บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

น้ำ (water) เป็นสสารที่มีความสำคัญมากที่สุดอย่างหนึ่งของสิ่งมีชีวิตทั้งมวล โลกมีพื้นผิวที่เป็นน้ำอยู่ถึง 70 % ของพื้นผิวโลกทั้งหมด โดยอยู่ในสภาพน้ำเค็มในทะเลและมหาสมุทรร้อยละ 97 อยู่ในสภาพน้ำจืดในรูปของภูเขาน้ำแข็งและน้ำใต้ดินเพียงร้อยละ 3 มีเพียงร้อยละ 0.001 เท่านั้นที่อยู่ในสภาพน้ำจืดบนผิวดินที่มนุษย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ โดยเฉลี่ยแล้วในแต่ละวันจะมีฝนตกลงในทะเลและมหาสมุทรประมาณ 775,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และตกลงบนพื้นแผ่นดินประมาณ 265,000 ล้านลูกบาศก์เมตร

น้ำแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ น้ำฝน น้ำผิวดินหรือน้ำท่า และน้ำใต้ดินหรือน้ำบาดาล ประเทศไทยมีปริมาณน้ำฝนตกในประเทศทั้งหมดเฉลี่ยประมาณ 1,700 มิลลิเมตรต่อพื้นที่ 1 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นปริมาณน้ำประมาณปีละ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำดังกล่าวส่วนใหญ่สูญเสียไปกับการระเหยกลับขึ้นไปสู่ชั้นบรรยากาศ การซึมลงสู่ใต้ดินที่มีลักษณะพรุน รวมทั้งการดูดซึมของพืช ที่เหลือจะกลายเป็นน้ำผิวดินหรือน้ำท่าไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง อ่างเก็บน้ำและทะเลประมาณปีละ 219,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำฝนในตลอดทั้งปีดังกล่าวจะมีปริมาณมากในช่วงฤดูฝนถึงร้อยละ 80 ซึ่งมีระยะเวลาเพียงประมาณ 3-4 เดือนเท่านั้น ในฤดูแล้งที่มีระยะเวลายาวนานกว่า 6 เดือน จะมีปริมาณฝนตกไม่เกินร้อยละ 30 ก่อให้เกิดความไม่สมดุลย์ของน้ำใช้ ปริมาณน้ำที่มีอยู่เหล่านี้มีแนวโน้มลดลงทุกขณะ เนื่องจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป หน้าฝนร่นระยะเวลาสั้นขึ้น และหน้าแล้งยาวนานขึ้น สถิติในปี พ.ศ. 2533 ระบุว่าประเทศไทยมีการใช้น้ำในปริมาณ 43,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ในจำนวนนี้เป็นน้ำสำหรับการบริโภคในบ้านเรือนจำนวน 2,000 ล้านลูกบาศก์เมตร ใช้ทางด้านอุตสาหกรรม 1,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และใช้ทางด้านการเกษตรกรรม 40,000 ล้านลูกบาศก์เมตร และคาดคะเนว่าในอีก 20 ปีข้างหน้า ความต้องการใช้น้ำจะเพิ่ม

มากขึ้นถึง 4 เท่าตัว ซึ่งจะเป็นปัญหาสำคัญยิ่ง เนื่องจากปัจจุบันปริมาณที่มีอยู่เป็นน้ำต้นทุนมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็ว

แหล่งน้ำใต้ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีคุณค่ายิ่ง สามารถนำไปใช้ในการแก้ปัญหาการขาดแคลนน้ำได้ โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ น้ำใต้ดินระดับตื้น (soil water) เป็นชั้นน้ำที่อยู่ระดับตื้นเป็นโซนสัมผัสอากาศ น้ำในชั้นนี้สูบขึ้นมาใช้มากก็จะแห้ง หรืออาจไม่มีน้ำในฤดูแล้ง ประเภทที่ 2 คือน้ำบาดาล ซึ่งเป็นน้ำในชั้นหิน ซึ่งทุกอณูอิ่มตัวไปด้วยน้ำ-ไอน้ำ (Saturated Zone) น้ำบาดาลยังแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แหล่งน้ำในหินร่วน (Unconsolidated Rocks) ซึ่งน้ำจะถูกขังเก็บในช่องว่างของหินร่วน ได้แก่ พวกกรวด ทราย และถูกปิดกั้นด้วยดินเหนียวหรือดินปนทราย แหล่งน้ำบาดาลชนิดนี้ให้ปริมาณน้ำมาก เช่นแหล่งน้ำหินร่วนในแอ่งเชียงใหม่ แอ่งพะเยา แอ่งลำปาง แอ่งเชียงราย และแหล่งน้ำในลุ่มเจ้าพระยาตอนบนตั้งแต่ นครสวรรค์ ถึง สุโขทัย โดยเฉพาะแหล่งน้ำในหินร่วนภาคกลางตอนใต้หรือลุ่มเจ้าพระยาตอนใต้ ตั้งแต่จังหวัดชัยนาทจนถึงปากแม่น้ำเจ้าพระยา เคยสามารถสูบออกมาใช้ได้ในอัตราสูงถึง 300 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง แต่ในปัจจุบันสูบได้ในอัตรา 100 - 250 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง น้ำบาดาลชนิดที่สองคือแหล่งน้ำบาดาลในหินแข็ง (Consolidated Rocks) ซึ่งจะได้น้ำจากรอยแยก รอยแตก รอยต่อ หากเจาะบ่อพบรอยแตกขนาดใหญ่และเป็นแถบต่อเนื่องกันก็จะได้น้ำในปริมาณมาก หากเจาะไม่พบรอยแตกที่เป็นแถบต่อเนื่องก็จะได้น้ำน้อยหรืออาจไม่ได้น้ำเลย ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมักได้น้ำบาดาลจากรอยแตกในปริมาณต่ำประมาณ 5 - 10 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเพียงพอต่อการใช้อุปโภคบริโภคเท่านั้น นอกจากนี้บริเวณพื้นที่ส่วนใหญ่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือรองรับด้วยเกลือหิน ลักษณะโครงสร้างเกลือ-หิน มีลักษณะเป็นโดมอยู่ใต้ดิน ส่วนที่เป็น Slope จะมีการเคลื่อนตัว ทำให้เกิดรอยต่อที่เป็น Slope ซึ่งในบริเวณนี้อาจจะให้น้ำมากถึง 100 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง คุณภาพและปริมาณของน้ำบาดาลยังขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างทางอุทกวิทยาใต้ดิน คุณภาพน้ำจืดหรือเค็ม บางแห่งอาจได้น้ำมาก บางแห่งอาจจะได้น้อย หากมีการจัดสรรการใช้ประโยชน์น้ำบาดาลอย่างถูกวิธีและในอัตราที่เหมาะสม จะสามารถใช้ได้นานหรือสูบมาใช้ได้ตลอดไป แต่ถ้าหากมีการนำมาใช้อย่างไม่เหมาะสมอาจส่งผลกระทบอย่างรุนแรงตามมา เช่นปริมาณน้ำในแหล่งลดลง หรือบ่อบาดาลอาจจะแห้ง และการเกิดแผ่นดินทรุดตัว เช่นในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

สิ่งมีชีวิตทั้งมวลไม่อาจดำรงอยู่ได้หากขาดน้ำ น้ำมีบทบาทสำคัญในการควบคุมสภาพอากาศของโลกทั้งระบบ การเปลี่ยนแปลงใดๆที่ทำให้สมดุลย์ในบรรยากาศเปลี่ยนไปจะนำไปสู่การ

เปลี่ยนแปลงของการระเหยขึ้น (Evaporation) และการตกลง (Precipitation) ของน้ำ การเปลี่ยนแปลงในวัฏจักรของน้ำอาจจะส่งผลรุนแรงต่อระบบนิเวศน์ และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย เช่นการเปลี่ยนแปลงสภาพบรรยากาศของโลก กรณีฝนไม่ตกต้องตามฤดูกาล ฝนแล้ง พายุหิมะ และอื่นๆ แบบจำลองที่ทันสมัยของระบบ Global Circulation แสดงให้เข้าใจพื้นฐานของวัฏจักรน้ำและยังประเมินค่าปริมาณของน้ำ (Water Fluxes) โดยเฉลี่ยในปัจจุบัน ซึ่งพบการเปลี่ยนแปลงแตกต่างไปจากสภาพความเป็นจริงที่สังเกตุได้ เพื่อให้เกิดความเข้าใจในธรรมชาติของน้ำ สามารถติดตามและทำนายถึงการเปลี่ยนแปลงในอนาคตได้ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาทำความเข้าใจในวัฏจักรของน้ำ ซึ่งจำเป็นจะต้องใช้หลายวิธีร่วมกัน วิธีหนึ่งที่มีศักยภาพมากคือการศึกษาข้อมูลที่บรรจุไว้อยู่ในโมเลกุลน้ำเอง

น้ำ (water) เป็นสารเคมีพื้นฐานชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยอะตอมของไฮโดรเจน (Hydrogen) 2 อะตอม และออกซิเจน (Oxigen) 1 อะตอม มีสภาพทางกายภาพได้ทั้งสามสถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และกาซ โดยมีปัจจัยขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ตริเตียม (H-3) ดิวเทอเรียม (H-2) และ ออกซิเจน-18 เป็นไอโซโทปองค์ประกอบสำคัญที่หายากในโมเลกุลน้ำ (H_2O) แต่มีประโยชน์อย่างมากในการศึกษากระบวนการต่างๆในวัฏจักรของน้ำ เนื่องจากไอโซโทปดังกล่าวสามารถติดฉลาก (Label) ได้เฉพาะตัวในโมเลกุลของน้ำ จึงสามารถใช้ศึกษาเกี่ยวกับวัฏจักรน้ำและสามารถบรรยายเรื่องราวในอดีตโดยเป็นคลังข้อมูลทางภูมิอากาศและอุทกศาสตร์

การวัดปริมาณตริเตียมในน้ำธรรมชาติ เช่นน้ำฝน น้ำผิวดิน นิยมใช้วิธีการวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว แต่ค่าที่วัดได้ไม่สามารถบอกความแตกต่างระหว่างตัวอย่างน้ำที่มีปริมาณ tritium content ใกล้เคียงกันได้ เนื่องจากความเข้มข้นตริเตียมอยู่ในระดับต่ำใกล้เคียงกับขีดจำกัดของเครื่องวัดรังสี ในกรณีตัวอย่างมีความเข้มข้นต่ำกว่าขีดจำกัดของการวัดรังสี จะไม่สามารถวัดปริมาณตริเตียมได้ จำเป็นต้องนำตัวอย่างไปผ่านกระบวนการเพิ่มความเข้มข้น (Enrichment) เพื่อเพิ่มความเข้มข้นตริเตียมในตัวอย่างให้สูงขึ้น แล้วนำไปวัดรังสีด้วยเครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว

ในช่วงคริสตศักราชที่ 1960 มีการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ ส่งผลให้ระดับไอโซโทปตริเตียมในบรรยากาศเพิ่มขึ้นเป็นพันเท่าจากระดับในธรรมชาติ ภายหลังที่หลายประเทศได้ยกเลิกการทดลองแล้ว ในปัจจุบันระดับตริเตียมในน้ำฝนได้ลดลงเข้าใกล้กับระดับที่มีอยู่ตามธรรมชาติ

การติดตามพฤติกรรมของตริเตียมที่เกิดขึ้นในช่วงดังกล่าว ทำให้สามารถศึกษากระบวนการเกี่ยวกับ Hydrosphere ในระยะสั้นได้ สามารถนำข้อมูลมาคำนวณ Model-based resident times ของน้ำบาดาลได้

การตรวจวัดปริมาณตริเตียมในตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำฝนจึงเป็นประโยชน์อย่างมากในการศึกษาพฤติกรรมของน้ำ นอกจากจะสามารถนำผลไปใช้ร่วมกับผลการวิเคราะห์องค์ประกอบอื่นๆของน้ำเพื่อแปรค่าหาทิศทางการไหลของน้ำบาดาล หาอายุของแหล่งน้ำ แล้วยังสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ในสาขาที่เกี่ยวกับน้ำได้มากมาย เช่น สมุทรศาสตร์ (Oceanography) อุทกอุตุนิยมวิทยา (Hydro-Meteorology) และอากาศวิทยา (Climatology)

<u>วัตถุประสงค์ของการวิจัย</u>

1. เพื่อศึกษาการวิเคราะห์ตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำโดยเทคนิคเพิ่มความเข้มข้นด้วยวิธีอิเล็กโตรลิซีส
2. เพื่อวัดและเปรียบเทียบปริมาณตริเตียมในน้ำบาดาล และ น้ำฝน

<u>ขอบเขตของการวิจัย</u>

1. วัดปริมาณตริเตียมระดับต่ำในตัวอย่างน้ำ โดยวิธีเพิ่มความเข้มข้นและใช้เครื่องวัดรังสีแบบซิลทิลเลชันของเหลว
2. วัดปริมาณตริเตียมในตัวอย่างน้ำบาดาลจำนวน 15 ตัวอย่าง และ ตัวอย่างน้ำฝนจำนวน 15 ตัวอย่าง โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

<u>ขั้นตอนของการวิจัย</u>

1. ศึกษาหลักการเบื้องต้นเกี่ยวกับขั้นตอนการเพิ่มความเข้มข้นด้วยวิธีอิเล็กโตรลิซีส

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ทดลองเตรียมตัวอย่างดิบ โดยการกลั่น ตรวจสอบไอออนที่หลงเหลือ ความเป็นกรดด่าง ทดลองเพิ่มความเข้มข้น เพื่อสังเกตุการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ตลอดจนอุปสรรคและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทดลอง และปรับปรุงวิธีการให้ถูกต้องเหมาะสมต่อไป

3. ทดลองเพิ่มความเข้มข้นของสารรังสีมาตรฐาน (tritiated water) เพื่อหาค่า Enrichment Factor (R) ของเซลล์และอิเลคโทรดแต่ละชุด (ทั้งหมด 16 ชุด) ทดลองเพิ่มความเข้มข้นของน้ำปราศจากตริเตียม (tritium-free water) สลับกับสารรังสีมาตรฐานเพื่อทดสอบหา Memory effect และยืนยันสภาพน้ำตาย (Dead water)

4. ทำการวัดปริมาณตริเตียมในตัวอย่าง

5. คำนวณ วิเคราะห์และเปรียบเทียบผล

6. สรุปและเขียนวิทยานิพนธ์

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ทราบปริมาณความเข้มข้นตริเตียมในแหล่งน้ำประเภทต่างๆ

2. เป็นข้อมูลพื้นฐานในการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับตริเตียมในธรรมชาติ

3. นำข้อมูล tritium content ในตัวอย่างน้ำบาดาลและน้ำฝนไปใช้พยากรณ์ถึงแหล่งกำเนิดและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล และประยุต์ในงานด้านอุทกธรณีวิทยา

<u>สถานที่ทำการวิจัย</u>

สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ถ.วิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</u>

MORISHIMA , 1990 ทำการเพิ่มความเข้มข้นตริเตียมในตัวอย่างน้ำขึ้นได้มากกว่า 100 เท่า โดยใช้เซลล์แก้วสองชั้น มี NI-Ni เป็นอิเล็กโทรด ทำอิเล็กโตรลิซีสโดยปริมาตรตัวอย่างลดลง

เหลือประมาณ 1/6 - 1/5 ของปริมาตรเริ่มต้น แล้วทำอิเล็กโตรลิซีสซ้ำเช่นนี้อีก 3-4 ครั้ง จนปริมาตรสุดท้ายเหลือประมาณ 10 มิลลิลิตร ควบคุมความหนาแน่นกระแสไฟฟ้า (Current density) ที่ 0.1 A/cm^2 เพื่อไม่ให้อุณหภูมิขึ้นสูงจนทำให้เกิดการสูญเสียตัวอย่างน้ำจากการระเหย (Evaporation loss) ซึ่งจะทำให้ Enrichment Factor ลดลง จากนั้นปรับสภาพให้เป็นกลางด้วยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วกลั่นสองครั้ง นำไปนับวัดด้วยเครื่อง low-background liquid scintillation counter TRI-CARB 2200 พบว่าการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ปี 1965 ที่เมืองโอซากา ระดับตริเตียมใน น้ำฝน/หิมะ มีค่าสูงในฤดูใบไม้ผลิ ต่ำในฤดูใบไม้ร่วง ซึ่งสูงสุดในเดือนพฤษภาคม 1986 มีค่า 244 Bq/m^3 ปัจจุบันระดับตริเตียมมีค่าอยู่ในช่วง 50-100 Bq/m^3 สำหรับน้ำใต้ดินระดับตริเตียมมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 - 5.8 Bq/l

NOMOSHIMA , 1990 พบว่า ระดับตริเตียมมีความเข้มข้นในตัวอย่างน้ำเรียงลำดับดังนี้ precipitation > river water > sea water จากการเริ่มทดลองระเบิดเทอร์โมนิวเคลียร์ในปี คศ. 1954 ทำให้ระดับตริเตียมในธรรมชาติเพิ่มขึ้นสูงมาก คาดว่าในระหว่างปี คศ. 1961-1963 มีการปล่อยตริเตียมออกมาประมาณ 1.7-2.4 x 10^{20} Bq นอกจากนี้ยังประมาณว่าโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และโรงงานวัฏจักรเชื้อเพลิงนิวเคลียร์ จะปลดปล่อยตริเตียมออกมาในอัตราประมาณ 2 x 10^{16} Bq/y ในอนาคตเครื่องปฏิกรณ์นิวเคลียร์แบบฟิวชั่นระดับ 1000 MW. อาจก่อให้มีการกระจายตริเตียมถึง 2 x 10^{19} Bq

TAYLOR , 1982 รายงานว่าการวัดปริมาณตริเตียมระดับต่ำมีวิธีปรับเทียบมาตรฐาน 2 วิธี คือ วิธีแรกใช้ Mass spectrometry (^{3}He ingrowth) โดยอาศัยสัดส่วนของ ^{3}He/ ^{4}He และ ความเข้มข้นของ ^{4}He ในอากาศ เป็นพารามิเตอร์ปรับเทียบ วิธีที่สองคือ Spike method โดยใช้น้ำรังสีมาตรฐานจำนวนหนึ่งแทรกในกลุ่มตัวอย่างในการทำอิเล็กโตรลิซีสแต่ละครั้ง และกำหนดหน่วยวัดปริมาณตริเตียมที่เหมาะสมเป็น Tritium Ratio (TR)

CALF , 1976 ทำการวัดปริมาณตริเตียมโดยเทคนิคเพิ่มความเข้มข้นด้วยวิธีอิเล็กโตรลิซีส โดยใช้ปริมาณตัวอย่างเริ่มต้น 600.0 กรัม ปริมาณสุดท้าย16 กรัม มี Na_2O_2 เป็นอิเล็กโตรไลต์ ใช้เซลล์แก้ว มี Ni เป็น Anode และ Fe เป็น Cathode ป้อนไฟฟ้ากระแสตรงโดยกำหนด Current density ไม่เกิน 200 mA/cm^2 ใช้เวลาทำอิเล็กโตรลิซีสนานประมาณ 10 วัน