บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ของชนิดและความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในบรรยากาศต่อการตกสะสมของสารกรดตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2555 ถึงเดือนมกราคม 2556 ได้ผลสรุปดังต่อไปนี้

5.1 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างน้ำฝนที่ทำการศึกษา อยู่ในช่วง 5.69-6.70 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.50 ซึ่งสูงกว่าค่า pH ปกติของน้ำฝน (pH = 5.6) ดังนั้นตัวอย่างน้ำฝนดังกล่าวจึงไม่มีศักยภาพความเป็นกรด

5.2 อนินทรีย์อิออนหลักในตัวอย่างน้ำฝนที่ทำการศึกษา คือ Ca^{2+} และ NO_3^- คิดเป็น 24% และ 17% ของปริมาณอิออนรวมทั้งหมดตามลำดับ สำหรับกรดอินทรีย์ที่วิเคราะห์ในรูปอิออนลบรวมทั้งหมด 7 ชนิดจากตัวอย่างน้ำฝน 42 ตัวอย่าง มีสัดส่วน 16% ของปริมาณอิออนรวมทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดชนิดมอนอคาร์บอกซิลิก กรดอะซิติกและกรดฟอร์มิกเป็นกรดอินทรีย์หลักที่พบในน้ำฝน มีความเข้มข้นเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 µmol/L และ 3.53 µmol/L ตามลำดับ คิดเป็น 32% และ 26% ของปริมาณกรดอินทรีย์ทั้งหมด เช่นเดียวกับในบรรยากาศ กรดอินทรีย์ที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ กรดฟอร์มิก รองลงมาคือ กรดอะซิติกซึ่งมีปริมาณเท่ากับกรดแลคติก กรดซัคซินิก กรดมาลิก กรดซิตริก และกรดทาร์ทาริก ตามลำดับ

5.3 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ตามฤดูกาล พบว่า กรดอินทรีย์ในน้ำฝนส่วนใหญ่มีความเข้มข้นสูงในช่วงฤดูหนาว (Dry season) และมีความเข้มข้นต่ำในช่วงฤดูฝน (Wet season) เนื่องมาจากผลของกรดอินทรีย์ถูกเจือจางในน้ำฝนที่ตกลงมาอย่างหนัก (Dilution effect) ซึ่งมีแนวโน้มเดียวกับผลวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ในบรรยากาศ

5.4 บทบาทของกรดอินทรีย์ต่อสมดุลอิออนบวกและอิออนลบในน้ำฝน พบว่าเมื่อนำกรดอินทรีย์เข้ามาคิดรวมในสมดุลอิออนในน้ำฝน มีผลทำให้ปริมาณอิออนลบเข้าใกล้อิออนบวกมากขึ้น มีผลทำให้ความแตกต่างระหว่างอิออนบวกและอิออนลบลดลงจากเดิม 24% เหลือเพียง 4% ซึ่งสามารถตรวจสอบจากผลพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างผลรวมอิออนบวกและอิออนลบ; R_1 (r^2 เท่ากับ 0.804) และเปรียบเทียบระหว่างค่าความนำไฟฟ้าที่วัดได้ (Measured conductance) และค่าความนำไฟฟ้าที่คำนวณได้ (Calculated conductance); R_2 (r^2 เท่ากับ 0.898)

5.5 อัตราส่วนระหว่างกรดฟอร์มิกและกรดอะซิติก (F/A) สภาวะแก๊สในบรรยากาศ มีค่าเท่ากับ 1.56 (F/A>1) ซึ่งผลของ F/A ในแก๊สมีค่ามากกว่า 1 บ่งชี้ว่า กรดอินทรีย์ที่ตรวจวัดได้มาจากปฏิกิริยาโฟโตเคมิคอล สอดคล้องกับเมื่อพิจารณาปฏิกิริยาการสลายตัวของกรดอินทรีย์ในบรรยากาศสภาวะ

สารละลาย โดยกรดฟอร์มิกซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ที่พบมากในบรรยากาศสภาวะสารละลายสามารถเกิดจากการสลายตัวของกรดแลคติกและกรดทาร์ทาริกได้ ดังนั้นกรดฟอร์มิกซึ่งมีความเข้มข้นสูงกว่ากรดแลคติกและกรดทาร์ทาริก จึงสามารถสรุปได้ว่าแหล่งปล่อยหลักของกรดอินทรีย์ในบรรยากาศเป็นแบบทุติยภูมิ

5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางและความเร็วลมกับแหล่งปล่อยของกรดอินทรีย์ในบรรยากาศ พบว่า ทิศทางลมส่วนใหญ่พัดพามาจากทิศเหนือ ซึ่งทิศดังกล่าวเป็นที่ตั้งของแปลงทดลองกรมวิชาการ ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งปล่อยกรดอินทรีย์ที่สำคัญจากดินและการเพาะปลูก ตลอดจนทิศทางลมบางส่วนที่พัดพามาจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นที่ตั้งของศูนย์วิจัยพืชไร่ชัยนาท และทิศตะวันออกซึ่งมีถนนหมายเลข 311 (สิงห์บุรี-ชัยนาท) จึงคาดการณ์ได้ว่าแหล่งปล่อยกรดอินทรีย์อาจมาจากการปล่อยโดยตรงจากกิจกรรมการเกษตรและกิจกรรมของมนุษย์ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

กรดอินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญต่อความเป็นกรดของน้ำฝน นอกเหนือจากกรดมอนอคาร์บอกซิลิก เช่น กรดฟอร์มิก กรดอะซิติก ที่พบมากในน้ำฝนแล้ว ยังพบอีกว่ากรดไดคาร์บอกซิลิกบางตัว เช่น กรดออกซาลิก และกรดซัคซินิก ซึ่งเป็น metabolic intermediates ที่สำคัญอาจมาจากทั้งแหล่งปล่อยปฐมภูมิ (การจราจร, การเผาไหม้ถ่านหิน) และแหล่งปล่อยทุติยภูมิ (ปฏิกิริยาเคมีของแก๊สในบรรยากาศ)ได้ เนื่องจากมีการศึกษาพบว่า มีความสัมพันธ์เกิดขึ้นจากการสลายตัวทางปฏิกิริยาโฟโตเคมิคัลของกรดซัคซินิกไปเป็นกรดมาโลนิกและเปลี่ยนรูปเป็นกรดออกซาลิกต่อไป นอกจากนี้อัตราส่วนระหว่างกรดมาโลนิกต่อกรดซัคซินิก ยังสามารถบ่งบอกถึงแหล่งปล่อยของกรดอินทรีย์เหล่านี้ได้ โดยชี้ให้เห็นถึงแหล่งปล่อยจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรงและแหล่งปล่อยจากกระบวนการทุติยภูมิ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาวิเคราะห์กรดไดคาร์บอกซิลิกเหล่านี้เพิ่มมากขึ้นเพื่อนำไปสู่ความสัมพันธ์ของแหล่งปล่อยของกรดอินทรีย์ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อคุณสมบัติทางเคมีของน้ำฝน