

บทที่ 6

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การแยกประเภทพีชไรต์ด้วยการวัดโพลาริเซชันของคลื่นกระเจิงได้แบ่งงานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. การศึกษาหลักการของระบบวัด เพื่อออกแบบ และสร้างระบบวัดโพลาริเซชันของคลื่นกระเจิง 2. การดำเนินการวัดคลื่นกระเจิงจากพีชไรต์ชนิดต่างๆ ที่สถานีทดลองพีชไร่ พระพุทธบาท จังหวัดสระบุรี และ 3. การวิเคราะห์ข้อมูลที่วัดได้เพื่อแยกประเภทพีชไร่

ระบบวัดโพลาริเซชันของคลื่นกระเจิงที่ศึกษาเป็นระบบวัดเสมือนเอกสถิติบนภาคพื้นดิน ที่มี โครงสร้าง 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1. ระบบจ่ายไฟฟ้า 2. เครื่องมือวัดและบันทึกผล และ 3. เสาจับสายอากาศ ซึ่งในแต่ละส่วนต้องออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานจริง โดยที่มีปัจจัยในการพิจารณา คือ ความถี่ ตำแหน่งของสายอากาศส่งและสายอากาศรับ และลักษณะของเป้าหมาย เมื่อนำระบบวัดที่สร้างขึ้นตามปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ไปวัดคลื่นกระเจิงของพีชไรต์ชนิดต่าง ๆ ที่สถานีทดลองฯ ระบบวัดนี้สามารถบันทึกข้อมูลโพลาริเซชันของคลื่นกระเจิงกลับได้ครบตามต้องการ และสามารถหาค่าองค์ประกอบทั้ง 4 ของเมทริกซ์การกระเจิงได้ ค่าองค์ประกอบทั้ง 4 นี้เป็น ตรีชนิเบื้องต้นเพื่อบอกความแตกต่างของพีชไรต์ชนิดต่าง ๆ การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทั้ง 4 ของเมทริกซ์การกระเจิงเพื่อแยกประเภทพีชไร่มี 5 วิธีคือ 1. การวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตและค่าความแปรปรวนของแต่ละองค์ประกอบ พบว่าค่าองค์ประกอบ S_{HH} มีความถูกต้อง 58 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง แยกไม่ได้ 2 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง แสดงความแตกต่างของพีชไร่ทั้ง 7 ชนิดได้ชัดเจนที่สุด 2. การวิเคราะห์ด้วยค่าเฉลี่ยเลขคณิตขององค์ประกอบ 2 องค์ประกอบร่วมกัน พบว่าเมื่อพิจารณากราฟ S_{HH} และ S_{VH} ร่วมกันสามารถแสดงความแตกต่างของข้อมูลจากพีชไรต์ชนิดต่างๆ ได้ชัดเจนที่สุดมีความถูกต้อง 68 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง และแยกไม่ได้ 1 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง 3. การวิเคราะห์ด้วยระดับชั้นการโพลาริเซชัน การวิเคราะห์นี้จะแสดงระดับพลังงานของการโพลาริเซชันของคลื่นที่กระเจิงกลับจากพีชไรต์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเมื่อพิจารณาการส่งด้วยแนว H และ V ร่วมกัน พบว่าสามารถแยกพีชไร่ได้ 5 ชนิดเท่านั้น มีความถูกต้อง 17 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง 4. การวิเคราะห์ด้วยวงรีของการโพลาริเซชัน พบว่าการพิจารณายนทรงกลมปวงการได้ด้วยระนาบ yz สามารถบอกความแตกต่างของข้อมูลพีชไรต์ชนิดต่าง ๆ ได้ชัดเจนที่สุดมีความถูกต้อง 51 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง และแยกไม่ได้ 8 ตำแหน่ง จาก 70 ตำแหน่ง 5. การวิเคราะห์ด้วยระยะห่าง

ระหว่างกลุ่มชั่วคราวเหมือนและกลุ่มชั่วคราว พบว่าการใช้ CXgap สามารถบอกความแตกต่างของพีชทั้งหมด 7 ชนิดได้ ซึ่งอาศัยการรู้จำของระบบ โครงข่ายประสาทสามารถแยกพีชไรได้ทั้งหมด มีความถูกต้องถึง 70 ตำแหน่งจาก 70 ตำแหน่ง แสดงตารางสรุปรวมการแยกประเภทพีชไรด้วยวิธีวิเคราะห์แบบต่าง ๆ ในตาราง 6.1

ตาราง 6.1 การแยกประเภทพีชไรด้วยวิธีวิเคราะห์แบบต่าง ๆ

การแยกประเภทพีชไร	ความถูกต้องของการแยกประเภทพีชไร (ตำแหน่ง)								แยกประเภทผิด (ตำแหน่ง)	แยกประเภทไม่ได้ (ตำแหน่ง)
	ข้าวโพด	ข้าวฟ่าง	ถั่วเหลือง	ถั่วเขียว	ฝ้าย	งา	ทานตะวัน	รวม		
ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนของ SHH	9	7	7	9	90	7	10	58	10	2
ค่าเฉลี่ยของ SHH และ SVH	9	10	10	9	10	10	10	68	1	1
ระดับชั้นการโฟลราไร	-	9	10	9	0	10	9	47	6	17
สถานะการโฟลราไร	6	10	3	10	7	8	9	51	11	8
ระยะห่างระหว่างกลุ่มชั่วคราวเหมือนและต่าง	10	10	10	10	10	10	10	70	0	0

ดังนั้นการแยกประเภทพีชไรทั้ง 7 ชนิด อันได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว งา ฝ้าย และทานตะวัน ด้วยวิธีการวัดโฟลราไรเซชันของคลื่นกระเจิงย่านความถี่ 3.3-4.2 GHz ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถือได้ว่าเป็นความสำเร็จ เพราะสามารถแยกพีชไรแต่ละชนิดออกจากกันได้ อย่างชัดเจน การวิเคราะห์ทั้ง 5 แบบอธิบายคุณค่าของข้อมูลแตกต่างกัน และมีความถูกต้องของการแยกประเภทพีชไรไม่เท่ากัน การวิเคราะห์ด้วยระยะห่างระหว่างกลุ่มชั่วคราวเหมือนและกลุ่มชั่วคราวให้ความถูกต้องมากที่สุด แต่ข้อมูลที่ใช้วิธีวิเคราะห์เป็นชุดของข้อมูลทั้งช่วงความถี่ ทำให้การจำแนกชนิดมีความยืดหยุ่นสูงกว่าการใช้วิธีอื่น ๆ ถ้าพิจารณาเฉพาะ 4 วิธีแรกพบว่าการใช้ค่าเฉลี่ยของ S_{HH} และ S_{VH} ร่วมกันให้ความถูกต้องมากที่สุด แต่วิธีนี้มีข้อเสียที่ไม่สามารถอธิบายพฤติกรรมของคลื่นที่กระเจิงกลับจากพีชไรได้ ซึ่งเมื่อเทียบกับการใช้ระดับชั้นการโฟลราไร หรือการใช้สถานะการโฟลราไร สามารถที่จะบอกโฟลราไรเซชันของคลื่นกระเจิงได้ ซึ่งอาจจะช่วยอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทางกายภาพของพีชไรกับคลื่นที่กระเจิงออกมา ดังนั้นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการวิเคราะห์เพื่อแยกประเภทพีชไรทั้ง 7 ชนิดอันได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง งา ทานตะวัน ฝ้าย ถั่วเหลือง และถั่วเขียว จึงขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งาน เพราะแต่ละวิธีให้ความถูกต้อง และอธิบายความหมายของกลุ่มข้อมูลไม่เหมือนกัน แต่ถ้าพิจารณาทั้งหมดพบว่าการใช้ระยะห่างระหว่างกลุ่มชั่วคราวเหมือน และกลุ่มชั่วคราว เป็นวิธีการวิเคราะห์ใหม่ที่น่าสนใจมากสำหรับปัญหาการแยกประเภท

ข้อสังเกตและข้อเสนอแนะ

1. การวัดคลื่นกระเจิงในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้การปรับเทียบด้วยแผ่นสะท้อนโดยที่สายอากาศส่งและรับอยู่ในกรณี HH การเปลี่ยนวิธีการปรับเทียบสามารถทำให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความหลากหลายมากขึ้น ซึ่งอาจจะช่วยให้การวิเคราะห์ง่ายขึ้น และลักษณะของกลุ่มข้อมูลอาจจะมีแนวโน้มใจมากขึ้นด้วย
2. ความชื้นในอากาศ ความชื้นในดิน อุณหภูมิ และความเร็วลมในขณะที่ทำการทดลองสามารถใช้เป็นข้อมูลเพื่อบอกสภาพทางกายภาพของพืชไร่ชนิดต่าง ๆ ได้ นอกจากนั้นค่าต่าง ๆ เหล่านี้ยังมีผลโดยตรงต่อคลื่นที่กระเจิงกลับ ซึ่งถ้าค่าเหล่านี้มีความแตกต่างกันมากย่อมทำให้คลื่นกระเจิงที่วัดได้มีผิดพลาดไปมาก
3. ในงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินการวัดพืชไร่แต่ละชนิดที่อายุเพียงอายุเดียวเท่านั้น ดังนั้นการวัดโพลาไรเซชันของคลื่นกระเจิงเพื่อแยกพืชไร่ที่ช่วงอายุต่างกันน่าจะให้ผลที่น่าสนใจเพราะลักษณะทางกายภาพของพืชไร่ที่อายุต่างกันมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งมีผลโดยตรงต่อคลื่นที่กระเจิงกลับ ทำให้สามารถบอกความแตกต่างของพืชไร่ที่ช่วงอายุต่าง ๆ กันได้
4. การประมวลผลด้วยค่าองค์ประกอบทั้งสี่ของเมทริกซ์การกระเจิงในงานนี้ พิจารณาที่ละองค์ประกอบ การพิจารณาค่าทั้งสี่พร้อมกันน่าจะใช้ในการแยกประเภทพืชไร่ได้
5. วัดพืชไร่ชนิดละ 10 ตำแหน่ง นับว่ายังมีน้อยไป ควรเพิ่มตำแหน่งในการวัดให้มากขึ้นเพื่อสร้างความน่าเชื่อถือให้กับกลุ่มข้อมูล และหาค่ากลางทางสถิติใกล้ค่าจริงมากขึ้น
6. ผลตอบเชิงความถี่ของพืชทุกชนิดมีลักษณะแกว่งเป็นคาบ ๆ คาบละเท่า ๆ กัน จึงที่จะใช้ค่านี้เป็นข้อมูลหนึ่งสำหรับวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับพืชไร่
7. พืชไร่แต่ละชนิดมีอายุของการเจริญเติบโตไม่เท่ากัน บางชนิดเพิ่งติดฝัก บางชนิดเก็บเกี่ยวได้ ในการวัดคลื่นกระเจิงควรพิจารณาปัจจัยนี้ด้วย
8. การใช้ระยะห่างระหว่างกลุ่มข้าวเหมือน และกลุ่มข้าวต่าง ในการแยกประเภทพืชไร่ของงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้ดีที่สุด แต่จำนวนตำแหน่งน้อย และมีส่วนเผือกว่างมาก จึงควรทำการศึกษาทั้งทางทฤษฎี และการทดลองเพื่อให้เกิดประโยชน์ที่สุดในการแยกประเภท