ASTM D 381 และการวัดความอยู่ตัวของน้ำมัน ในการเกิดยางเหนียวโดยวิธี ASTM D 189

2.2.2.5 เบนซีน

เป็นสารที่ระเหยออกมาพร้อมไอของน้ำมันเบนซิน ถ้าสูดหายใจเข้าไปมากจะทำลายระบบทางเดินหายใจและสมองได้

2.2.2.6 สารอะโรเมติก

เป็นสารที่ทำให้น้ำมันเบนซินมีค่าออกเทนสูง แต่เป็นสารที่ผู้ผลิตจะต้องควบคุมไม่ให้เกินเกณฑ์กำหนด เพราะเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง

2.2.2.7 สารออกซิเจนเนท

ที่เติมในน้ำมันเบนซินได้แก่ MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether) เป็นสารที่ช่วยเพิ่มปริมาณออกซิเจนทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์ดี ลดการเกิดแก๊สพิษ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ ขณะเดียวกันการที่ MTBE มีค่าออกเทนสูงเกินกว่า 100 จึงช่วยเพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซินสำเร็จรูปด้วย แต่เนื่องจากมันเป็นสารที่สามารถดูดซับความชื้น/น้ำได้เป็นอย่างดี จึงถูกควบคุมปริมาณการใช้ในระดับที่เหมาะสม

2.2.2.8 สารเติมแต่ง

คุณสมบัติทำความสะอาดหัวฉีด (Port Fuel Injection, PFI) และควบคุมการสะสมคาร์บอนบนวาล์วไอดี (Intake Valve Deposit Control, IVDC) เพื่อลดสภาวะแวดล้อมเป็นพิษ (Air Pollution)

2.3 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับ Activated carbon

แอคทีฟคาร์บอน (active carbon) หรือ แอคทีเวตเต็ด คาร์บอน(activated carbon) มีชื่อภาษาไทยว่าถ่านกัมมันต์เป็นธาตุคาร์บอนบริสุทธิ์ในโครงสร้างแบบอสัณฐาน(amorphous) ซึ่งมีการจัดเรียงตัวของคาร์บอนอะตอมแตกต่างจากรูปแบบอื่นๆเช่นเพชร หรือกราไฟต์

2.3.1 คุณสมบัติของ activated carbon

คุณสมบัติหลักๆของ activated carbon คือมีรูพรุนสูงและมีคุณสมบัติในการดูดซับสารประกอบอินทรีย์ต่างๆ ที่มีอยู่ในของเหลว หรือแก๊สเอาไว้ได้ในปริมาณสูง เพิ่มคุณภาพหรือประสิทธิภาพมากขึ้นโดยการใช้เทคโนโลยีทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้มีสมบัติหรืออำนาจในการดูดซับสูง เนื่องจากมีรูพรุนขนาดเล็กเกิดขึ้นจำนวนมาก และขนาดรูพรุนก็แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการผลิตและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถ่านกัมมันต์มีหลายชนิด วัสดุที่ใช้เป็นวัตถุดิบมักเป็นพวกอินทรีย์สารซึ่งประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนเป็นองค์ประกอบ ส่วนใหญ่มักเป็นพวกเซลลูโลสที่มาจากพืชและต้นไม้เช่น ไม้ยางพารา ไม้ไผ่ เศษไม้เหลือทิ้ง และวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร เช่น แกลบ กะลา มะพร้าว ชี้อ้อย ช้างข้าวโพด เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีพวกถ่านหินเช่น ลิกไนต์ แอนทราไซต์ เป็นต้น ส่วนวัตถุดิบที่มาจากสัตว์นั้นมีไม่มาก เช่น กระดุก หรือ เขาสัตว์ เป็นต้น

ถ่านกัมมันต์ที่ใช้มีทั้งชนิดผง เกล็ด และเม็ด โดยทั่วไปถ่านกัมมันต์จะใช้ชนิดใดก็ได้แล้วแต่ความเหมาะสมในการใช้งาน ถ่านกัมมันต์ถูกนำมาใช้กันแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ใช้ในการฟอกสีในอุตสาหกรรมน้ำตาล ใช้กำจัดกลิ่นในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม เบียร์ และไวน์ ใช้ในการทำตัวละลายบริสุทธิ์เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ในอุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์และอุตสาหกรรมการพิมพ์ ใช้ในการดูดซับสีและกลิ่นในการทำน้ำประปา ใช้ในเครื่องกรองน้ำหรือเครื่องทำน้ำให้บริสุทธิ์ที่มีจำหน่ายอย่างแพร่หลายอยู่ในขณะนี้ และใช้เป็นวัสดุทำหน้ากากป้องกันแก๊สพิษ เป็นต้น

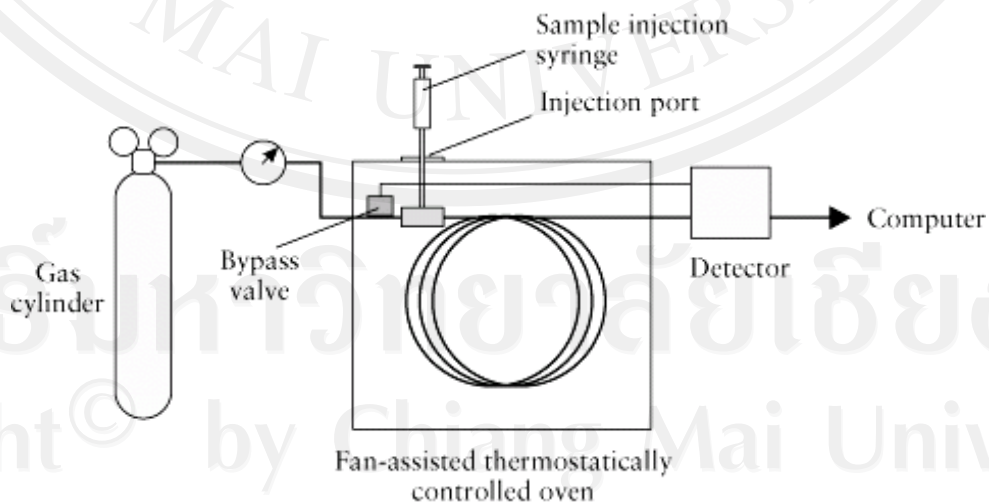
2.4 หลักการและทฤษฎีของเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี

(General Principles of Gas Chromatography/Mass Spectrometry)

แก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี หรือที่นิยมเรียกว่า เครื่องจีซี/เอ็มเอส ใช้เทคนิคผสมระหว่างแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) ซึ่งตามปกติใช้ในการแยกสารผสมที่ค่อนข้างจะระเหยได้ง่าย (volatile substances) กับแมสสเปกโตรเมตรี (Mass Spectrometry) ที่สามารถบอกเอกลักษณ์ของสารที่วิเคราะห์ได้ (แม้น อมรสิทธิ์, 2534)

2.4.1 หลักการ

ในเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรเมตรี สารที่ต้องการวิเคราะห์จะถูกทำให้กลายเป็นไอ เคลื่อนที่ผ่านคอลัมน์ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีเข้าสู่เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ โดยการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องทั้งสองจะต้องมีระบบเชื่อมต่อหรืออินเทอร์เฟซ (interface) ที่เหมาะสม เพราะในระบบของ จีซีจะมีอุณหภูมิสูงเพื่อให้สารคงอยู่ในสถานะไอ จึงต้องมีการปรับลดความดันระดับบรรยากาศจากปลายคอลัมน์ของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟีลงให้เป็นสุญญากาศระดับ 10^{-5} - 10^{-7} ทอร์ (torr) ก่อนจะเข้าสู่ระบบแมสสเปกโตรมิเตอร์ หลังจากนั้น โมเลกุลของสารจะถูกไอออไนซ์ในแหล่งกำเนิดไอออน (ion source) กลายเป็นอนุภาคที่มีประจุแล้วถูกผลักหรือดึงดูดด้วยเลนส์ที่มีประจุเข้าไปสู่ส่วนแยกมวล (mass analyzer) ซึ่งจะแยกไอออนโดยอัตราส่วนมวลต่อประจุ (m/z) โดยอิทธิพลของสนามแม่เหล็ก หรือสนามไฟฟ้า ภายหลังจากแยก ไอออนเฉพาะที่กำหนดหรือเลือกไว้เข้าสู่หน่วยตรวจวัด (detector) ซึ่งปกติเป็น ไดโนดต่อเนื่องของอิเล็กตรอนมัลติพลีเออร์ (electron multiplier) จะทำหน้าที่นับไอออนและให้สเปกตรัมออกมา โดยแมสสเปกตรัมที่ได้จะเป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของไอออนกับค่ามวลของประจุที่จำเพาะ และเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสารแต่ละสารประกอบ แมสสเปกตรัมจึงเป็นผลที่สามารถนำไปใช้ในการหามวลโมเลกุลและ โครงสร้างทางเคมีของแต่ละสารที่ผ่านการวิเคราะห์โดยเทคนิคจีซี/เอ็มเอสได้ ในการทำงานของแต่ละส่วนจะควบคุมการทำงานจากคอมพิวเตอร์ ซึ่งควบคุมการทำงานของระบบรายงานสถานะของเครื่องมือแต่ละส่วน และประมวลผลการวิเคราะห์ (มงคล ราชะนาคร, 2537) ดังรูป 2.2



รูป 2.2 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี/แมสสเปกโตรมิเตอร์

2.4.2 ส่วนประกอบของเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ/แมสสเปกโตรมิเตอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจีซี/เอ็มเอส มี 4 ส่วน คือ

2.4.2.1 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟ ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญดังนี้

ก. แก๊สพา (carrier gas)

เป็นแก๊สที่เป็นตัวพาสารตัวอย่างจากส่วนที่ฉีดสารตัวอย่าง (injection port) เข้าสู่คอลัมน์ และออกสู่ดีเทคเตอร์ คุณสมบัติที่ดีของแก๊สพา คือ

- ต้องทำปฏิกิริยาในคอลัมน์และสารตัวอย่าง
- เหมาะสมกับดีเทคเตอร์ที่ใช้
- มีค่าการกระจายต่ำ (low gaseous diffusion)
- ราคาถูก และมีความบริสุทธิ์สูง

แก๊สพาที่นิยมใช้ คือ แก๊สไนโตรเจน ไฮโดรเจนฮีเลียม และอาร์กอน หรือแก๊สผสมระหว่างฮีเลียม และไนโตรเจน ความดันแก๊สที่ผ่านเข้าไปในคอลัมน์ ควรควบคุมให้คงที่ เพื่อให้ flow rate ที่ผ่านเข้าคอลัมน์คงที่ มักใช้แก๊สฮีเลียมในการใช้งานจีซี/เอ็มเอส เนื่องจากการรบกวนของฮีเลียมในเอ็มเอสมีน้อยกว่า

ข. ส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างเข้าสู่คอลัมน์ (injection port)

เป็นส่วนที่ฉีดสารตัวอย่างโดยใช้ไซริงค์ (syringe) เพื่อเข้าสู่คอลัมน์ โดยผ่านยางกันรั่ว (septum) ที่ทำด้วยยางซิลิโคน ซึ่งทนความร้อนสูง ช่องว่างระหว่างยางกันรั่วกับปลายคอลัมน์ควรมีค่าน้อยที่สุด ในทางปฏิบัติควรให้ปลายคอลัมน์อยู่ติดกับยางกันรั่วพอดี เพื่อให้สารที่ฉีดเข้าไปในคอลัมน์ทันที ส่วนที่ฉีดสารนี้ต้องให้ความร้อนพอที่จะระเหยสารตัวอย่างที่ฉีดเข้าไปในกรณีที่สารนั้นเป็นของเหลว

ค. คอลัมน์ที่ใช้ในการแยกสาร

โดยพื้นฐานแล้วมีอยู่สองชนิด คือ แพ็คคอลัมน์ (packed column) และคาพิลลารีคอลัมน์ (capillary column) ปกติแล้วแพ็คคอลัมน์ประกอบด้วย ท่อที่ขดเป็นวงของท่อทองแดงหรือเหล็กกล้าปลอดสนิม มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 5 มิลลิเมตร และความยาวประมาณ 1.5-2 เมตร ในแก๊สโครมาโทกราฟี สารของแข็งรองรับเป็นดินไดอะตอม (diatomaceous earth) และในแก๊สโครมาโทกราฟี สารของแข็งรองรับที่ทำหน้าที่เป็นเฟสคงที่ด้วย อาจจะเป็นซิลิกาเจล (silica gel) โมเลกุลาร์ซีฟ (molecular sieve) หรือถ่านกัมมันต์ (activated charcoal) เฟสคงที่ที่เป็นของเหลวในแก๊สโครมาโทกราฟี อาจเป็นน้ำมันซิลิโคนหรือกรีส (silicone or grease) พอลิไกลคอล

(polyglycol) หรืออนุพันธ์ของฟทาเลต (phthalate derivatives) ของเหลวที่ทำหน้าที่เหมือนกับตัวทำละลายเหล่านี้มักใช้ในปริมาณ 2-30 % โดยน้ำหนัก และมักจะได้รับการปรับสภาพก่อนการใช้ สำหรับคาพิลลารีคอลัมน์แบบโกลาย (golay-type) มักจะเป็นคอลัมน์แก้วหรือซิลิกา (fused silica) และโลหะ ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางภายในประมาณ 0.25 มิลลิเมตร และความยาว 20-30 เมตร การเคลือบฉาบเฟสของเหลวหนา 1 ไมครอน กระทำโดยการผ่านสารละลายเจือจางของของเหลวในไอของตัวทำละลายที่มีความดันไอสูง เช่น คลอโรฟอร์มไปในคาพิลลารีคอลัมน์

2.4.2.2 ส่วนที่เชื่อมกันระหว่างเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟกับแมสสเปกโตรมิเตอร์

โดยปกติจะมีอยู่สองวิธี สำหรับการนำตัวอย่างจากแก๊สโครมาโทกราฟีไปยังแมสสเปกโตรมิเตอร์ คือ พิคแตรพิง (peak trapping) สำหรับการวิเคราะห์แบบแบทช์ (batch type analysis) และวิธีการนำเข้าไปโดยตรงไปสู่แหล่งกำเนิดไอออน (ion source) ของแมสสเปกโตรมิเตอร์

ซึ่งการเชื่อมระหว่างเครื่องมือทั้งสองต้องคำนึงในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงความดันจากแก๊สโครมาโทกราฟีเข้าสู่แมสสเปกโตรมิเตอร์ เพราะแมสสเปกโตรมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่อาศัยสุญญากาศ

2.4.2.3 แมสสเปกโตรมิเตอร์

เป็นอุปกรณ์ที่มีหลักที่ว่า เมื่อโมเลกุลถูกไอออไนซ์ในสุญญากาศ กลุ่มของไอออนที่มีลักษณะเฉพาะตัวของมวลต่างๆก็เกิดขึ้น แมสสเปกตรัมเกิดได้โดยการแยกไอออนเหล่านี้และบันทึกค่าความอุดมของไอออนเทียบกับมวลของไอออน (plot of ion abundance versus ionic mass) เครื่องแมสสเปกโตรมิเตอร์ประกอบด้วย

ก. แหล่งกำเนิดไอออน (ion source)

แหล่งกำเนิดไอออนเป็นแหล่งที่ทำให้โมเลกุลของสารตัวอย่าง เกิดเป็นไอออนและเกิดการแตกตัว วิธีการที่ทำให้สารเกิดไอออนในเซชันได้มีดังนี้

- อิเล็กตรอนอิมแพคต์ (electron-impact)

เป็นวิธีการที่ทำให้โมเลกุลของสารตัวอย่างเกิดเป็นไอออนบวก ด้วยการชนกับอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูง ลักษณะของแหล่งที่ทำให้เกิดการชนของอิเล็กตรอน ประกอบด้วยส่วนที่เป็นปืนอิเล็กตรอน (electron gun) โดยผลิตลำแสงอิเล็กตรอนจากธาตุ Rhenium หรือ Tungsten ซึ่งทำให้

เป็น filament บางๆ และร้อนแดง ซึ่งสามารถลำดับเหตุการณ์ต่างๆ ได้ดังนี้ กระแสของโมเลกุล (molecular stream) ที่เป็นกลางจะถูกดึงออกมาจากระบบใส่ตัวอย่าง เข้าสู่ระบบที่ทำให้เกิดเป็นไอออนแล้วทำให้เกิดเป็นไอออนด้วยการชนลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูง ได้เป็นไอออนบวกแล้วจะถูกผลักออกสู่ปืน ไอออนและโมเลกุลที่เป็นกลางที่เหลืออยู่ ก็จะถูกดูดออกไปตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อแหล่งผลิตไอออนทำงานอย่างสม่ำเสมอและมีการป้อน โมเลกุลที่เป็นกลางเข้าไปอย่างสม่ำเสมอ ก็จะได้ไอออนบวกอย่างสม่ำเสมอเช่นเดียวกันด้วย

- การทำให้เกิดไอออนด้วยวิธีทางเคมี (CI)

เนื่องจากความสามารถในการวัดมวล โมเลกุลที่ถูกต้องแน่นอนหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับความเสถียรของโมเลกุลาร์ไอออน ในหลายกรณีทำให้เกิดโมเลกุลาร์ไอออนด้วยการชนกับลำแสงอิเล็กตรอนที่มีพลังงานสูงทำให้ได้แมสสเปกตรัมที่ซับซ้อนยุ่งยากต่อการวิเคราะห์ วิธีการหนึ่งที่ใช้ทำให้เกิดไอออนด้วยวิธีทางเคมีนั้นทำได้โดยการผสมตัวอย่าง (ความดัน 10^{-4} ทอร์) เข้ากับแก๊สที่จะทำปฏิกิริยาด้วย (ความดัน 1 ทอร์) แล้วผ่านส่วนผสมเข้าไปในส่วนที่ทำให้เกิดไอออนด้วยการชนกับลำอิเล็กตรอนเช่นเดียวกับแก๊สที่จะทำปฏิกิริยาด้วย ที่นิยมใช้กันคือ มีเทน ไอโซบิวเทน และแอมโมเนีย ในกรณีของมีเทน เมื่อถูกชนด้วยอิเล็กตรอน มีเทนจะเกิดเป็นไอออน แล้วไอออนเหล่านี้จะผ่านเข้าสู่ส่วนวิเคราะห์มวลตามปกติ

- ใช้ field ionization และ field desorption

เทคนิคของ field ionization นั้น สารตัวอย่างที่อยู่บนสถานะแก๊สเมื่อผ่านเข้าไปใกล้แอโนดที่เป็นโลหะที่มีลักษณะคมบางและมีสนามไฟฟ้าอยู่ในช่วง 1,010 โวลต์ต่อเมตร อิเล็กตรอนก็จะถูกดึงออกจากโมเลกุลของสารเข้าไปยังออร์บิทัลที่ว่างของโลหะ เป็นผลให้กลายเป็นไอออน แล้วถูกผลักออกไปยังแคโทดที่มีช่องเปิด ก่อนที่จะผ่านเข้าไปยังส่วนที่วิเคราะห์ไอออน

- ใช้วิธีการชนด้วยอนุภาค (particle bombardment methods)

ได้แก่ PD, SIMS และ FA จัดว่าเป็น desorption methods ที่สำคัญ

- ใช้สปาร์กทำให้เกิดไอออน (spark source)

ไอออนเกิดขึ้นได้โดยการให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 30 กิโลวัตต์ แก่ขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งด้านหลังปืนไอออน ขั้วไฟฟ้าขั้วหนึ่งอาจเป็นตัวอย่างหรือใส่สารตัวอย่างไว้ก็ได้ ศักย์ไฟฟ้าสูงของสปาร์กทำ

ให้เกิดความร้อนของแอโนด ซึ่งมากพอที่จะทำให้อะตอมเกิดเป็นไอ แล้วไอออนก็จะผ่านเข้าเครื่องวิเคราะห์มวล

ข. ส่วนแยกไอออน (ion analysis)

การแยกไอออนทำได้โดยอาศัยความแตกต่างของมวลต่อประจุ จากการใช้สนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า อย่างใดอย่างหนึ่ง ทั้งสองอย่างรวมกันได้ ดังนั้นความสามารถและประสิทธิภาพของเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์ที่แตกต่างกันจึงอยู่ที่ลักษณะการทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหรือสนามไฟฟ้า ซึ่งเป็นส่วนในการแยกไอออนนั้น

ค. ส่วนวิเคราะห์มวล (mass analyzer)

ส่วนวิเคราะห์มวลในเครื่องแมสสเปกโทรมิเตอร์นั้นจะติดตั้งอยู่ระหว่าง แหล่งผลิตไอออนกับเครื่องดีเทคเตอร์ เครื่องวิเคราะห์มวลที่สำคัญมีอยู่หลายแบบซึ่งได้แก่

- Magnetic analyzer
- Electrostatic analyzer
- Time-of-flight analyzer
- Quadrupole analyzer

ง. ระบบสุญญากาศ

เป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมความดันของแมสสเปกโทรมิเตอร์ให้เกิดเป็นสถานะสุญญากาศ

2.4.2.4 ส่วนของ Library Search Program

เป็นส่วนที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยเปรียบเทียบจากคลังข้อมูลที่มีอยู่ในรูปของโปรแกรมหรือข้อมูลอ้างอิงจากแหล่งต่างๆ ทำให้สามารถวิเคราะห์หองค์ประกอบ และโครงสร้างของสารที่ต้องการทราบได้

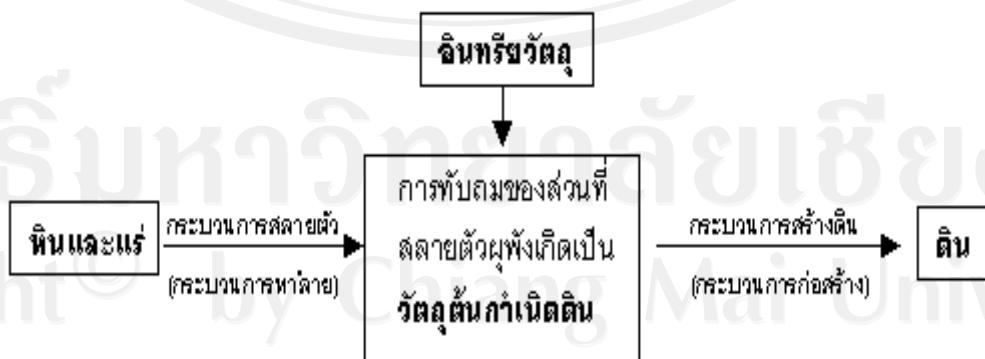
2.5 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับดิน (Soils)⁽¹⁰⁾

ดิน (soils) หมายถึง วัตถุทางธรรมชาติ (natural body) ที่เกิดจากการสลายตัวของหินและแร่ธาตุต่างๆผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุซึ่งปกคลุมผิวโลกอยู่เป็นชั้นบางๆเป็นวัตถุที่จำวนการเจริญเติบโตและการทรงตัวของพืช มีการแบ่งชั้น (horizon) ที่สามารถสังเกตเห็นได้จากตอนบนลงไปตอนล่าง มีอาณาเขตและลักษณะประจำตัวของดินเองซึ่งมนุษย์สามารถแบ่งแยกดินออกเป็นชนิดต่างๆ ได้

ดินประกอบด้วยแร่ธาตุที่เป็นของแข็ง อินทรีย์วัตถุ น้ำและอากาศที่มีสัดส่วนแตกต่างกันออกไปการเกิดขึ้นของดินเป็นผลสืบเนื่องมาจากการกระทำร่วมกันของปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ พืช และสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ต่อวัตถุต้นกำเนิดของดินในสภาพพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ตลอดช่วงระยะเวลาหนึ่ง ดังนั้น “ดิน” ในที่แห่งหนึ่งจึงอาจเหมือนหรือต่างไปจากดินในที่อีกแห่งหนึ่งได้ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยเหล่านี้ซึ่งมีความมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละบริเวณส่งผลให้ดินมีลักษณะเด่นเฉพาะตัวและเมื่อปัจจัยเปลี่ยนไป ดินจะมีลักษณะหรือสมบัติต่างๆ เปลี่ยนแปลงไปด้วย

2.5.1 การเกิดดิน⁽¹¹⁾

การเกิดของดินจะเกี่ยวข้องกับการผุพังสลายตัวของทั้งอินทรีย์สารและอนินทรีย์สาร กับการสังเคราะห์วัตถุใหม่ๆที่เกิดขึ้นจากอิทธิพลของกระบวนการสร้างดินต่างๆและอยู่ภายใต้อิทธิพลของปัจจัยควบคุมการเกิดดินโดยทั่วไปมักจะแยกกระบวนการเกิดของดินออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆด้วยกันคือ กระบวนการทำลายและกระบวนการสร้าง ซึ่งกระบวนการทั้งสองแบบนี้อาจจะเกิดขึ้นพร้อมๆ กันหรือเกิดกระบวนการทำลายขึ้นก่อนแล้วเกิดกระบวนการสร้างดินตามมาก็ได้



รูป 2.3 การเกิดดิน

2.5.1.1 กระบวนการทำลาย

หมายถึง กระบวนการที่ทำให้หิน แร่ และสิ่งมีชีวิตต่างๆเกิดการอ่อนตัวลง สลายตัวเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย หรือเปลี่ยนไปเป็นสารใหม่และทับถมรวมตัวกันเกิดเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินขึ้น ซึ่งอาจเกิดอยู่กับที่หรืออาจถูกพาหะต่างๆพัดพาออกไปจากที่เดิมและไปสะสมรวมตัวกันใหม่ในแหล่งอื่นก็ได้

2.5.1.2 กระบวนการสร้างตัวของดิน

หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดพัฒนาการของลักษณะต่างๆที่ปรากฏอยู่ในดิน เช่น สีดิน เนื้อดิน โครงสร้าง ความเป็นกรดเป็นด่าง รวมถึงการเกิดเป็นชั้นต่างๆขึ้นในหน้าตัดดินซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงความแตกต่างของดินแต่ละชนิดแต่ละประเภทและสามารถเชื่อมโยงความสัมพันธ์ไปถึงชนิดของวัตถุต้นกำเนิด กระบวนการและผลของสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อกระบวนการสร้างตัวของดิน ณ บริเวณนั้น อาทิเช่น สีของดินมีความสัมพันธ์กับ ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินและความเปียกแห้งของดิน โดยทั่วไปดินที่มีสีคล้ำควรจะมีอินทรีย์วัตถุมากกว่า ดินสีจางสีเทาที่ปรากฏอยู่ในหน้าตัดดินบ่งบอกถึงสภาวะที่ดินมีการขังน้ำหรือการพบจุดสีประในดินบ่งบอกถึงสภาพที่ดินมีการเปียกสลับแห้งเป็นต้น โดยสรุปจึงอาจกล่าวได้ว่า ดินเป็นผลลัพธ์โดยตรงของหินแร่ ที่สลายตัวผุพังแล้ว ทับถมกันเกิดเป็นวัตถุต้นกำเนิดดินเมื่อผสมคลุกเคล้ากับอินทรีย์วัตถุ และผ่านกระบวนการทางดินจะปรากฏลักษณะและเกิดเป็นชั้นดินต่างๆ ขึ้นซึ่งเราสามารถประเมินคุณสมบัติและจำแนกดินออกเป็นชนิดๆ ได้โดยการศึกษาลักษณะและชั้นดินต่างๆ ที่เรียงต่อเนื่องกันจากข้างบนลงไปข้างล่างจนถึงชั้นหินที่สลายตัวหรือชั้นของวัตถุอื่นๆ

2.5.2 ความหมายของชุดดิน (Soil Series)⁽¹³⁾

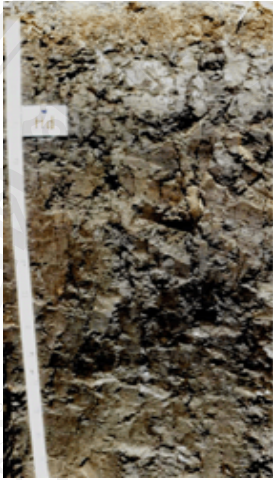
คำว่า"ชุดดิน"ภาษาอังกฤษใช้คำว่า "soil series" ตามระบบอนุกรมวิธานดิน ถือว่า ชุดดินเป็นขั้นการจำแนกที่ต่ำที่สุด ต่อจาก วงศ์ดิน (family) กลุ่มดินย่อย (subgroup) กลุ่มดินใหญ่ (great group) อันดับย่อย (suborder) อันดับ (order) ตามลำดับของกระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกา ซึ่งประเทศไทยได้นำมาใช้ในการจำแนกดินตั้งแต่ปี พ.ศ 2518แม้ว่าก่อนหน้านั้นจะมีการตั้งชื่อชุดดินตามระบบที่นำมาใช้ในประเทศไทยช่วงแรก แต่ต่อมาได้มีการปรับปรุงและกำหนดลักษณะของชุดดินต่างๆ ให้สอดคล้องกับระบบอนุกรมวิธานดิน

เมื่อจำแนกดินของประเทศไทยโดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการใช้ที่ดินทางการเกษตรเป็นส่วนใหญ่ตามระบบการจำแนกดินประจำชาติพบว่ามีการจำแนกอยู่ในกลุ่มดินหลักรวมทั้งสิ้น 20 กลุ่ม ดินหลักต่อมาภายหลังเมื่อมีการนำระบบอนุกรมวิธานดิน (Soil Taxonomy) มาใช้พบว่า มีการจำแนกอยู่ในอันดับต่างๆรวม 9 อันดับ จากทั้งหมด 12 อันดับ โดยมีดินในอันดับ อัลติซอลส์ (Ultisols) เป็นปริมาณพื้นที่กว้างขวางที่สุด รองลงมาคือ อินเซปติซอลส์ (Inceptisols) แอลฟิซอลส์ (Alfisols) เอนติซอลส์ (Entisols) มอลลิซอลส์ (Mollisols) เวอร์ติซอลส์ (Vertisols) สปอดโคซอลส์ (Spodosols) ออกซิซอลส์ (Oxisols) และ ฮิสโทซอลส์ (Histosols) ตามลำดับและปัจจุบันจากการเก็บรวบรวมของกรมพัฒนาที่ดินพบว่าสามารถแบ่งดินในประเทศไทยออกได้เป็น 62 กลุ่มชุดดินหลัก แบ่งตามลักษณะของดินและยังมีการตั้งชุดดินแต่ละชุดดิน โดยต้องมีการศึกษาลักษณะและสมบัติทางสัณฐาน กายภาพ เคมี แร่ และจุลสัณฐาน และกำหนดช่วงของลักษณะและสมบัติของแต่ละชุดดินไว้ เพื่อสามารถอธิบายถึงความแตกต่างหรือความคล้ายคลึงของชุดดินต่างๆ ได้ นอกจากนี้ ข้อมูลเกี่ยวกับชุดดินยังอธิบายการกำเนิดและสภาพแวดล้อมของดินด้วย

โดยปกติการตั้งชื่อชุดดินจะใช้ชื่อของสถานที่ที่พบนั้นๆ เป็นครั้งแรกมาตั้งเป็นชื่อชุดดิน เพื่อให้จดจำได้ง่าย อาจเป็นชื่อของจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน หรือ แม่น้ำ ลำคลอง ซึ่งเป็นที่รู้จักกันดี ดินที่ถูกตั้งชื่อพร้อมทั้งกำหนดช่วงลักษณะและสมบัติประจำของชุดดินนั้น จะต้องมีเนื้อที่ไม่ต่ำกว่า 8 ตารางกิโลเมตร หรือ 5,000 ไร่ (เดิมกำหนดไว้ 20 ตารางกิโลเมตร) เป็นเกณฑ์

สำหรับการศึกษาค้นคว้านี้ได้มุ่งศึกษาตัวอย่างชุดดินในจังหวัดเชียงใหม่โดยจังหวัดเชียงใหม่ พบ 23 กลุ่มชุดดิน ในที่นี้ไม่รวมกลุ่มชุดดินที่ 62 คือ พื้นที่ลาดชันเชิงชันหรือพื้นที่ภูเขา ซึ่งพื้นที่ภูเขาในที่นี้จัดให้เป็นพื้นที่เบ็ดเตล็ด (สัญลักษณ์ SC) ในแต่ละตำบลมีกลุ่มชุดดินไม่ครบทุกกลุ่มชุดดินขึ้นกับปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการกำเนิดดิน โดยการคัดเลือกจากชุดดินมาดำเนินการศึกษา ได้แก่ ชุดดินหางดงและ ชุดดินสันทรายใช้หลักเกณฑ์คัดจากพื้นที่ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์กับการดำรงชีวิต แหล่งที่อยู่อาศัย เช่น หมู่บ้าน วัด และ โรงเรียนรวมไปถึงสถานประกอบการต่างๆ อีกมากมาย

ชุดดินแรกที่ศึกษา คือ ชุดดินหางดง (Hang Dong series: Hd) หรือกลุ่มชุดดินที่ 5



รูป 2.4 ลักษณะชุดดินหางดง

การจำแนกดิน Fine, mixed, semiactive, isohyperthermic Typic Endoaqualfs

การกำเนิดเกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำนํ้าหรือที่ราบระหว่างเขา

สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ความลาดชัน 0-2 %

การระบายน้ำ ต่ำ

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

การซึมผ่านได้ของน้ำช้า

การแพร่กระจายพบมากในภาคเหนือ

การจัดเรียงชั้นดิน Apg-Btg

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลึกมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนดินเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทราย แปรสัเทได้ถึงสัเทเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดถึงเป็นกรดเล็กน้อย (pH 5.5-6.5) ดินล่างเป็นดินเหนียวหรือดินเหนียวปนทรายแปร สัเทามีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดเล็กน้อยถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.5-8.0)

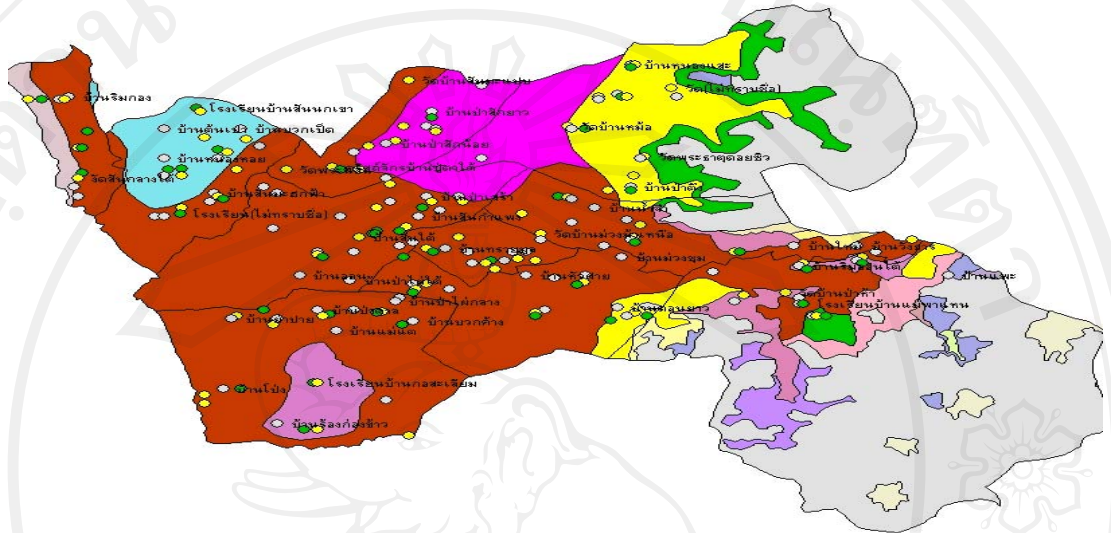
ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินพาน

ตาราง 2.2 คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินหางดง

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์-วัตถุ	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน	ความอึดตัว เบส	ฟอสฟอรัส ที่เป็น ประโยชน์	โพแทสเซียม ที่เป็น ประโยชน์	ความอุดม สมบูรณ์ ของดิน
0-25	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง	ปานกลาง
25-50	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง
50-100	ต่ำ	ปานกลาง	สูง	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง

(กรมพัฒนาที่ดินเขต 6, 2550)

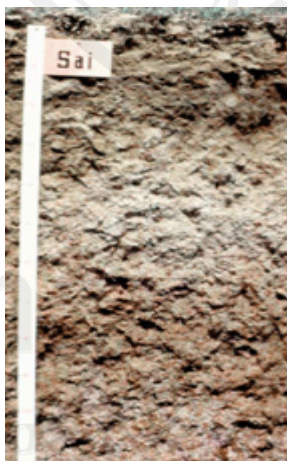
สำหรับในจังหวัดเชียงใหม่บริเวณพื้นที่ที่พบชุดดินหางดง ยกตัวอย่าง เช่น อำเภอสันกำแพง (ดังรูป 2.5)



รูป 2.5 ชุดดินทั้งหมดในเขตการปกครองอำเภอสันกำแพง พบชุดดินหางดง มีพื้นที่เท่ากับ 41.51 %ของพื้นที่ทั้งหมด

นอกจากนี้สามารถพบได้ในอำเภอต่างๆในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่อำเภอหาง อำเภอสันทรายอำเภอคอยสะเก็ด อำเภอฝาง อำเภอเมือง อำเภอสันป่าตอง และอำเภอสารภี เป็นต้น

ชุดดินที่สองที่ศึกษา คือ ชุดดินสันทราย (San Sai series: Sai) หรือ กลุ่มชุดดินที่ 22



การจำแนกดินCoarse-loamy, siliceous, subactive, isohyperthermicAericEndoaqualfs

การกำเนิดเกิดจากตะกอนน้ำพาบริเวณตะพักลำน้ำ และที่ราบระหว่างเขา สภาพพื้นที่ราบเรียบถึงค่อนข้างราบเรียบ ความลาดชัน 0-2 %

การระบายน้ำค่อนข้างต่ำ

การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า การไหลบ่าของน้ำบนผิวดิน ช้า

การซึมผ่านได้ของน้ำช้า

รูป2.6 ลักษณะชุดดินสันทราย

การแพร่กระจายพบมากบริเวณภาคเหนือตอนบน การจัดเรียงชั้นดินApg-Btg

ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินลี้กมาก ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย หรือดินทรายปนดินร่วนสีน้ำตาลปนเทาหรือสีน้ำตาลปนเทาเข้ม มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นกลาง (pH 5.0-7.0) ดินล่างเป็นดินร่วนปนทรายถึงดินร่วนเหนียวปนทราย สีเทา สีเทาอ่อนหรือสีเทาปนชมพู มีจุดประสีน้ำตาลปนเหลืองหรือสีน้ำตาลแก่ปฏิกิริยาดินเป็นกรดปานกลางถึงเป็นด่างปานกลาง (pH 6.0-8.0) อาจพบศิลาแลงอ่อนสีแดงบ้างเล็กน้อย

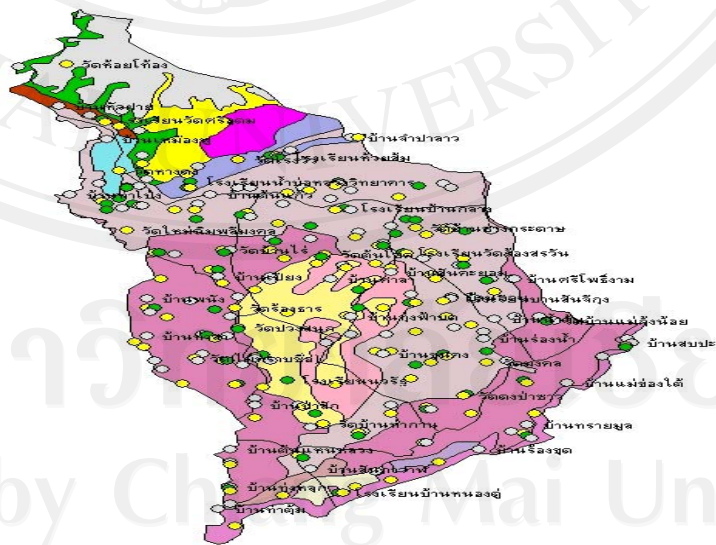
ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินลำปาง

ตาราง 2.3 คุณสมบัติทางเคมีของชุดดินสันทราย

ความลึก (ซม.)	อินทรีย์วัตถุ	ความจุ แลกเปลี่ยน แคตไอออน	ความอึดตัว เบส	ฟอสฟอรัส ที่เป็น ประโยชน์	โพแทสเซียม ที่เป็น ประโยชน์	ความอุดม สมบูรณ์ ของดิน
0-25	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
25-50	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ
50-100	ต่ำ	ต่ำ	ปานกลาง	ต่ำ	ต่ำ	ต่ำ

(กรมพัฒนาที่ดินเขต 6, 2550)

สำหรับในจังหวัดเชียงใหม่บริเวณพื้นที่ที่พบชุดดินสันทราย ยกตัวอย่าง เช่น อำเภอสันป่าตอง (ดังรูป 2.7)



รูป 2.7 ชุดดินทั้งหมดในเขตการปกครองอำเภอสันป่าตอง พบชุดดินสันทราย มีพื้นที่เท่ากับ 41.51 % ของพื้นที่ทั้งหมด

นอกจากนี้สามารถพบได้ในอำเภอต่างๆในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่อำเภอหาง อำเภอสันทรายอำเภอสันกำแพง อำเภอฝาง อำเภอเมือง เป็นต้น

2.6 ผลงานค้นคว้าวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงในคดีลอบวางเพลิง มีความสำคัญในการสืบสวนสอบสวนอย่างมากเพื่อหาผู้กระทำผิด ซึ่งเอกสารและงานวิจัยที่มีการศึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการตรวจหาน้ำมันเชื้อเพลิงในตัวอย่างดินสามารถสรุปได้เป็นประเด็นดังนี้

Frontela L.*et al.* (1995) ศึกษาการเปรียบเทียบการกลั่นและการดูดซับตัว Accelerants จากเศษเพลิงไหม้ให้กู้คืนกลับมา โดยนำพยานหลักฐานที่ได้ไปทำการทดสอบแรก คือ กลั่นไอน้ำโดยผสมกับ n-hexane ส่วนการทดสอบที่สอง นำ Activated carbon ดูดซับน้ำมันเชื้อเพลิง โดยอบไว้ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วย GC/MS พบว่า สองวิธีให้ผลที่แตกต่างกันคือ การกลั่นด้วยไอน้ำสามารถแยกตัวทำลายให้มีประสิทธิภาพสูงกว่า ส่วนตัวดูดซับที่ใช้ Activated carbon ใช้เวลาในการตรวจวิเคราะห์รวดเร็วกว่า

Wang Z. (1999) ได้ศึกษา Fingerprinting ของคราบน้ำมันทั้ง 6 ชนิดด้วยเทคนิคต่างๆ ดังนี้ Gas Chromatography/Mass Spectrometry (GC/MS) Thin- Layer Chromatography (TLC), Ultraviolet (UV) และ Fluorescence Spectroscopy โดยวิเคราะห์หาไฮโดรคาร์บอนจากการระเหยของน้ำมันเชื้อเพลิง จากการวิเคราะห์พบว่า เทคนิค GC/MS สามารถวิเคราะห์น้ำมันได้แม่นยำและละเอียดมากกว่า

Doble P.*et al.* (2003) ได้จำแนกองค์ประกอบหลักของน้ำมันเบนซิน บทบาทสำคัญในการบ่งชี้ตัว Accelerant ที่ใช้ในการลอบวางเพลิง โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ (PCA) ด้วยเทคนิค GC/MS เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานก็จะทำให้ทราบว่าเป็นสารชนิดเดียวกันหรือไม่ พบองค์ประกอบหลักของน้ำมันเบนซินดังนี้ Toluene, C2-Alkylbenzene และ C3-Alkylbenzene และวิเคราะห์ร่วมกับการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA)

ภัชราภรณ์ กันเสน (2006) ศึกษาการวิเคราะห์หาองค์ประกอบในน้ำมันเชื้อเพลิง ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟีแมสสเปกโตรเมตรี ทำการเผาตัวอย่างทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซิน 91 น้ำมันเบนซิน 95 น้ำมันแก๊สโซฮอล์ น้ำมันดีเซล น้ำมันไบโอดีเซล และน้ำมันก๊าด พบว่า น้ำมันเบนซิน และน้ำมันก๊าดโซฮอล์ สารองค์ประกอบถูกเผาไปหมด ทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์ได้

เพราะมีจุดเดือดต่ำ ระเหยได้เร็ว ส่วนน้ำมันไบโอดีเซลจะพบ เมทิลและปาล์มมีเตท น้ำมันดีเซลจะพบเพนตะเดคเคน ไตร-เดคเคน และเตตระเดคเคน เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากที่สุด ส่วนน้ำมันก๊าดจะพบเดคเคน เท่านั้น น้ำมันทั้ง 3 ชนิดที่ประกอบประกอบ เพราะคุณสมบัติติดไฟได้ค่อนข้างยาก และสารที่หลงเหลืออยู่เป็นสารที่มีจุดเดือดสูง

จันทนา วรรณรัมย์ (2008) ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับระหว่าง Charcoal strip (DFLEX) กับ Activated carbon โดยนำตัวดูดซับทั้ง 2 ชนิด มาดูดซับไอระเหยของน้ำมันเบนซินในภาชนะปิด แล้วทำการสกัดด้วยไดคลอโรมีเทน เพื่อนำไปตรวจพิสูจน์ด้วยเทคนิค GC/FID จากการทดลอง พบว่า Activated carbon สามารถดูดซับน้ำมันเบนซินได้ เมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการดูดซับพบว่า % Recovery เมื่อใช้ Activated carbon ได้เท่ากับ 67.76% และเมื่อใช้ Charcoal strip ได้เท่ากับ 69.74 % ซึ่งจะเห็นว่ามีความใกล้เคียงกันมาก จึงสามารถนำ Activated carbon มาใช้เป็นตัวดูดซับน้ำมันเชื้อเพลิงแทนได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการตรวจพิสูจน์น้ำมันเชื้อเพลิง

Tzovolou D.*et al.* (2008) ศึกษาการกระจายเชิงพื้นที่ของน้ำมันเครื่องบิน ในเขต Vadoze ของดินที่แตกต่างกัน โดยเก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึกต่างๆกัน มาวิเคราะห์ทางเคมีดูไฮโดรคาร์บอน โดยใช้ GC/MS นอกจากนั้นยังใช้แนวคิดทางธรณีวิทยา โดยใช้คุณสมบัติจากกล้องจุลทรรศน์จุลทรรศน์ของดิน พบว่า องค์ประกอบน้ำมันเครื่องบินมีการกระจายพื้นที่ไม่สม่ำเสมอ และระดับความลึกที่แตกต่างกัน

Denahan A. (2008) ได้ค้นคว้าหาวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันเชื้อเพลิงจากการลอบวางเพลิง โดยการสกัดน้ำมันเชื้อเพลิงที่ปนเปื้อนในตัวอย่างดิน พบว่า GC/MS มีประสิทธิภาพในการจำแนกองค์ประกอบหลักของน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละชนิดได้

Darrer M.*et al.* (2008) ได้ทดลองหาน้ำมันเบนซินบนมือผู้ต้องสงสัยในคดีลอบวางเพลิง โดยการทดลองแรก ทดสอบถุงมือที่ทำจาก PVC PE และ LATEX ใช้เก็บคราบน้ำมันเบนซินบนมือผู้ต้องสงสัย เมื่อเวลาผ่านไป 20 นาที พบว่า ถุงมือ PVC สามารถเก็บคราบน้ำมันเบนซินได้ดีที่สุด การทดลองที่สอง ทดสอบความคงสภาพของน้ำมันเบนซิน เมื่อเวลาผ่านไป 0, 1/2, 1, 2 และ 4 ชั่วโมงตามลำดับ จากการตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค GC/FID พบว่า ในช่วง 30 นาทีแรก จะสามารถตรวจพบคราบน้ำมันเบนซิน แต่หลังจากนั้นแนวโน้มในการพบคราบน้ำมันเบนซินจะลดลงอย่างต่อเนื่อง