

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการศึกษา

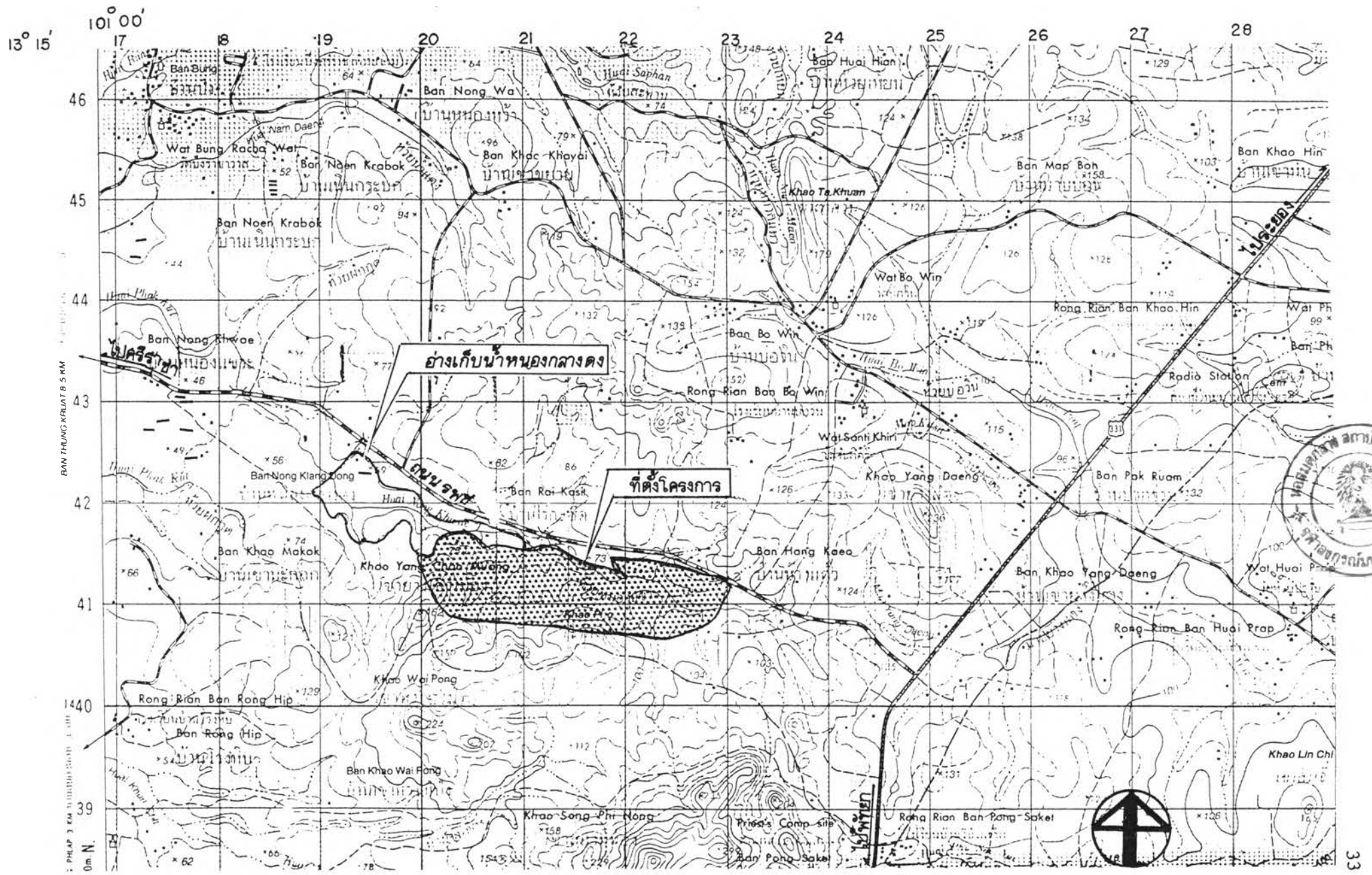
การศึกษาปริมาณของสารคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำและดินตะกอน ของแหล่งน้ำบริเวณสนามกอล์ฟฯ ติดกับอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง จังหวัดชลบุรี ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างโดยใช้เทคนิคแก๊สโครมาโตกราฟี โดยทำการเก็บตัวอย่างใน 2 ช่วง คือช่วงฤดูฝน (กันยายนและตุลาคม 2535) และฤดูแล้ง (ธันวาคม 2535 และมกราคม 2536) ซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ และวิธีดำเนินการศึกษา ดังต่อไปนี้

#### สภาพทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

##### ที่ตั้งและลักษณะของโครงการ

พื้นที่ศึกษา คือ สนามกอล์ฟ แพลมมิงตันอินเตอร์เนชันแนลคลับติดกับอ่างเก็บน้ำหนองกลางดงของกรมชลประทาน ตั้งอยู่ในเขตตำบลบึง อําเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี (รูปที่ 3.1) มีพื้นที่ทั้งหมด 1,500 ไร่ ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

	พื้นที่ (ไร่)	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ %
- สนามกอล์ฟ	600	40 %
- บ้านพักและคอนโดมิเนียม	45	3 %
- โรงแรมและศูนย์กีฬา	40	2.7
- แปลงเพาะชาต้นไม้	86	0.4
- แปลงเพาะชาหญ้า	85	5.67
- ที่ดินจัดสรร	180	12
- อื่น ๆ (ถนน, สำนักงาน, โกดังเก็บของ ฯลฯ)	534	34.6



รูปที่ 3.1 แสดงที่ตั้งและอาณาเขตของพื้นที่โครงการ

พื้นที่โครงการ

มาตราส่วน 1 : 50,000  
 ทิว : กรมแผนที่ทหาร

สนามกอล์ฟ ประกอบด้วยสนามกอล์ฟทั้งหมด 27 หลุม เริ่มมีการปรับพื้นที่และปลูกหญ้าทำสนามกอล์ฟ ในเดือนธันวาคม 2535 และในปัจจุบันสร้างเสร็จเพียงบางส่วนและเปิดให้สมาชิกใช้สนามกอล์ฟจำนวน 9 หลุม

**ลักษณะภูมิประเทศ** สภาพภูมิประเทศของพื้นที่ศึกษา โดยทั่วไปเป็นที่ราบเชิงเขา ประกอบด้วยเชิงเขาเตี้ยๆ ต่อเนื่อง มีภูเขาขามเจ้าเมืองและเขาโพธิ์อยู่ทางทิศใต้ของโครงการ พื้นที่จะค่อย ๆ เอียงลาดไปทางทิศเหนือจนจรดห้วยหนองแขวะ

**แหล่งน้ำ** พื้นที่ศึกษามีร่องน้ำธรรมชาติ (ห้วยหนองแขวะ) ไหลผ่านพื้นที่ในแนวทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก เนื่องจากพื้นที่โครงการเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่รับน้ำ (catchment area) ของห้วยหนองแขวะ จึงมีลำน้ำสาขาต่าง ๆ ของห้วยแขวะ และห้วยแขวะ ซึ่งไหลผ่านพื้นที่ศึกษาและไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำหนองกลางดง

**ลักษณะดิน** ลักษณะดินโดยทั่วไปของพื้นที่พบว่าดินชนบทเป็นดินปนทรายแห้งหนาประมาณ 4 เมตร บางจุดมีหินโผล่ การไหลซึมของน้ำลงสู่ดินชั้นล่างได้รวดเร็ว

**สภาพการใช้ที่ดิน** การใช้ที่ดินก่อนที่จะมีโครงการ พื้นที่ตอนกลางเดิมเป็นพื้นที่รกร้าง ซึ่งแต่เดิมมีการใช้เป็นพื้นที่ปลูกมันสำปะหลัง ทางทิศใต้เป็นภูเขาซึ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ที่มีสภาพเสื่อมโทรมแล้ว ส่วนทางทิศเหนือและทิศตะวันออกมีสวนผลไม้ที่ปลูกเป็นหย่อมๆ แต่มีพื้นที่ไม่มาก

### ภูมิอากาศ

(1) ฤดู จังหวัดชลบุรีได้รับลมทะเลอยู่เสมอ ในฤดูหนาวอากาศจึงไม่แห้งแล้งมากนัก อุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนอยู่ในระดับปานกลาง เมื่อพิจารณาจากกระแสลมประจำถิ่น สามารถแบ่งช่วงมรสุมของอากาศได้ดังนี้

- มรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ พัดพาเอาความแห้งแล้งและความหนาวเย็นมาจากตอนใต้ของประเทศจีน

- ฤดูเปลี่ยนมรสุมครั้งแรก ระหว่างเดือนมีนาคม-พฤษภาคม อุณหภูมิอากาศสูงขึ้น

- มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างเดือนมิถุนายน-กันยายน พัดพาเอาความชุ่มชื้นจากทะเลอันดามันและอ่าวไทย

- ฤดูเปลี่ยนมรสุมครั้งที่สอง เดือนตุลาคม อากาศแปรปรวน มีอากาศเย็นลง ลมพัดเหนือพัดผ่านเป็นครั้งคราว

(2) อุณหภูมิ จากสถิติภูมิอากาศเฉลี่ยในคาบ 30 ปี ระหว่างปี 2504-2533 พบว่า อุณหภูมิสูงสุดในเดือนเมษายน 29.70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดในเดือนธันวาคม 25.70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิเฉลี่ยทั้งปี 27.90 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 3.1)

3. ปริมาณน้ำฝน ปริมาณน้ำฝนของจังหวัดชลบุรี จากข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนตั้งแต่ปี 2504-2533 ของอำเภอเมือง อำเภอเกาะสีชัง และอำเภอสัตหีบ (ตารางที่ 3.2) จะเห็นว่า ปริมาณน้ำฝนของแต่ละปีของทั้ง 3 สถานี มีลักษณะเกาะกลุ่มกันและขึ้นลงสูงต่ำเป็นลูกคลื่นที่มีแนวโน้มต่ำลงจนถึงปัจจุบัน

จากสถิติปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยในคาบ 30 ปี ระหว่างปี 2504-2533 จะเห็นว่าจังหวัดชลบุรีมีปริมาณน้ำฝนตลอดปีในระดับปานกลางคือ 1,314.6 มิลลิเมตร มีฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายน 286.9 มิลลิเมตร ช่วงฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม โดยมีปริมาณน้ำฝนอยู่ในช่วง 133.2-286.9 มิลลิเมตร เดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม มีปริมาณฝน 8.90 มิลลิเมตร

#### สนามกอล์ฟและการดูแลรักษา

สนามกอล์ฟ ประกอบด้วยสนามกอล์ฟทั้งหมด 27 หลุม โดยแบ่งเป็นหลุม 1A-9A , 1B-9B และ 1C-9C เริ่มมีการปรับปรุงพื้นที่และปลูกหญ้าทำสนามกอล์ฟในเดือนธันวาคม 2535 และ ในปัจจุบันสร้างเสร็จเพียงบางส่วนและเปิดให้สมาชิกใช้สนามกอล์ฟจำนวน 9 หลุม คือ หลุม 1B-9B

พื้นที่ส่วนที่เป็นสนามหญ้านั้นต้องการการดูแลรักษาอย่างดี โดยเฉพาะบริเวณกรีนและที่-ออฟ ซึ่งต้องการการดูแลเป็นพิเศษ วิธีการดูแลรักษาหญ้าของสนามกอล์ฟนี้ ได้แก่

1. การเตรียมพื้นที่ พื้นที่ที่จะใช้สร้างสนามกอล์ฟนั้น ต้องมีลักษณะทั้งที่เป็นพื้นที่ลาดและเป็นเนิน เพราะจะทำให้การออกแบบเป็นไปได้อย่างสวยงาม ทำทายต่อการเล่น และมีจุดที่น่าสนใจเกิดขึ้น ความลาดเนินของสนาม ซึ่งอาจจะเป็นเนินตามธรรมชาติหรือสร้างขึ้นจะทำให้ดูสวยงามและทำให้ยากต่อการเล่น เนินไม่ควรมีความลาดชันมากเกินไป ควรค่อย ๆ ลาดขึ้นไป ด้วยเหตุนี้เอง สภาพภูมิประเทศดั้งเดิมของพื้นที่โครงการ บางส่วนจะถูกปรับปรุงหรือถูกเปลี่ยนแปลงไป บางส่วนก็จะยังคงสภาพเดิมไว้

2. การเตรียมดิน การเตรียมดินจะให้ความสำคัญกับบริเวณกรีน และบริเวณที่-ออฟ มากกว่าบริเวณแฟร์เวย์ ซึ่งลักษณะของชั้นดินบนกรีน และที่-ออฟ มีลักษณะดังนี้ คือ ชั้นล่างสุด

ตารางที่ 3.1 แสดงอุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.  
2504 - 2533 ของสถานีตรวจวัดอากาศอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)
มกราคม	25.90	10.6
กุมภาพันธ์	27.40	18.9
มีนาคม	28.70	31.4
เมษายน	29.70	76.5
พฤษภาคม	29.30	166.6
มิถุนายน	29.10	133.2
กรกฎาคม	28.60	133.9
สิงหาคม	28.40	168.8
กันยายน	27.8	286.9
ตุลาคม	27.40	211.8
พฤศจิกายน	26.70	65.1
ธันวาคม	25.70	8.9
เฉลี่ย	27.9	-
รวม	-	1,314.6

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2535

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนในคาบ 30 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ.2504-2533 ของสถานีตรวจวัดอากาศอำเภอเมือง อำเภอสีซิงและอำเภอสังขะ จังหวัดชลบุรี

เดือน	อำเภอเมือง (มิลลิเมตร)	อำเภอเกาะสีซิง ( มิลลิเมตร)	อำเภอสังขะ (มิลลิเมตร)
มกราคม	10.6	8.1	25.8
กุมภาพันธ์	18.9	23.5	57.0
มีนาคม	31.4	33.6	58.0
เมษายน	76.5	51.7	68.2
พฤษภาคม	166.6	161.3	202.1
มิถุนายน	133.2	112.0	90.7
กรกฎาคม	133.9	116.2	85.2
สิงหาคม	168.8	128.8	110.1
กันยายน	286.9	293.9	235.1
ตุลาคม	211.8	239.7	263.5
พฤศจิกายน	65.1	69.6	110.7
ธันวาคม	8.9	11.5	15.1
รวม	1,314.6	1,249.9	1,322.0

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2535

เป็นดินดาน เป็น subgrade จะใช้วางท่อระบายน้ำ ซึ่งอยู่ลึกจากหน้าดินอย่างน้อย 32 นิ้ว ดินดานส่วนนี้จะลึกประมาณ 6 นิ้ว เจาะวางท่อลงไป วางหินกรวดหยาบห่อคลุมท่อ กรวดมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.25 นิ้ว ใช้กรวดถมขึ้นมาให้สูงอีก 4 นิ้ว ถัดจากชั้นกรวดก็เป็นทรายหยาบหนา ประมาณ 1.5-2 นิ้ว ถัดขึ้นไป 12-14 นิ้ว เป็น top soil

ส่วนประกอบของ top soil ซึ่งใช้ปลูกหญ้า ได้แก่ ดิน ทราย อินทรีย์วัตถุ ปุ๋ย และปูนขาว ดินชั้น top soil ต้องเป็นดินที่สามารถถมความชื้นได้ดี ระบายน้ำได้ดี ไม่แน่น (compact) สามารถทนต่อการเหยียบย่ำ มีความอุดมสมบูรณ์ปานกลาง ปราศจากโรค แมลงและไส้เดือนฝอย

3. การรมยาในดิน เป็นการป้องกันและกำจัดวัชพืชก่อนที่จะปลูกหญ้า สารที่ใช้ในการรมยาคือ เมทิลโบรไมด์ โดยจะใช้ในอัตราส่วน 60 กรัมต่อตารางเมตร ก่อนที่จะรมยาจะต้องเตรียมดินให้ร่วนซุย ลึกอย่างน้อยประมาณ 20-30 เซนติเมตร เพราะเมทิลโบรไมด์มีความหนักเป็น 3 เท่าของอากาศ จะทำให้แทรกซึมลงไปได้ดีและรวดเร็ว นอกจากนั้น ต้องมีการรดน้ำให้มีความชื้นพอเหมาะ ที่งัวประมาณ 7-14 วัน เพื่อให้เมล็ดวัชพืชงอกเป็นต้นอ่อนก่อน จะทำให้การรมยามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

4. การปลูกหญ้า หญ้าที่ใช้ปลูกในสนามกอล์ฟนี้อยู่ในตระกูลเบอร์มิวดา มี 2 ชนิด คือ tifdwarf และ tifway

5. การให้น้ำ รดน้ำทุกวันด้วย sprinkle โดยจะรดน้ำในตอนเย็น เวลาที่ใช้ในการรดน้ำบริเวณกรีน และที-ออฟ บริเวณละ 20-30 นาที ส่วนบริเวณเพอร์เวย์จะใช้เวลารดน้ำ 2 ชั่วโมง

การรดน้ำจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเก็บน้ำของดินในสนามหญ้า ความลึกของรากหญ้า อัตราการให้น้ำไปใช้และการระเหยออกมา หญ้าที่มีรากลึกจะรดน้ำนาน ๆ ครั้ง แต่ถ้าเป็นหญ้าที่มีรากสั้นจะรดน้ำบ่อยกว่า สำหรับปริมาณน้ำที่ใช้รดสนามกอล์ฟ 27 หลุม ประมาณ 4,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน

6. การป้องกันกำจัดศัตรูหญ้า ศัตรูของหญ้าในสนามกอล์ฟที่สำคัญมี 3 กลุ่ม คือ

6.1 แมลงศัตรูหญ้า แมลงศัตรูที่ทำลายหญ้าในสนามนั้นมีหลายประเภท ได้แก่

6.1.1 แมลงที่ทำลายใบ เช่น มวนคอกกรัก หนอนกระชู่ขาว เพลี้ยจักจั่น

เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย เป็นต้น

6.1.2 แมลงที่ทำลายราก เช่น เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย และด้วงชนิดต่าง ๆ เป็นต้น

6.1.3 แมลงที่ทำลายลำต้น เช่น แมงกระซอน มดคันไฟ จักจั่นวง เป็นต้น

วิธีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูหญ้า จะใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ซึ่งในสนามกอล์ฟที่ทำการศึกษาใช้อยู่เพียง 2 ชนิด คือคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริล รายละเอียดเกี่ยวกับสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ได้กล่าวไว้ในส่วนบทที่ 2

การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง ซึ่งจะใช้เมื่อสำรวจพบแมลงศัตรูหญ้ามียาจำนวนมาก โดยจะใช้ถึงพ่นแบบสะพายหลังขนาด 15 ลิตร ฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงลงไปตามจุดที่ตรวจพบแมลงศัตรูหญ้าในบริเวณกรีน และที่-ออฟ ส่วนบริเวณแฟร์เวย์ จะใช้ถึงพ่นขนาด 160 แกลลอน แบบติดตั้งบนรถ ทำการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดแมลงเหล่านี้

การใช้คลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลนั้น จะใช้สลับกันเพื่อป้องกันการดื้อต่อสารเคมีของแมลงศัตรูหญ้า เวลาและปริมาณการใช้คลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ของสนามกอล์ฟ แสดงดังตารางที่ 3.3

6.2 วัชพืช วัชพืชในสนามหญ้า เช่น หญ้าแห้วหมู หญ้าคอมมูนิสต์ หญ้าคา เป็นต้น การกำจัดวัชพืชในบริเวณแคบ ๆ จะใช้เครื่องมือ เช่น เสียม พลั่ว มีด กรรไกร แต่ถ้าเป็นบริเวณกว้าง มีวัชพืชมาก จะใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช ซึ่งจะได้ผลดีต้องมีความเข้าใจและใช้อย่างถูกต้อง สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชที่นิยมมาใช้ ได้แก่ เดเนพิน ไโดแคมบา พาราควอท 2, 4-ดี ไชดูรอน และคาลาพอน เป็นต้น

6.3 โรค โรคในสนามหญ้า ได้แก่ โรคที่เกิดจากเชื้อรา แบคทีเรีย ไวรัสและไส้เดือนฝอย เมื่อเกิดโรคขึ้นจะต้องจำแนกได้ว่าเป็นโรคอะไร เพื่อจะได้กำจัดและป้องกันการแพร่กระจายได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมแก่การกำจัดโรคแต่ละชนิด สารเคมีที่ใช้ในการป้องกันกำจัดโรคในสนามหญ้า ได้แก่ คาเนนิล 2707 เมอร์คิวไรท์-คลอไรด์ ไธแรม และแคบแทน เป็นต้น



ตารางที่ 3.3 แสดงเวลาและปริมาณการใช้คลอรีนไฟรฟอสและคาร์บาริล ในบริเวณพื้นที่ต่างๆ  
ของสนามกอล์ฟฯ

วันที่/เดือน/ปี	ชนิดสารเคมี	บริเวณ	ปริมาณการใช้
20 ธันวาคม 2534	คาร์บาริล	หลุม 1B - 4B	2 กิโลกรัม
13 มกราคม 2535	คาร์บาริล	หลุม 1B - 4B	4 กิโลกรัม
28 มกราคม 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 1B - 4B	110 ลิตร
10 กุมภาพันธ์ 2535	คาร์บาริล	หลุม 1B - 4B	4 กิโลกรัม
25-26 กุมภาพันธ์ 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 1B - 7B	220 ลิตร
28 มีนาคม 2535	คาร์บาริล	หลุม 1B - 7B	10 กิโลกรัม
20 เมษายน 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 8B - 9B	44 ลิตร
พฤษภาคม 2535	ไม่มีการใช้	-	-
5 มิถุนายน 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 1B - 4B	12.5 ลิตร
10-11 กรกฎาคม 2535	คาร์บาริล	หลุม 1B - 9B	15 กิโลกรัม
18 สิงหาคม 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 1B - 9B	2 ลิตร
กันยายน 2535	ไม่มีการใช้	-	-
ตุลาคม 2535	ไม่มีการใช้	-	-
24 พฤศจิกายน 2535	คลอรีนไฟรฟอส	หลุม 1B - 9B	2 ลิตร
ธันวาคม 2535	ไม่มีการใช้	-	-
มกราคม 2536	ไม่มีการใช้	-	-

ที่มา : จากการสอบถาม คุณบุณชง งามสะพรั่ง (ผู้ช่วยผู้จัดการและดูแลสนามกอล์ฟ)

7. การดูแลรักษาอื่น ๆ ได้แก่ การตัดหญ้า หญ้าบกกรีน และที-ออฟ จะใช้เครื่องตัดหญ้าแบบ referred mower โดยทั่วไปจะตัดทุกวันและตัดสั้น 0.75 นิ้ว ส่วนบริเวณเพอร์เวย์ จะใช้เครื่องตัดหญ้าทั่ว ๆ ไป โดยจะตัดเมื่อเห็นว่าหญ้าเริ่มสูงเกินไป สำหรับเศษหญ้าที่ตัดได้จะนำมาโรยในบริเวณเพอร์เวย์ นอกจากการตัดหญ้าแล้ว ก็มีการนำหญ้ามาปลูกซ่อมแซม เพื่อทดแทนหญ้าที่ถูกทำลายไป

#### การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงของสนามกอล์ฟฯ

**อุปกรณ์สำหรับการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง**

อุปกรณ์ที่ใช้ในการฉีดพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในสนามกอล์ฟมี 2 แบบคือ

แบบที่ 1 เป็นถังพ่นติดตั้งบนรถ ถังพ่นมีขนาด 160 แกลลอนติดตั้งอยู่บนรถ มีแขนฉีดหัวฉีดพ่นอยู่ด้านหลังของถังพ่น ใช้สำหรับฉีดพ่นบริเวณสนามหญ้าซึ่งมีพื้นที่มาก

แบบที่ 2 เป็นถังพ่นแบบสายสะพายหลังขนาด 15 ลิตร ใช้สำหรับฉีดพ่นในบางบริเวณที่มีพื้นที่ไม่มากนัก เช่น ใช้ฉีดพ่นต้นไม้และไม้ประดับที่ปลูกในสนามกอล์ฟ

**ชนิดของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ในสนามกอล์ฟฯ**

1. คาร์บาริล ใช้ในอัตรา 1 กิโลกรัมต่อถัง (ขนาดถังเท่ากับ 567 ลิตร)
2. คลอร์ไพริฟอส มีอัตราการใช้แบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ( 1 ลิตร มี 240 กรัมสารออกฤทธิ์)
  - ช่วงเดือนมกราคม-เมษายน 2535 ใช้ในอัตรา 22 ลิตรต่อถัง
  - ช่วงตั้งแต่เดือนมิถุนายน-พฤศจิกายน 2535 ใช้ในอัตรา 2.5 ลิตรต่อถัง

#### การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในแหล่งน้ำซึ่งมีลักษณะเป็นทะเลสาบ ในบริเวณสนามกอล์ฟฯ (สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3-7) และบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองกลางคงติดกับสนามกอล์ฟฯ (สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8-10) โดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 10 สถานี ดังนี้

สถานีเก็บตัวอย่าง	สถานที่ (แสดงดังรูปที่ 3.2)
1	ทางน้ำเข้าจากห้วยแขวงสู่โครงการฯ จุดที่ 1
2	ทางน้ำเข้าจากห้วยแขวงสู่โครงการฯ จุดที่ 2
3	ทะเลสาบที่อยู่ติดกับแพร์เวย์และที่-ออฟ และใกล้กับกรีนของ สนามกอล์ฟพหลุม 8B และ 9B
4	ทะเลสาบที่อยู่ติดกับแพร์เวย์และที่-ออฟ และใกล้กับกรีนของ สนามกอล์ฟพหลุม 6B และ 7B
5	ทางน้ำออกสู่หนองกลางดง
6	ทะเลสาบที่อยู่ติดกับแพร์เวย์และกรีนของสนามกอล์ฟพหลุม 2B และ B3 และติดกับที่-ออฟ ของ 1B
7	ทางน้ำออกสู่หนองกลางดง 6A เป็นจุดสุดท้ายของ Zone A
8	บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง ห่างจาก ฝั่ง ~ 2-3 ม.
9	บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง ห่างจาก ฝั่ง ~ 2-3 ม.
10	บริเวณอ่างเก็บน้ำหนองกลางดง ห่างจาก ฝั่ง ~ 2 ม.

### ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

การกำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงที่ 1 : (ฤดูฝน) ฝนเดือนกันยายนและตุลาคม 2535

เก็บครั้งที่ 1 วันที่ 10 กันยายน 2535 (ฝนตกเล็กน้อยวันที่ 9 กันยายน)

เก็บครั้งที่ 2 วันที่ 7 ตุลาคม 2535

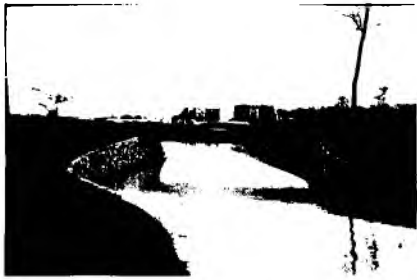
ช่วงที่ 2 : (ฤดูแล้ง) ฝนเดือนธันวาคม 2535 และ มกราคม 2536

เก็บครั้งที่ 3 วันที่ 11 ธันวาคม 2535

เก็บครั้งที่ 4 วันที่ 10 มกราคม 2536



5



3



1



6

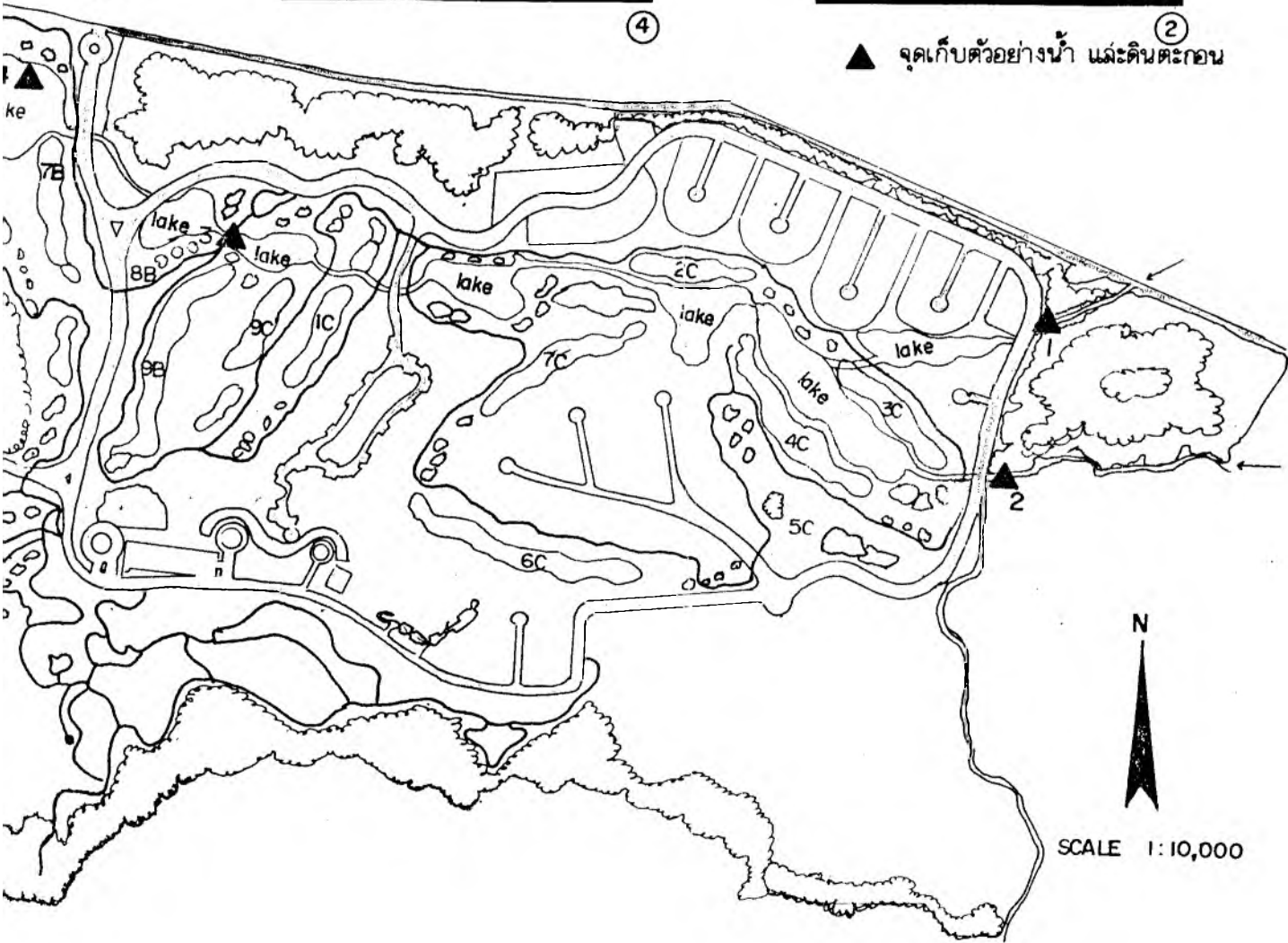


4



2

▲ จุดเก็บตัวอย่างน้ำ และดินตะกอน



N  
SCALE 1:10,000

ตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

## การเก็บตัวอย่าง

### 1. ตัวอย่างน้ำ

เก็บตัวอย่างหลาย ๆ จุดของทะเลสาบของสนามกอล์ฟ ที่ระดับลึกประมาณ 1 เมตรจากผิวน้ำ นำมาผสมกันและบรรจุในขวดแก้วสีชาขนาดจุ 4 ลิตรและใช้อะลูมิเนียมฟรอยด์ปิดปากขวดก่อนที่จะปิดฝาขวด และ เก็บไว้ในถังน้ำแข็งเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

### 2. ตัวอย่างตะกอน

เก็บตัวอย่างตะกอน ตามสถานีเดียวกันกับที่เก็บตัวอย่างน้ำ โดยใช้ที่ตักตะกอนแบบ peterson grab ตักดินตะกอนแล้วบรรจุในถุงพลาสติกสะอาด และเก็บในถังน้ำแข็งเพื่อนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

## การวิเคราะห์ปริมาณสารคลอร์ไพริฟอสและคาร์บาริลาในตัวอย่างน้ำและตะกอน

### วัสดุและอุปกรณ์

#### 1. สารเคมี

1.1 เฮกเซนชนิดเออาร์เกรด (hexane, AR grade) ใช้สำหรับสกัดตัวอย่าง

1.2 เนอร์มัล-เฮกเซนชนิดเพสตีไซด์เกรด (n-hexane pesticide grade)

สำหรับปรับปริมาตรก่อนจะฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ

1.3 อะซิโตน ชนิดเออาร์เกรด (acetone AR grade)

1.4 ไดคลอโรมีเทน ชนิด เอ อาร์เกรด (dichlorometane, AR, grade)

1.5 โซเดียมซัลเฟต เอนไฮดรัส ชนิดเออาร์เกรด (sodium sulphate anhydrous, AR grade) ชนิดผงสำหรับดูดน้ำออกจากสารละลายที่ใช้สกัดตัวอย่าง ก่อนนำใช้อบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียสนาน 24 ชั่วโมง

1.6 ฟลอริซิล ชนิดพีอาร์เกรด (Florisol, PR grade) ขนาด 60-100 เมช ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 130 องศาเซลเซียส นาน 16 ชั่วโมง

1.7 สารละลายมาตรฐานของสารคาร์บาริล และคลอร์ไพริฟอสของ EPA  
(Environmental Protection Agency)

## 2. อุปกรณ์

2.1 กรวยแยก (separatory funnel) ขนาด 2,000 มิลลิลิตรใช้ในการสกัดตัวอย่างน้ำ

2.2 เครื่องสกัดชนิด soxhlet extractor พร้อมทิมเบิล (thimble)ใช้ในการสกัดตัวอย่างดินตะกอน

2.3 เครื่องระเหยสารแบบลดความดัน (rotary evaporator)

2.4 ตะแกรงร่อนดิน ขนาด 20 เมช

2.5 คอลัมน์ (column) และ สาลีสะอาด

2.7 ขวดบรรจุสารที่ลดปริมาตรแล้ว (vials) ขนาด 10 มิลลิลิตร

2.8 เข็มฉีดยา (microsyringe) ขนาด 10 ไมโครลิตร

2.9 เครื่องแก้วชนิดต่าง ๆ

2.10 เครื่องแกสโครมาโตกราฟี (gas chromatograph) แบบ GC 94  
ซึ่งมีสภาพการใช้งานดังนี้

### คลอร์ไพริฟอส

เครื่องตรวจ (detector) : electron capture ,  $^{63}\text{Ni}$  (ECD)

คอลัมน์ (column) : คอลัมน์แบบคะปิลารี (capillary column) ขนาด 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ภายในเคลือบด้วย 5 % phenyl และ 95% dimethyl siloxane (w/w)

อุณหภูมิ (temperature) : คอลัมน์ 220 องศาเซลเซียส

เครื่องตรวจ 310 องศาเซลเซียส

เครื่องฉีด (injector) 250 องศาเซลเซียส

แกสพา (carrier gas) : แกสไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว และอัตราเร็ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

แก๊สช่วย (make up gas) : แก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 39 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว  
และอัตราเร็ว 40 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

#### คาร์บาริล

เครื่องตรวจจับ (detector) : electron capture ,  $^{63}\text{Ni}$  (ECD)

คอลัมน์ (column) : คอลัมน์แบบแคปิลารี (capillary column) ขนาด 30  
เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร ภายใน  
เคลือบด้วย 5 % phenyl และ 95% dimethyl  
siloxane (w/w)

อุณหภูมิ (temperature) : คอลัมน์ 220 องศาเซลเซียส

เครื่องตรวจจับ 310 องศาเซลเซียส

เครื่องฉีด (injector) 280 องศาเซลเซียส

แก๊สพา (carrier gas) : แก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 9 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว  
และอัตราเร็ว 2 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

แก๊สช่วย (make up gas) : แก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ ความดัน 40 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว  
และอัตราเร็ว 50 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที

#### การเตรียมและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การเตรียมเครื่องแก้วที่ใช้ในการทดลองมีขั้นตอนดังนี้ ล้างด้วยน้ำยาทำความสะอาด  
และน้ำล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่น แล้วชะด้วยเฮกเซนและนำไปอบให้แห้ง ก่อนนำอุปกรณ์ไปใช้ชะด้วย  
เฮกเซนก่อนใช้ทุกครั้ง

##### ก. การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีและกำจัดแมลงในตัวอย่างน้ำ

##### 1. การสกัดสารคาร์บาริลในตัวอย่างน้ำ (Nagasawa et al., 1977)

1.1 ถ่ายตัวอย่างน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ปรับให้ pH 3-4 และ  
ถ่ายตัวอย่างน้ำลงในกรวยแยกขนาด 2,000 มิลลิลิตร เติมไดคลอโรมีเทน 100 มิลลิลิตร เขย่า  
อย่างแรงเป็นเวลา 2-3 นาที แล้วแยกเอาชั้นไดคลอโรมีเทนส่วนขวดแก้วที่เตรียมไว้

1.2 ทำการสกัดตัวอย่างน้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมไดคลอโรมีเทน 100 และ 50 มิลลิลิตร ตามลำดับ สกัดเหมือนครั้งแรก แล้วแยกชั้นไดคลอโรมีเทนออกมารวมกัน

1.3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปกรองผ่านโซเดียมซัลเฟตแห้ง เพื่อกำจัดน้ำที่อาจปนอยู่

1.4 นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาณ โดยใช้เครื่องมือระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งและปรับปริมาตรจนได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปบรรจุในขวด vial เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณต่อไป

## 2. การสกัดสารคลอไพริฟอสในตัวอย่างน้ำ (Westlake W.E. et al., 1969)

2.1 ถ่ายตัวอย่างน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ ปรับให้ pH 3-4 และถ่ายตัวอย่างน้ำลงในกรวยแยกขนาด 2,000 มิลลิลิตร เติมเฮกเซน 100 มิลลิลิตร เขย่าอย่างแรงเป็นเวลา 2-3 นาที แล้วแยกเอาน้ำ เฮกเซนใสในขวดแก้วที่เตรียมไว้

2.2 ทำการสกัดตัวอย่างน้ำอีก 2 ครั้ง โดยเติมเฮกเซน 100 และ 50 มิลลิลิตรตามลำดับ สกัดเหมือนครั้งแรก แล้วแยกชั้นเฮกเซนออกมารวมกัน

2.3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปกรองผ่านโซเดียมซัลเฟตแห้ง เพื่อกำจัดน้ำที่อาจปนอยู่

2.4 นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาณ โดยใช้เครื่องมือระเหยแบบลดความดัน (rotary evaporator) ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จนเกือบแห้งและปรับปริมาตรจนได้ปริมาตร 5 มิลลิลิตร นำไปบรรจุในขวด vial เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณต่อไป

## ข. การวิเคราะห์ปริมาณสารเคมีป้องกันและกำจัดแมลงในตะกอน

### 1. การสกัดสารคาร์บาริลในตัวอย่างตะกอน

1.1 นำตัวอย่างตะกอนตากแห้งในที่ร่ม ประมาณ 5-7 วัน มาบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 เมช คลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน สุ่มตัวอย่างมา 50 กรัม เพื่อใช้ในการสกัด



1.2 สกัดโดยใช้เครื่องสกัดชนิด soxhlet extractor โดยใช้ตัวทำละลายไดคลอโรมีเทน ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ใช้อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 8 ชั่วโมง

1.3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาตร ด้วยเครื่องระเหยสารแบบลด-ความดัน (rotary evaporatory) จนเกือบแห้ง นำสารละลายที่ได้จากการระเหยไปกำจัดสิ่งเจือปน (cleanup) โดยผ่านคอลัมน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 22 มิลลิเมตร บรรจุด้วยพอร์ซิลสูงประมาณ 4 นิ้ว และโซเดียมซิลเฟลอบแห้งแล้ว 1 นิ้ว ใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวชะ

1.4 นำไปลดปริมาตรโดยใช้เครื่องระเหยจนเกือบแห้ง ปรับปริมาตรเพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟี เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณต่อไป

## 2. การสกัดสารคลอรัไพรฟอสในตัวอย่างตะกอน

2.1 นำตัวอย่างตะกอนตากแห้งในที่ร่ม ประมาณ 5-7 วัน มาบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 20 เมช คลุกเคล้าให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียวกัน สุ่มตัวอย่างมา 50 กรัม ใส่ในขวดลูกขมหู และใส่อะซิโตน 80 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันช้าประมาณ 3 นาที นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 4

2.2 นำสารละลายที่กรองใส่ในกรวยแยก สกัดด้วยเฮกเซน 35 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งให้แยกชั้นและถ่ายชั้นเฮกเซนเก็บในขวดลูกขมหูและทำการสกัดด้วยเฮกเซน 35 มิลลิลิตรซ้ำอีกครั้งและถ่ายชั้นเฮกเซน นำไปรวมกับครั้งแรกและกรองผ่านชั้นโซเดียมซิลเฟลอบแห้ง

2.3 นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาตรให้เหลือ 5 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส และนำไปกำจัดสิ่งเจือปน โดยผ่านคอลัมน์บรรจุด้วยพอร์ซิลสูงประมาณ 4 นิ้ว และโซเดียมซิลเฟลอบแห้งหนา 1 นิ้ว ล้างคอลัมน์ด้วยเฮกเซนและใช้เฮกเซนผสมอะซิโตน 250 มิลลิลิตร เป็นตัวชะ

## 3. การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์บาริลและคลอรัไพรฟอส

การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงโดยการนำสารละลายที่สกัดได้จากตัวอย่างน้ำและตะกอน ที่ได้ผ่านขบวนการอย่างสมบูรณ์แล้วหาปริมาณโดยใช้เครื่องแกสโครมาโตกราฟี โดยฉีดสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นเข้าเครื่องที่มีสภาพการใช้งานที่ถูกต้อง จะได้พีค (peak) ของสารละลายมาตรฐานของสารคาร์บาริล หลังจากนั้นฉีดสารละลายตัวอย่างที่สกัดได้จากตัวอย่างน้ำและตะกอน เข้าเครื่องที่มีสภาพของการใช้งานเหมือนเดิม

การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในน้ำ

การหาปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีทั้ง 2 ชนิด ที่สกัดออกจากตัวอย่างน้ำ  
คำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในน้ำ} = \frac{\text{BCE}}{\text{ADF}} \text{ ส่วนในล้านส่วน (ppm)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ใต้พีคของสารเคมีในสารละลายมาตรฐาน (ตารางเซนติเมตร)

B = พื้นที่ใต้พีคของสารเคมีที่สกัดจากตัวอย่างน้ำ (ตารางเซนติเมตร)

C = ปริมาณสารเคมีในสารละลายมาตรฐาน (นาโนกรัม)

D = ปริมาตรของสารเคมีที่สกัดจากน้ำตัวอย่างแล้วฉีดเข้าเครื่อง

แก๊สโครมาโตกราฟ (ไมโครลิตร)

E = ปริมาตรของสารเคมีที่ปรับครั้งสุดท้ายเพื่อฉีดเข้าเครื่อง

แก๊สโครมาโตกราฟ (มิลลิลิตร)

F = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่นำมาสกัด (มิลลิลิตร)

การวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของสารคาร์บาริลและคลอร์ไพริฟอสในตะกอน

การหาปริมาณ โดยการคำนวณพื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้น  
และพื้นที่พีคที่ได้ของสารทั้ง 2 ชนิดที่พบแล้วนำมาคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณความเข้มข้นของสารป้องกันกำจัดแมลงในตะกอน} = \frac{\text{CAa}}{\text{WBb}} \text{ ส่วนต่อล้านส่วน (ppm)}$$

เมื่อ A = พื้นที่ใต้พีคของสารเคมีในสารตัวอย่าง (ตารางเซนติเมตร)

B = พื้นที่ใต้พีคของสารเคมีในสารละลายมาตรฐาน (ตารางเซนติเมตร)

C = ปริมาณสารเคมีในสารละลายมาตรฐาน (นาโนกรัม)

a = ปริมาตรของสารเคมีที่ปรับครั้งสุดท้ายเพื่อฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ  
(มิลลิลิตร)

b = ปริมาตรของสารเคมีที่สกัดจากตะกอนแล้วฉีดเข้าเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ  
(ไมโครลิตร)

W = น้ำหนักของตัวอย่างดินตะกอน (กรัม)

#### 4. การหาประสิทธิภาพการวิเคราะห์ (recovery)

เนื่องจากการวิเคราะห์สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงทั้ง 2 ชนิด ซึ่งมีปริมาณต่ำมากในน้ำ และดินตะกอน โดยวิธีที่วิเคราะห์มีความซับซ้อนอาจมีการคลาดเคลื่อนไปบ้าง จึงจำเป็นต้องตรวจสอบความแน่นอนของวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ โดยการเติมคลอรีนไพโรฟอสและคาร์บาริล ที่ทราบปริมาณแน่นอนในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร แล้วนำไปสกัดด้วยวิธีที่ใช้ในการศึกษาและตรวจสอบหาปริมาณสารทั้ง 2 ด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ นำค่าที่ได้มาหาค่า recovery ในการสกัดพบว่าค่า recovery ของการสกัดคลอรีนไพโรฟอสในน้ำมีค่า 86.9 เปอร์เซ็นต์และคาร์บาริลมีค่า 88.6 เปอร์เซ็นต์

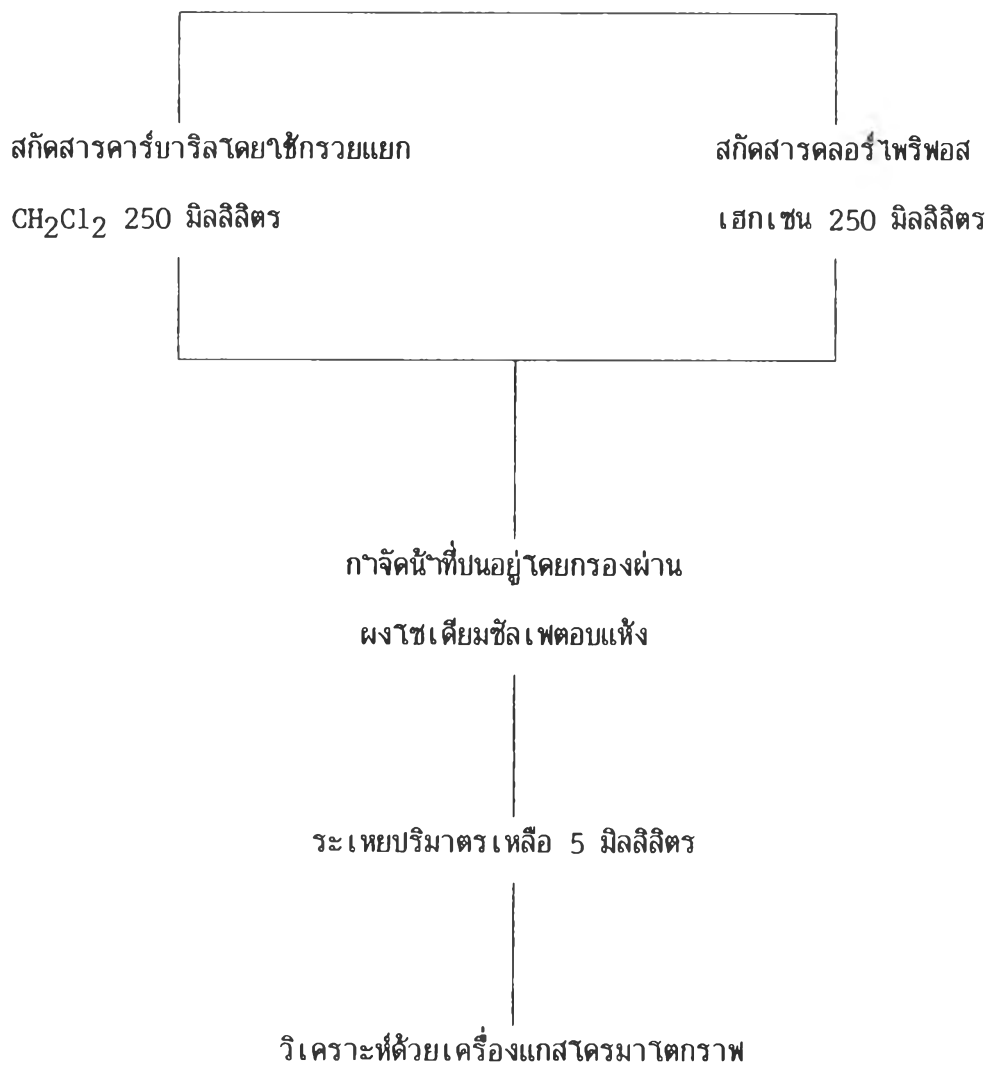
สำหรับตะกอนนั้น ทำโดยนำดินตะกอนที่ไม่มีสารเคมีปนเปื้อนอยู่ หรือตัวอย่างมีปนเปื้อนอยู่น้อย ปริมาณ 50 กรัม แล้วเติมคลอรีนไพโรฟอสและคาร์บาริล ที่ทราบปริมาณความเข้มข้นแน่นอน และนำไปสกัดด้วยวิธีที่ใช้ในการศึกษาและตรวจสอบด้วยเครื่องแกสโครมาโตกราฟ นำค่าที่ได้มาเทียบกับตัวอย่างตะกอนที่ไม่เติมสารเคมี พบว่าค่า recovery ของการสกัดสารคลอรีนไพโรฟอสในตะกอนมีค่า 84 เปอร์เซ็นต์ และคาร์บาริลมีค่า 83 เปอร์เซ็นต์

#### การวิเคราะห์หาสมบัติของน้ำและตะกอน

ลักษณะสมบัติ	วิธีวิเคราะห์
1. น้ำ	
- อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์
- pH	เครื่องวัด pH
- ความเป็นกรด-ด่าง	Titration with acid-base
- ตะกอนแขวนลอย	
2. ตะกอน	
- pH	pH
- อินทรีย์วัตถุ	Walkly-Black method

## น้ำตัวอย่าง

## สกัด



รูปที่ 3.3 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์คาร์บอนไดออกไซด์และคลอรีนไฟฟอสในตัวอย่างน้ำ