บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

การนับรังสีตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำ ต้องใช้เวลาในการนับรังสีนานเพื่อให้ความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ซึ่งการวิจัยพบว่าตัวอย่างน้ำที่มีความเข้มข้นตริเตียมอยู่ในระดับต่ำประมาณ 2 - 5 TU จะต้องใช้เวลานับรังสีไม่ต่ำกว่า 2000 นาทีต่อตัวอย่าง เพื่อให้ความคลาดเคลื่อนอยู่ในระดับไม่เกิน 2 SD. การนับรังสีตัวอย่างในแต่ละชุดซึ่งมีตัวอย่างรวมประมาณ 24 - 27 ตัวอย่าง จำเป็นต้องจัดการนับรังสีเป็นรอบ (cycle) โดยยังคงเวลาในการนับรังสีไว้ที่ 2000 นาที โดยใช้เวลานับรังสีตัวอย่างละ 100 นาที ซ้ำกัน 20 ครั้ง

สาร Liquid Scintillator ที่เหมาะสมในการวัดรังสีตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำ ซึ่งต้องมีคุณสมบัติที่เหมาะสม คือใช้ผสมได้กับตัวอย่างน้ำปริมาณสูง (high quantity sample loaded) และมีสภาพคงตัว (stable) ในสิ่งแวดล้อมที่นับรังสีตลอดช่วงเวลาของการนับรังสี ซึ่งในการวิจัยพบว่า Ultima gold LLT และ Zinsser Quicksafe 400 เป็น scintillator ที่เหมาะสมต่อการนับรังสีตริเตียมระดับต่ำ ซึ่งมีสภาพคงตัวที่อุณหภูมิของการนับรังสี (15 องศาเซลเซียส) ตลอดช่วงเวลาการนับรังสี 30 วัน มีประสิทธิภาพการนับรังสีสูงประมาณ 22 - 23 % และให้แบคกราวด์ต่ำประมาณ 0.50 - 0.60 cpm

การตรวจสอบ Memory Effect ของชุด Electrode & Electrolytic Cell ในระบบการเพิ่มความเข้มข้นตริเตียมเทคนิคอิเล็กโตรลิซีส รวมจำนวน 8 ชุดอย่างต่อเนื่อง พบร่องรอยของ Memory Effect ซึ่งอาจทำให้ผลการวัดปริมาณตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ จากการตรวจสอบโดยใช้ตัวอย่างน้ำที่คาดว่าเป็นน้ำปราศจากตริเตียม (tritium free water) พบว่าหลังจากผ่านการเพิ่มความเข้มข้นและนับรังสี คำนวณปริมาณ Tritium Content ได้ประมาณ 0.1 - 0.4 TU ได้ทำการตรวจสอบโดยส่งตัวอย่างนี้ไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการตริเตียม สถาบัน Institute of Geological & Nuclear Science ประเทศนิวซีแลนด์ ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการระดับสากล และได้รับการยอมรับจากทบวงการปรมาณูระหว่างประเทศ

(IAEA) ยืนยันผลว่าตัวอย่างน้ำนี้ไม่เป็น Tritium free water และวัดปริมาณ Tritium Content ได้เท่ากับ 0.13 ± 0.02 TU

การวัดปริมาณตริเตียมในน้ำบาดาล จากตัวอย่างน้ำบาดาลจำนวนรวม 17 ตัวอย่าง ซึ่งเก็บจากแหล่งน้ำบาดาลในจังหวัดขอนแก่น 12 ตัวอย่าง และนครศรีธรรมราช 5 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างน้ำบาดาลมีปริมาณ tritium content อยู่ในช่วงระหว่าง 0.0 - 4.1 TU จากการเปรียบเทียบพบว่าส่วนใหญ่ตัวอย่างน้ำจากจังหวัดขอนแก่นมี Tritium Content อยู่ในระดับต่ำกว่า 1.0 TU ซึ่งพอจะอนุมานในเบื้องต้นได้ว่า น้ำบาดาลในจังหวัดขอนแก่นส่วนใหญ่จะเป็นน้ำเก่า คือเป็นน้ำที่ถูกกักเก็บอยู่ใต้ดินเป็นเวลานานโดยแหล่งน้ำบาดาลดังกล่าวไม่ได้รับน้ำจากน้ำฝนโดยตรง โดยอาจจะซึมผ่านชั้นดินแต่ละชั้นซึ่งใช้เวลายาวนานกว่าจะไหลลงไปอยู่ในชั้นน้ำบาดาลดังกล่าว ซึ่งแสดงว่าอัตราการเติมของแหล่งน้ำบาดาลนั้นต่ำมาก หากมีการสูบน้ำไปใช้มากเกินกว่าอัตราการเติมก็จะส่งผลให้บ่อบาดาลแห้งและมีปัญหาอื่นตามมา เช่นแผ่นดินทรุด พิจารณาบ่อน้ำบาดาล THK-30 พบว่า มีปริมาณ Tritium Content เท่ากับ 4.1 TU ซึ่งเป็นค่าที่อยู่ในช่วงเดียวกันกับน้ำฝน จึงสันนิฐานได้ว่าแหล่งน้ำนี้ได้รับน้ำโดยตรงจากน้ำฝน เมื่อเปรียบเทียบระดับความลึกชั้นน้ำของบ่อบาดาลจะพบว่า THK-30 จะมีความลึกของชั้นน้ำตื้นที่สุดเท่ากับ 18 เมตร (ช่วง Screen รับน้ำ 18-34 เมตร) เทียบกับ THK-09 มีความลึกชั้นน้ำตื้นที่สุดเท่ากับ 36 เมตร พบปริมาณ Tritium Content เท่ากับ 0.7 TU พบว่าแนวโน้มชั้นน้ำระดับลึกจะมีปริมาณ Tritium Content ต่ำกว่าชั้นน้ำระดับตื้น สำหรับ THK-28 มีระดับความลึกของชั้นรับน้ำตื้นที่สุดเท่ากับ 24 เมตร พบ Tritium Content เท่ากับ 0.1 TU ซึ่งเท่ากับขีดจำกัดของการตรวจวัด แสดงว่าชั้นน้ำนี้เป็นน้ำที่เก่ามาก ซึ่งอาจมีอัตราการเติมต่ำมากหรืออาจเป็นแหล่งน้ำที่ถูกกักเก็บแบบถาวร คือถูกปิดกั้นด้วยดินเหนียวไม่มีการเติมจากแหล่งน้ำอื่นใดได้อีก ประเมินอายุของแหล่งน้ำนี้ได้มากกว่า 70 ปีขึ้นไป (โดยการประมาณว่า Origin ของน้ำมาจากน้ำฝนที่มี Tritium Content เท่ากับ 5 TU) ส่วน THK-45 ประกอบด้วยชั้นน้ำ 2 ชั้น ซึ่งทำให้เกิดการผสม (Mixing) กันระหว่างชั้นน้ำ ทำให้วัดปริมาณ Tritium Content ได้เท่ากับ 2.4 TU

การวัดปริมาณตริเตียมในน้ำฝน โดยเก็บตัวอย่างน้ำฝนจำนวนรวม 17 ตัวอย่าง จาก 9 จังหวัด พบว่าตัวอย่างน้ำฝนมีปริมาณ tritium content อยู่ในช่วงระหว่าง 2.0 - 22.1 TU เมื่อพิจารณาเฉพาะน้ำฝนที่เก็บจากนอกเขตกรุงเทพและปริมณฑล จะพบว่ามีปริมาณ Tritium Content อยู่ระหว่าง 2 - 4 TU โดยที่จังหวัดชลบุรี มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 2.0 TU และมีค่าสูงสุดที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี เท่ากับ 4.2 TU ส่วนในกรุงเทพและปริมณฑล พบว่าเขตธนบุรี มี Tritium Content ต่ำที่สุดเท่ากับ 2.9 TU และที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ เขตจตุจักร มีค่าสูงสุดเท่ากับ 22.1 TU

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่พบ Memory Effect ในระบบ ซึ่งอาจจะทำให้การวัดปริมาณตริเตียมในตัวอย่างน้ำคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงได้ ดังนั้นจำเป็นจะต้องดำเนินการวิเคราะห์ที่มาของ Memory Effect ให้ชัดเจน สาเหตุแท้จริงอาจมาจากการ Contamination จากอากาศในสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้เนื่องจากห้องปฏิบัติการวิจัยตั้งอยู่ภายในสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ซึ่งเป็นศูนย์รวมของกิจกรรมด้านนิวเคลียร์ เช่นเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณูวิจัย การกำจัดกากกัมมันตรังสี และงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งทำให้บรรยากาศบริเวณห้องปฏิบัติการวิจัยมีความเข้มข้นของไอโซโทปรังสีหลายชนิดอยู่ในระดับสูงกว่าธรรมชาติ ซึ่งอาจทำให้มีผลกระทบต่องานวิจัยการวัดปริมาณตริเตียมระดับต่ำได้ สังเกตุได้จากการวัดปริมาณตริเตียมในน้ำฝนที่เก็บตัวอย่างจากดาดฟ้าของอาคารทำการ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พบว่ามีปริมาณ Tritium Content สูงกว่าที่พบในน้ำฝนที่เก็บจากบริเวณนอกเขตกรุงเทพและปริมณฑลถึง 5 เท่า

เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงผลของ Memory Effect เนื่องจากการใช้ Electrode & Electrolytic Cell ที่ใช้เพิ่มความเข้มข้นกับ Spike จึงไม่ควรนำ Electrode & Electrolytic Cell ชุดดังกล่าวไปใช้เพิ่มความเข้มข้นกับตัวอย่างที่คาดว่ามี Tritium Content ระดับต่ำ เช่น น้ำบาดาล ใน Batch ที่ต่อเนื่องกัน โดยหลีกเลี่ยงไปใช้เพิ่มความเข้มข้นกับตัวอย่างที่มี Tritium Content สูง เช่น น้ำฝน ซึ่งสามารถลดผลกระทบการ Memory Effect ได้ในระดับหนึ่ง

การวัดปริมาณตริเตียมในน้ำฝน พบว่าโดยทั่วไปมีค่าอยู่ระหว่าง 2 - 4 TU แต่พบความเข้มข้นตริเตียมมีค่าสูงกว่าปกติจากตัวอย่างที่สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ และปริมณฑลใกล้เคียง อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณตริเตียมในน้ำฝนที่เก็บจากบริเวณดังกล่าวอาจปนเปื้อนตริเตียมที่ปลดปล่อยมาจากกิจกรรมภายในสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ดังนั้นตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณที่มีกิจกรรมด้านนิวเคลียร์อาจจะไม่พิจารณาเป็นตัวแทนของน้ำฝนจากธรรมชาติ

ผลการวิจัยในครั้งนี้เป็นแนวทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบให้ได้มาตรฐานสากล เพื่อสามารถที่จะทำการวัดปริมาณตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำจากธรรมชาติได้ภายในประเทศ ไม่ต้องส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์ที่ต่างประเทศดังที่เคยปฏิบัติ และจะเป็นประโยชน์ต่อกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับน้ำ ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อประเทศชาติ