

## บทที่ 6

### สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

#### 6.1 สรุปผลการศึกษา

1. ปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในดิน บริเวณพื้นที่ต่างๆ ของสนามกอล์ฟ ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา สามารถตรวจพบได้ในเดือนกันยายนเพียงเดือนเดียว มีค่าอยู่ในช่วง nd-0.053, nd-0.021 และ nd-0.014 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามระดับความลึกของตัวอย่างดินที่เก็บ (0-5, 5-10 และ 10-20 เซนติเมตร) นอกนั้น ตรวจไม่พบปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในดินทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

2. การวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในดิน กับพารามิเตอร์บางตัว (CEC, pH และอินทรีย์วัตถุ) การเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในแต่ละระดับความลึก ของทุกสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 4 เดือน และการเปรียบเทียบทางสถิติของปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในดิน ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว ไม่สามารถกระทำได้ ในกรณีที่มีปริมาณต่ำสุดที่วิเคราะห์ได้ แสดงในเชิงคุณภาพ (nd = non-detectable)

3. ปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสที่ตรวจพบในเดือนกันยายน ในบริเวณแฟร์เวย์ที่อยู่ติดกับกรีน 6B มีค่ามากกว่าปริมาณที่ตรวจพบในบริเวณแฟร์เวย์ที่ติดกับที-ออฟของกรีน 8B, บริเวณแฟร์เวย์ของกรีน 2B ที่อยู่ไม่ติดกับบริเวณกรีนหรือที-ออฟใดๆ และบริเวณหลุมทรายของกรีน 3B ประมาณ 2, 5 และ 53 เท่าตามลำดับ

4. เมื่อกำหนดให้ค่า nd = 0 ปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสในดินที่ตรวจพบในเดือนกันยายนในแต่ละระดับความลึกทั้ง 4 สถานี มีค่า  $0.022 \pm 0.023$ ,  $0.012 \pm 0.010$  และ  $0.008 \pm 0.006$  มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามระดับความลึกของดินที่เก็บ

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวน หรือการวิเคราะห์ห่าเรเนียนส์ (analysis of variance) เปรียบเทียบปริมาณคลอไรด์ไฟรฟอสระหว่างความลึกของทุกสถานีและการเปรียบเทียบ

ปริมาณคลอไรไฟรฟอสทั้ง 4 สถานี ในทุกระดับความลึก ทั้ง 4 เดือน เมื่อ  $nd = 0$  ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่ปริมาณคลอไรไฟรฟอสเปรียบเทียบระหว่างเดือนทั้ง 4 เดือน ทุกระดับความลึก ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งที่ระดับ 95% และ 99%

6. ปริมาณคลอไรไฟรฟอสในดิน เปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์วาเรียนซ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ( $nd = 0$ ) ในแต่ละระดับความลึก ทั้ง 4 เดือน ของทุกสถานีเก็บตัวอย่าง มีความแตกต่างกันในแต่ละเดือน แต่ปริมาณคลอไรไฟรฟอสในแต่ละระดับความลึก ทั้ง 4 สถานี ของทุกเดือนที่เก็บตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างสถานี

7. ปริมาณคลอไรไฟรฟอสที่ตรวจพบในดินกับพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง (CEC, pH และ อินทรีย์วัตถุ) มีแนวโน้มว่าไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (เมื่อกำหนดให้ค่า  $nd = 0$ )

8. การเปรียบเทียบเพื่อดูแนวโน้ม การปนเปื้อนและตกค้าง ของปริมาณคลอไรไฟรฟอสในดิน ทุกระดับความลึก ทั้ง 4 สถานี ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว โดยการวิเคราะห์วาเรียนซ์ เมื่อให้  $nd = 0$  นั้น มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 และปริมาณคลอไรไฟรฟอสในแต่ละระดับความลึกของทุกสถานี ระหว่างฤดูฝนและฤดูหนาว ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เช่นกัน

9. สำหรับปริมาณคาร์บาริล ที่ตรวจไม่พบในดินทุกระดับความลึก ของทุกสถานีเก็บตัวอย่างทั้ง 4 เดือน ( แต่อาจมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำกว่า 0.001 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าที่เครื่องมือสามารถตรวจวัดได้อย่างแม่นยำ) เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า maximum allowable concentration (MAC) ของคาร์บาริลในดิน ซึ่งกำหนดโดยสหภาพโซเวียต (1973) มีค่าเท่ากับ 0.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จึงอาจสรุปได้ว่า ในช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษานี้ การปนเปื้อนและตกค้างของคาร์บาริลในดิน มีค่าในระดับที่ยังต่ำอยู่

10. การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนและตกค้าง ของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ ภายใต้วงมกอล์ฟใหม่เท่านั้น ข้อมูลที่ได้จะนำไปใช้เป็นแนวทางเพื่อการศึกษาในเรื่องนี้ต่อไปในอนาคต เมื่อสนามกอล์ฟแห่งนี้มีอายุมากขึ้น

## 6.2 ข้อเสนอนณะ

1. การตรวจพบคลอรีนไฟรฟอส ในปริมาณสูงสุดไม่เกิน 0.053 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่ระดับความลึกไม่เกิน 5 เซนติเมตร ในเดือนกันยายน ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างครั้งแรกเพียงเดือนเดียว และนอกนั้นอีก 3 เดือนที่เก็บตัวอย่างหลังจากนั้น ตรวจไม่พบอีกเลย รวมทั้งการตรวจไม่พบคาร์บาริลในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำการศึกษา น่าจะถือได้ว่าสนามกอล์ฟแห่งนี้ ยังมีการใช้คลอรีนไฟรฟอสและคาร์บาริลในปริมาณน้อยและไม่บ่อยครั้ง (ใช้อย่างไม่ต่อเนื่อง) รวมทั้งสนามกอล์ฟก็ยังมีอายุการใช้งานน้อย ดังนั้น ลักษณะและวิธีการใช้สารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ อาจจะเหมาะสมกับสนามกอล์ฟแห่งอื่น ที่มีอายุการใช้งานน้อยและอยู่ในช่วงเริ่มต้นเช่นเดียวกัน
2. ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการใช้ และปริมาณการตกค้างสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่น เพื่อหาอัตราการใช้สารเคมีเหล่านี้ที่เหมาะสมสำหรับสนามกอล์ฟ
3. จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ปริมาณน้ำฝนทั้ง 2 ฤดูที่ทำการศึกษามีผลต่อปริมาณการปนเปื้อนและการตกค้างของคลอรีนไฟรฟอสในดิน โดยจะทำให้เกิดการชะล้างคลอรีนไฟรฟอสจากบริเวณที่มีการใช้ ไปสู่บริเวณที่อยู่ใกล้เคียง และจากการศึกษาของ Morioka และ Cho (1992) พบว่าปริมาณสารเคมีทางการเกษตรชนิดต่างๆ ที่ใช้ในสนามกอล์ฟมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนที่ไหลบ่าลงมา ปริมาณสารเคมีเหล่านี้ในน้ำที่คำนวณได้จาก model ของปริมาณน้ำฝน กับปริมาณที่ตรวจวัดได้จากการเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์ มีความใกล้เคียงกันด้วยเหตุนี้ จึงควรมีการศึกษาทำนองเดียวกันนี้ เกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน กับปริมาณคลอรีนไฟรฟอสและคาร์บาริล โดยการนำ model ที่ได้ศึกษาไว้แล้วนี้มาคำนวณเปรียบเทียบกับปริมาณสารเคมีที่เก็บจากพื้นที่จริง ทั้งในดิน น้ำ และดินตะกอน
4. การศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มีแนวโน้มที่สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงจะถูกชะล้างลงสู่ระดับความลึกต่างๆ ในปริมาณที่ยังน้อยอยู่ เนื่องจากเป็นสนามกอล์ฟที่ยังใหม่มาก มีอายุประมาณ 1 ปี และเพิ่งจะเริ่มดำเนินการ และจากการศึกษาระดับน้ำใต้ดินภายในบริเวณสนามกอล์ฟพื้นที่พบว่ามีอยู่ระดับลึกถึง 50 เมตร ดังนั้น จึงเป็นสิ่งที่ค่อนข้างจะยืนยันได้ว่า ในระยะอันใกล้นี้ การปนเปื้อนและตกค้างของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ ในแหล่งน้ำใต้ดิน ยังจัดว่าปลอดภัยอยู่

5. เนื่องจากคลอโรไพริฟอสมีการสลายตัวในดิน ในเวลาประมาณ 60-120 วัน ส่วนคาร์บาริลสลายตัวในเวลา 30 วัน การเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ ควรขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการใช้สารเคมีเหล่านั้น รวมทั้งความสามารถของสารเคมีที่จะคงทนอยู่ในดินได้ เพราะถ้ากำหนดช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างเกินระยะเวลาที่สารเคมีจะคงทนอยู่ในดินได้นั้น สารเคมีดังกล่าวก็จะสลายตัวหมดไปในสภาพธรรมชาติเสียก่อน ทำให้ไม่สามารถระบุลงไปได้อย่างชัดเจนว่าไม่มีการปนเปื้อนและตกค้างของสารเคมีเกิดขึ้น เนื่องจากตรวจไม่พบสารเคมีดังกล่าว ดังนั้น จึงควรกำหนดระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างทุกๆ 7 วัน หลังจากที่มีการใช้สารเคมี จนกระทั่งเลยระยะเวลาการสลายตัว เพื่อดูอัตราการสลายตัวและการตกค้างของสารเคมีเหล่านี้ ซึ่งการศึกษาในลักษณะเช่นนี้ ทางสนามกอล์ฟควรจะรับนำมาดำเนินการเป็นอย่างยิ่ง

6. ปริมาณคลอโรไพริฟอสที่แตกต่างกันในแต่ละสถานี แสดงให้เห็นถึงการแพร่กระจายของสารเคมีที่แตกต่างกัน ดังนั้น จึงควรมีการศึกษาปริมาณคลอโรไพริฟอส รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่นที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ทั้งในแนวตั้งและแนวระดับ ตามทิศทางการแพร่กระจายของสารเคมี เพื่อดูว่ามีการแพร่กระจายไปได้มากน้อยเพียงใด เพราะอาจก่อให้เกิดผลกระทบได้ ในกรณีที่สนามกอล์ฟตั้งอยู่ติดกับลำรางสาธารณะ หรือแหล่งน้ำที่ประชาชนใช้อุปโภคและบริโภค ซึ่งถ้าเป็นเช่นนี้ ทางสนามกอล์ฟควรสร้างเครื่องกีดขวาง เช่น ปลูกหญ้า ต้นไม้ ใช้พืชน้ำ หรือสร้างบ่อดักไว้ก่อนที่จะลงสู่แหล่งน้ำใกล้เคียง

7. ควรมีการศึกษาผลิตผลที่เกิดจากการสลายตัว หรือการเปลี่ยนรูปของสารเคมีต่างๆ ที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ควบคู่กันไปด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันเกี่ยวกับความเป็นพิษของสารผลิตผลดังกล่าว ที่อาจจะเกิดขึ้นได้

8. ควรที่จะได้มีการศึกษา และติดตามตรวจสอบข้อมูลปริมาณสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ในสิ่งแวดล้อมเป็นระยะๆ เพื่อให้ทราบสภาพการณ์ที่เป็นจริง หรือแก้ไขได้ทันเวลาที่ ต่อปัญหามลพิษที่อาจจะเกิดขึ้นได้

9. ควรมีการกำหนดค่ามาตรฐานของสารเคมีทุกตัวที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ว่าควรจะมีอยู่ในสิ่งแวดล้อมแต่ละแหล่งในปริมาณมากน้อยเพียงใด เพราะการนำค่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดโดยต่างประเทศ มาเปรียบเทียบกับปริมาณที่ศึกษาในประเทศไทยเรา ทำให้ไม่สามารถสรุปได้แน่นอนว่า ปริมาณที่พบนั้นจัดอยู่ในระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและระบบนิเวศหรือไม่ เนื่องจาก

สภาพแวดล้อมของแต่ละประเทศไม่เหมือนกัน

10. ควรศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ต่อมมนุษย์

11. ควรศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของสารเคมีทั้ง 2 ชนิดนี้ รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่นๆ ที่ใช้ในสนามกอล์ฟ ต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ตลอดจนการตกค้างและการสะสมของสารเคมีเหล่านี้ในสิ่งมีชีวิตต่างๆ ด้วย

12. ควรศึกษาปริมาณการปนเปื้อนและการตกค้างของสารเคมีทั้ง 2 ชนิด รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่น ในบริเวณสนามกอล์ฟแห่งอื่นที่อยู่ใกล้เคียงกัน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

13. ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณการปนเปื้อนและตกค้างของสารเคมี 2 ชนิดนี้ รวมทั้งสารเคมีชนิดอื่นๆ ระหว่างสนามกอล์ฟที่มีอายุการใช้งานน้อย ปานกลาง และสนามกอล์ฟที่มีอายุการใช้งานมาก

