

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ



5.1 สรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัยพอสรุปตามขั้นตอนได้ดังนี้

5.1.1 การหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกักตัวของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากก๊าซเรคอนบนฟิล์มเซลลูโลสในเกรท โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 10 % เพื่อให้ได้ความหนาแน่นรอยสูงสุด (maximum track density) ในหัวข้อ 4.4 ได้ผลสรุปดังนี้คือ

ที่อุณหภูมิ	40 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา	7	ชั่วโมง
ที่อุณหภูมิ	50 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา	2	ชั่วโมง
ที่อุณหภูมิ	60 องศาเซลเซียส	ใช้เวลา	40	นาที

เมื่อเปรียบเทียบความหนาแน่นรอยที่ได้จากการกักตัวที่อุณหภูมิ 40, 50 และ 60 องศาเซลเซียส แล้ว พบว่าไม่มีความแตกต่างกันให้เห็น ดังนั้นการวิจัยต่อ ๆ ไปจึงเลือกใช้การกักตัวที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสเนื่องจากใช้ระยะเวลาสั้น สำหรับการกักตัวที่อุณหภูมิสูงกวานี้ ได้ทำการทดลองที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าการกักตัวเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์มีการระเหยมาก ทำให้ความเข้มข้นผิดไปจึงไม่ทำการวิจัยต่อ

ลักษณะของกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากก๊าซเรคอน กับระยะเวลาในการกักตัวที่อุณหภูมิทั้งสามในรูปแบบที่ 4.4, 4.5 และ 4.6 มีลักษณะคล้ายกัน คือ เมื่อใช้เวลาน้อยความหนาแน่นรอยจะน้อย เมื่อเพิ่มระยะเวลาความหนาแน่นรอยจะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่ง ความหนาแน่นรอยจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ แล้วจึงค่อย ๆ ลดลง

อธิบายไว้ว่าในตอนแรกเมื่อใช้ระยะเวลา น้อย รอยที่อยู่ลึกยังไม่ถูกกักขายทำให้มองไม่เห็น เมื่อเพิ่มเวลาดำรอยที่อยู่ลึกเหล่านี้จะถูกกักขาย ทำให้มองเห็น ส่วนรอยที่อยู่ตื้นถูกกักขาย เลื่อนออกไปน้อย เมื่อเทียบกับรอยที่ปรากฏขึ้นใหม่ ความหนาแน่นรอยจึงเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่ม เวลาต่อไปอีก จำนวนรอยที่ปรากฏขึ้นใหม่ต่อจำนวนรอยที่ถูกกักขายเลื่อนออกไปมีค่าลดลง การ เพิ่มขึ้นของความหนาแน่นรอยจึงเพิ่มขึ้นๆ จนกระทั่งได้ความหนาแน่นรอยมากที่สุด หลังจาก นั้นเมื่อเพิ่มเวลาในการกักขาย จำนวนรอยที่ปรากฏขึ้นใหม่จะมีค่าน้อยกว่าจำนวนรอยที่ถูกขยับ เลื่อนออกไป ความหนาแน่นรอยจึงมีค่าลดลงตามลำดับ

สำหรับการกักขายของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากกาซเรดอนนั้น เลือกใช้สารละลาย โซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ผลการวิจัยซึ่งแสดงไว้ในตาราง ที่ 4.6 และ กราฟในรูปที่ 4.9 จะเห็นว่าในระยะแรกอัตราการเพิ่มขึ้นของความหนาแน่น รอยมีค่าสูง เมื่อเพิ่มระยะเวลาในการกักขาย ทั้งนี้เพราะอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากกาซเรดอน มีพลังงานสูงกว่าอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากกาซเรดอน ดังนั้นรอยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดขึ้นโดย เฉลี่ยจึงมีความลึกมากกว่า ทำให้จำนวนรอยที่ถูกกักขายเลื่อนออกไปมีน้อย อัตราส่วนระหว่าง จำนวนรอยที่ปรากฏขึ้นใหม่ต่อจำนวนรอยที่ถูกกักขายเลื่อนออกไปมีค่าสูง และหลังจากระยะเวลา 30 นาที ไป อัตราส่วนระหว่างจำนวนรอยที่ปรากฏขึ้นใหม่ต่อจำนวนรอยที่ถูกกักขายเลื่อนออก ไป มีค่าลดลงๆ ทำให้ความหนาแน่นรอยค่อย ๆ ลดลง

ผลการวิจัยขั้นต้นสรุปได้ว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 % อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 40 นาที ในการล้างฟิล์มเซลลูโลสไนเตรท เพื่อ ใช้งาน สำหรับการสำรวจยูเรเนียม และธอเรียม

5.1.2 การหาความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอยของอนุภาคอัลฟา ที่เกิดจากกาซ เรดอนกับปริมาณของยูเรเนียมและเรเดียมในหัวข้อ 4.5 แสดงให้เห็นว่าความหนาแน่นรอย เป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณยูเรเนียมและเรเดียม ความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับปริมาณเรเดียมปรากฏว่า เป็นไปแบบเชิงเส้น จากการทดสอบสมมติฐานเชิงเส้นโดยค่าสัม - ประสิทธิ์สัมพันธ์เท่ากับ 0.9944 แสดงว่ามีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นดีมาก สำหรับความ

สัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นรอย กับปริมาณยูเรเนียมนั้น เนื่องจากแร่ยูเรเนียมมาตรฐานที่
ใช้มีเพียง 3 ชนิด ดังนั้นจึงใช้ข้อมูลจากการวิจัยเพียง 3 จุด จึงไม่ได้ออกสอบสัมพันธ์
แต่แสดงให้เห็นชัดเจกว่า ความหนาแน่นรอยเป็นปฏิภาคตรงกับปริมาณยูเรเนียมเช่นเดียวกัน
หมายความว่า การตรวจวัดกาซเรคอนกวยด้วยสารยูเรเนียมแบบแทรก-เอทซ์ สามารถบอก
ความแตกต่างของปริมาณ หรือความเข้มข้นของยูเรเนียมได้

5.1.3 การวิจัยเพื่อศึกษาความสามารถของถวดยสารยูเรเนียมแบบแทรก-เอทซ์ ใน
การหาค่าแห่งยูเรเนียมที่ฝังไว้ในถวดยในหัวข้อ 4.6 แสดงให้เห็นว่าถวดยสารยูเร-
เนียมแบบแทรก-เอทซ์ สามารถบอกค่าแห่งของยูเรเนียมได้ถูกต้องเช่นเดียวกับอัลฟาไม-
เตอร์ จุดที่ตรวจวัดกาซเรคอนไคมากที่สุด คือจุดที่อยู่เหนือตำแหน่งของถวดยยูเรเนียมที่ฝัง
ไว้พอดี และบริเวณรอบ ๆ ปริมาณกาซเรคอนที่ตรวจวัดไคมีค่าลดลงไปตามระยะห่างจากถว-
ยแร่ ดังข้อมูลที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.9 ผลการวิจัยชี้แนวทางให้เห็นว่าถวดยสารยูเรเนียม
แบบแทรก-เอทซ์ สามารถบอกค่าแห่งของถวดยยูเรเนียม (uranium ore body) ที่อยู่
ลึกได้ รวมทั้งการกระจายตัวของถวดย ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการเจาะสำรวจ

5.1.4 การตรวจวัดกาซเรคอนบริเวณผิวหินในพื้นที่บางแห่งถวดยสารยูเรเนียมแบบ
แทรก-เอทซ์ ได้ค่าความหนาแน่นรอยส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 2-7 รอย/มม.²·วัน ดังแสดงใน
ตารางที่ 4.10 สำหรับบริเวณที่ทำการตรวจวัดได้ค่าความหนาแน่นรอยสูง โดยเฉพาะอย่าง-
ยิ่ง ที่อำเภอเมือง จังหวัดศรีสะเกษ ได้ค่าความหนาแน่นรอยสูงถึง 70.92 รอย/มม.²·วัน นับว่า
เป็นบริเวณที่น่าสนใจมาก ถวดยจะมียูเรเนียมหรือธอเรียม จากการนำดินบริเวณดังกล่าว
และบริเวณใกล้เคียง ซึ่งเป็นดินแดง มาทำการตรวจหายูเรเนียมและธอเรียมด้วยวิธีแกมมา-
สเปกโตรมิทรี ปรากฏว่าไม่พบยูเรเนียมและธอเรียม จึงคาดว่าไม่มียูเรเนียม หรือธอเรียม
อยู่ลึกลงไป สำหรับบริเวณที่ตรวจวัดได้ค่าความหนาแน่นรอยสูงประมาณ 14 รอย/มม.²·วัน
ขึ้นไป นับว่าอยู่ในข่ายที่น่าสนใจ

อนึ่งจากผลการวิจัยของ Khan และคณะ (26) ในการตรวจวัดกาซเรคอนในดิน

บริเวณพื้นที่บางแห่งในประเทศปากีสถาน ด้วยวิธีแทรก-เอทซ์ เพื่อหาค่าภูมิหลัง โคคาความหนาแน่นรอยบนฟิล์มเซลลูโลสในเทรทอยู่ระหว่าง 1-7.8 รอย/มม.² วัน ซึ่งนับว่าเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับที่ได้จากการวิจัยนี้

จากการฝังด้วยสารวิจัยเรเนียมเพื่อตรวจจักษุภาพเรคอนในดิน พบปัญหาที่สำคัญอยู่ 2 ประการคือ ประการแรกพื้นที่เป็นหลุม เช่น ในกรุงเทพฯ การขุดหลุมลึกลงไป 75 เซนติเมตร ทำให้มีน้ำในหลุมมาก จึงเป็นอุปสรรคในการตรวจจักษุภาพเรคอน ประการที่สองในพื้นที่ทั่วไปมีความชื้น การฝังด้วยไว้นานทำให้กรอบสไลด์กระดาษซึ่งใส่ยัติเคมีไว้นี้ด้วยสารวิจัย และเปื่อย เป็นเหตุให้ฟิล์มหลุดออกจากกรอบสไลด์กระดาษ และยังพบว่ากรอบสไลด์บางอันมีราขึ้นมาก ต่อมาจึงได้ทดลองแก้ปัญหาด้วยการติดฟิล์มเข้ากับก้นด้วยสารวิจัยโดยตรง โดยใช้กาวพลาสติกติดเฉพาะบริเวณมุมทั้งสี่ของฟิล์มเท่านั้น เพื่อความสะดวกในการแกะฟิล์มออก ปรากฏว่าสามารถแก้ปัญหาดังกล่าวไปได้ และฟิล์มก็ติดกับด้วยแน่นดี จากการทดสอบโดยนำด้วยซึ่งติดฟิล์มด้วยกาวพลาสติกดังกล่าวไปแช่น้ำไว้ 1 สัปดาห์ พบว่าฟิล์มยังติดยึดแน่นดีมาก

5.1.5 การวิจัยเพื่อศึกษาการฟุ้ง ของก๊าซเรคอนเป็นเพียงการศึกษาความสามารถของก๊าซเรคอนในการฟุ้ง ผ่านทรายแห้ง ความหนาต่าง ๆ กัน ในถังซึ่งมีขนาดจำกัด ผลการตรวจจักษุภาพเรคอนด้วยอัลฟามีเตอร์ และด้วยสารวิจัยเรเนียมแบบแทรก-เอทซ์ ได้ผลใกล้เคียงกันดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.11 และกราฟในรูปที่ 4.13 ผลการวิจัยพบว่าในระยะแรกอัตราการลดลงของก๊าซเรคอนเป็นไปอย่างรวดเร็ว ต่อมาอัตราการลดลงของก๊าซเรคอนต่ำกว่าในตอนแรก การที่เป็นเช่นนี้อธิบายได้ว่าเนื่องจากถังใส่ทรายมีความกว้างจำกัด เมื่อก๊าซเรคอนฟุ้ง ขึ้นมาถึงระยะหนึ่งแล้ว จึงทำให้ก๊าซเรคอนฟุ้ง ขึ้นมาทางคานมนเพิ่มขึ้นกว่าปกติ เพราะไม่สามารถฟุ้งออกไปทางคานข้าง

การฟุ้ง ของก๊าซเรคอน ในดินตามธรรมชาติขึ้นอยู่กับปัจจัย (15), (38) ที่สำคัญ คือ อุณหภูมิ ความกดอากาศ ความชื้นของดิน และชนิดของดิน เป็นต้น ดังนั้นปริมาณ

ตารางที่ 5.1.

เปรียบเทียบความไวของถ้วยสำรวจยูเรเนียมแบบเทรค-เอทซ์ กับอัลฟามีเตอร์
ในการตรวจวัดกากขเรคอน
(ใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยในหัวข้อที่ 4.8 ตารางที่ 4.11)

ลำดับที่	อัลฟามีเตอร์ (จำนวนนับ/มม. ² ·วัน)	ถ้วยสำรวจยูเรเนียมแบบเทรค-เอทซ์ (จำนวนรอย/มม. ² ·วัน)
1	2037.20	2567.04
2	350.39	362.39
3	148.04	232.63
4	52.08	71.19
5	30.76	59.94
6	13.80	27.63

กาชเรคตอนในดินจึงมีความแปรปรวนตามปัจจัยดังกล่าว การตรวจวัดกาชเรคตอนในช่วงระยะเวลาสั้นจะช่วยแก้ปัญหาความแปรปรวนในผลที่จะได้จากการตรวจวัดได้มาก (37)

จากการเปรียบเทียบข้อมูลซึ่งได้จากการวิจัยเกี่ยวกับการตรวจวัดกาชเรคตอน ที่พุ่งกระจายตามทรายควายอัลฟามีเตอร์ และด้วยสำรวจยูเรเนียมแบบแทรก-เอเทซพบว่าความไว (sensitivity) ในการตรวจวัดกาชเรคตอนของด้วยสำรวจยูเรเนียมที่ใช้ในการวิจัยนี้สูงกว่าความไวของอัลฟามีเตอร์ โดยเปรียบเทียบจากจำนวนรอยที่เกิดบนฟิล์มเซตดูโลสในเครื่องทอหน่วยพื้นที่ฟิล์มต่อหน่วยเวลากับจำนวนนับ (count) ต่อหน่วยเวลาที่วัดได้จากอัลฟามีเตอร์ กิคต่อหน่วยพื้นที่ของหัววัด (พื้นที่หัววัดรังสีอัลฟาของอัลฟามีเตอร์ = 400 มม.^2) ผลการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 5.1 อย่างไรก็ตามในการตรวจวัดกาชเรคตอนด้วยอัลฟามีเตอร์จะใช้ระยะเวลาสั้นกว่า เนื่องจากอัลฟามีเตอร์บอกจำนวนนับออกมาเป็นค่ารวมของอนุภาคอัลฟา ที่มีโคมแพนที่หัววัดทั้งหมด อย่างไรก็ตามการที่ด้วยสำรวจยูเรเนียมแบบแทรก-เอเทซ ต้องใช้เวลานาน กลับเป็นผลดีในการที่จะแก้ความแปรปรวนของปริมาณกาชเรคตอนในช่วงเวลาสั้น ๆ ได้ (37)

การวิจัยที่ผ่านมาทั้งหมด นี้ว่าประสบผลสำเร็จมากพอสมควร ด้วยสำรวจยูเรเนียมที่ใช้ในงานวิจัยสามารถนำไปใช้ในงานภาคสนามได้จริง ๆ อย่างมีประสิทธิภาพ และทนทานต่อสภาวะแวดล้อม ทั้งยังสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการสำรวจวิธีอื่นด้วย

5.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้การสำรวจยูเรเนียมและซีโอเรียม ด้วยด้วยสำรวจแบบแทรก-เอเทซ ขยายขอบเขต และประสิทธิภาพให้สูงขึ้น ควรจะได้มีการศึกษาเพิ่มเติมในหัวข้อเรื่องต่อไปนี้

5.2.1 ศึกษาเรื่องการพุ่ง ของกาชเรคตอน และกาชโรตอน ในตัวกลางชนิดต่าง ๆ อย่างละเอียด รวมทั้งปัจจัย (factor) ที่มีอิทธิพลต่อการพุ่ง ของกาชทั้งสองชนิดดังกล่าว การศึกษาคควรจำลองแบบให้เหมือนในธรรมชาติมากที่สุด เพื่อที่จะได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงความเป็นจริง ผลการศึกษาทดลองดังกล่าวนี้จะเป็นแนวทางในการบอกความเข้มข้น และความลึก ของ

ตัวแ

5.2.2 ศึกษาความแตกต่างระหว่างรอยของอนุภาคอัลฟาที่เกิดจากก๊าซเรคอน และก๊าซโรทรอน เพื่อแยกความแตกต่างระหว่างเรเนียม และเรซอเรียม

5.2.3 ศึกษาหาวิธีนับรอยบนฟิล์มให้สะดวก และรวดเร็วยิ่งขึ้นกว่าการนับรอยด้วยกล้องจุลทรรศน์ ในขณะที่ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กำลังศึกษาวิจัยการนับรอยบนฟิล์มด้วยสปาร์ค เคาน์เตอร์

5.2.4 ทำการฝังด้วยสารเรเนียมในพื้นที่ต่าง ๆ ทุกจังหวัดทั่วประเทศไทย เพื่อศึกษาคุณภาพของความหนาแน่นรอย ที่ปรากฏบนฟิล์มเซลลูโลสในเกรท และคูริเวทที่น่าสนใจ

5.2.5 ศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้ด้วยสารเรเนียมแบบแทรก-เอทซ์ ในการตรวจวัดก๊าซเรคอน เพื่อหาแหล่งน้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ (39)