ฟลักซ์ของแก๊สไนตรัสออกไซด์เชิงพื้นที่และศักยภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกของพรุบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

สุกาญดา เชื้อสุวรรณ[1], นิรัตน์ ภูทัดหมาก[1], ปฏิญญา ภักดีเมฆ[2] และ นเรศ เชื้อสุวรรณ[2*]

[1]กองวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ แขวงพญาไท เขตพญาไท กรุงเทพฯ
[2]หลักสูตรมลพิษสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ประเทศไทย
** Corresponding author: chuersuwan@gmail.com*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ประเมินฟลักซ์ของแก๊สไนตรัสออกไซด์ (N_2O flux) เชิงพื้นที่และศักยภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ (พรุบางกล่ำ) จังหวัดสงขลา ด้วยการตรวจวัดแก๊สด้วยวิธีกล่องปิด (Closed chamber method) และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์เชิงปริมาณเปรียบเทียบกับแก๊สมาตรฐานด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตรกราฟ (Gas chromatograph – GC) ที่มีตัววัดสัญญาณชนิดไมโครอิเล็กตรอนแคปเจอร์ (Micro Electron Capture Detector) ตัวอย่างแก๊สไนตรัสออกไซด์เก็บกระจาย 3 พื้นที่ของพรุ เก็บตัวอย่างแก๊สทุก 20 นาทีในชั่วโมงเช้า (9.00 – 10.00 น.) ชั่วโมงบ่าย (13.00 – 14.00 น.) ระหว่างเดือนเมษายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2568 อัตราการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์คำนวณจากความชันและสมการเชิงเส้นของปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้น (Evolved gas) ต่อพื้นที่ของกล่องปิด

ผลการวิจัยพบว่า พื้นที่พรุบางกล่ำปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ในระดับที่สามารถตรวจวัดเชิงปริมาณได้ในการเก็บตัวอย่างแบบกล่องปิดทุก 20 นาทีของชั่วโมงเช้าและบ่าย ในช่วงเดือนเมษายน-ธันวาคม พรุบางกล่ำปล่อยฟลักซ์ของแก๊สไนตรัสออกไซด์ในช่วง 0.83-4.49 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ค่าฟลักซ์ของเดือนอยู่ระหว่าง 1.21±0.4 ถึง 3.82±1.48 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง โดยมีค่าเฉลี่ยของทั้งปี 2.34±0.93 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง ลักษณะของความแตกต่างรายเดือนของฟลักซ์เพิ่มสูงในเดือนตุลาคมและสูงสุดในเดือนธันวาคม มีค่าสูงกว่าค่าต่ำสุดในเดือนกรกฎาคมประมาณ 3.2 เท่า ในภาพรวมเชิงพื้นที่ของพรุบางกล่ำปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ปีละ 26.69±10.61 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ เมื่อคำนวณศักยภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกปีละ 7,205.22±2,864.50 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า ลักษณะความผันแปรของแก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ฟลักซ์ของพรุบางกล่ำเป็นผลมาจากกระบวนการปัจจัยทางกายภาพของระดับน้ำที่เปลี่ยนแปลงเปียกสลับแห้งและกระบวนการทางชีวเคมีในธรรมชาติ

คำสำคัญ: ไนตรัสออกไซด์ / แก๊สเรือนกระจก / พรุบางกล่ำ / พื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ / ภาวะโลกร้อน

Nitrous oxide spatial fluxes and greenhouse gas potential emissions from Bang Klam peat swamp forest, Songkhla province

Sukanda Chuersuwan[1], Nirat Pootudmark[1], Pathinya Phakdimek[2], and Nares Chuersuwan[2]

[1]Research, Development and Hydrology Division, Department of Water Resources, Bangkok, Thailand.

[2]Graduate Program in Environmental Pollution and Safety, Suranaree University of Technology, Nakhon Ratchasima, Thailand

**Corresponding author: chuersuwan@gmail.com*

Abstract

This article presents the evaluation of nitrous oxide spatial fluxes and greenhouse gas potential emissions from Bang Klam peat swamp forest in Songkla province. Closed chamber method was used to collect evolved gases and gas samples were quantitatively determined against a known standard gas in a gas chromatography with a μECD. The samples were collected at 3 sampling sites across the swamp. The gas samples were collected every 20 minutes for the morning (9.00-10.00) and afternoon (13.00-14.00) periods from April to December 2025. Nitrous oxide emissions were calculated from linear regression of the evolved gas concentrations against the area of the closed chamber.

The results showed that the 20-minute interval of gas collection procedures was able to quantify the emission of nitrous oxide gas during the morning and afternoon hours. The average emissions of nitrous oxide ranged from 0.83 to 4.49 μg/m^2/hr between April and December 2025. Monthly fluxes ranged from 1.21±0.4 to 3.82±1.48 μg/m^2/hr, with the average of 2.34±0.93 μg/m^2/hr. Monthly variations of the fluxes increased in October and peak in December, which 3.2 times higher than the lowest month in July. The overall area of the peat forest emitted 26.69±10.61 kg of N_2O annually or 7,205.22±2,864.50 kg of CO_{2eq}. Higher flux occurred in October, about 3.4 times of April. The differences caused by physical changes of water levels with the alternate of wet and dry including the natural biochemical processes in the peat forest.

Keywords: Nitrous oxide / Greenhouse gas / Bang Klam peat swamp forest / Natural wetland / Global warming

1. บทนำ

แก๊สไนตรัสออกไซด์เป็นหนึ่งในแก๊สเรือนกระจกที่สำคัญรองจากแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และมีเทนเมื่อพิจารณาในด้านปริมาณการระบายออกสู่บรรยากาศจากกิจกรรมของมนุษย์ [1] หากพิจารณในด้านศักยภาพที่ส่งผลต่อสภาวะโลกร้อน (Global Warming Potential – GWP) แก๊สไนตรัสออกไซด์กลับมีศักยภาพสูงกว่าแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ประมาณ 270 เท่า [2] ทำให้มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศหากมีระดับเพิ่มขึ้น การติดตามตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงขององค์การบริหารมหาสมุทรและบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA) รายงานว่าในปี พ.ศ. 2567 ระดับความเข้มข้นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ในบรรยากาศเพิ่มขึ้นถึง 339 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) [3] เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับระดับก่อนเกิดยุคการพัฒนาอุตสาหกรรมเมื่อประมาณ 276 ปีก่อน หรือเพิ่มขึ้นมากกว่าร้อยละ 25 [4] ทั้งนี้ การเพิ่มขึ้นของอุตสาหกรรมและประชากรบนโลกส่งผลต่อปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจก ในปี พ.ศ. 2568 ประเทศที่มีการปล่อยแก๊สเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศสู่สามลำดับแรก ได้แก่ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนจีน สหรัฐอเมริก และอินเดีย ในภูมิภาคอาเซียนมีประเทศอินโดนีเซียอยู่ในลำดับหกของโลกและเป็นลำดับหนึ่งในอาเซียน ประเทศไทยมีรายงานการประเมินปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในแต่ละภาคส่วนเรียงตามลำดับดังนี้ ภาคพลังงานสูงสุดร้อยละ 71.65 ภาคเกษตรกรรมร้อยละ 14.72 ภาคอุตสาหกรรมร้อยละ 8.90 และภาคของเสียร้อยละ 4.73 [5] โดยการประเมินนี้ยังไม่รวมภาคการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินและป่าไม้ ด้วยข้อจำกัดของข้อมูลด้านการปล่อยแก๊สเรือนกระจกโดยเฉพาะแก๊สไนตรัสออกไซด์จากแหล่งกำเนิดมีค่อนข้างจำกัด

แหล่งกำเนิดของแก๊สไนตรัสออกไซด์มาจากธรรมชาติและกิจกรรมของมนุษย์ การเผาไหม้เชื้อเพลิงเป็นกิจกรรมสำคัญของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการระบายแก๊สเรือนกระจก เช่น แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนธรรมชาติมีความสำคัญกับการปล่อยแก๊สมีเทนจากการปฏิกิริยาในพื้นที่ชุ่มน้ำ แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จากภูเขาไฟ อิทธิพลต่อสภาวะเรือนกระจกของบรรยากาศโลก การสะสมแก๊สเรือนกระจกมีมากขึ้นตามกิจกรรมของมนุษย์ ภาคเกษตรกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ปุ๋ยเคมีและการจัดการมูลสัตว์เป็นแหล่งกำเนิดสำคัญ ส่วนธรรมชาติมีการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ตามวัฏจักรไนโตรเจนที่มีการหมุนเวียนจากกระบวนการทางชีวเคมี เช่น การสลับเปียกและแห้งในพื้นที่ชุ่มน้ำธรรมชาติ

พื้นที่พรุเป็นระบบนิเวศที่มีลักษณะเด่นจากองค์ประกอบทางกายภาพและชีวภาพ พรุเป็นระบบนิเวศที่กักเก็บคาร์บอน [6] ดินพรุเป็นดินอินทรีย์ตามการจัดชนิดของดิน มีองค์ประกอบของดินเส้นใยสูงด้านบนจากการสะสมของเศษพืช ใต้ชั้นเส้นใยในดินเป็นดินเลนตะกอนน้ำกร่อย (Brackish water deposit) มีไพไรท์สูง ความหนาแน่นรวมของชั้นดินอินทรีย์อยู่ในช่วง 0.1 – 0.3 กรัมต่อลูกบาศก์เซ็นติเมตร ดินอินทรีย์ในพรุสามารถอุ้มน้ำได้มาก มีค่าการนำน้ำของดิน (Hydraulic conductivity) 0.4 – 2.0 เซ็นติเมตรต่อชั่วโมง ดินพรุมีความเป็นกรดสูงเนื่องจากมีองค์ประกอบของกำมะถันในดินชั้นชั้นล่าง

ข้อมูลการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ในประเทศไทยมีค่อนข้างจำกัด การสืบค้นฐานข้อมูลวิชาการ Scopus ยังไม่พบว่ามีการประเมินการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ในพื้นที่ป่าพรุป่ากล่ำ จังหวัดสงขลา ข้อมูลใกล้เคียงมีในพื้นที่ป่าชายเลนจังหวัดระนอง พบว่า การปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์มีค่าเฉลี่ย 2.09±1.59 ไมโครโมลของแก๊สไนตรัสออกไซด์ต่อตารางเมตรต่อวัน [7] รายงานในพื้นที่ปลูกข้าวโพดและถั่วเขียวในแปลงทดลองใช้ปุ๋ยเคมีและปุ๋ยคอกในจังหวัดลพบุรี พบว่า ปริมาณการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์จากพื้นที่ใช้ปุ๋ยเคมีเกิดขึ้นสูงกว่าปุ๋ยคอกในระดับ 322 และ 188 กิโลกรัมต่อเฮกแตร์ ตามลำดับ [8] ข้อจำกัดด้านข้อมูลการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์จากพรุธรรมชาติยังมีอยู่ ส่งผลต่อการประเมินและความเข้าใจกับสถานการณ์ของแก๊สเรือนกระจกในประเทศ งานวิจัยนี้จึงช่วยให้มีข้อมูลและทราบถึงลักษณะของการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์จากป่าพรุธรรมชาติในพื้นที่ภาคใต้ได้

2. วัตถุประสงค์

1) ประเมินฟลักซ์ของแก๊สไนตรัสออกไซด์จากพรุบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

2) สนับสนุนข้อมูลการปล่อยแก๊สเรือนกระจกจากแหล่งกำเนิดธรรมชาติชนิดป่าพรุ

3. ขอบเขตของการศึกษา

งานวิจัยนี้เก็บตัวอย่างแก๊สในพื้นที่จริงและนำตัวอย่างไปวิเคราะเชิงปริมาณด้วยเครื่องมือในห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยเก็บตัวอย่างแก๊สไนตรัสออกไซด์ทุกเดือนระหว่างเดือนเมษายน - ธันวาคม พ.ศ. 2568 ในพื้นที่ของพรุบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

4. วิธีการศึกษา

4.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่พรุบางกล่ำครอบคลุมประมาณ 1.30 ตารางกิโลเมตร ตั้งอยู่อำเภอบางกล่ำ จังหวัดสงขลา (รูปที่ 1) พรุบางกล่ำเคยมีปัญหาถูกบุกรุก มีการเผาทำให้เกิดไฟไหม้สร้างความเดือดร้อนในช่วงแล้ง ปัจจุบันได้รับการฟื้นฟูและอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติใช้เป็นพื้นที่อนุรักษ์และเป็นพื้นที่แก้มลิงในช่วงน้ำหลาก พื้นที่พรุมีพันธุ์ไม้ทนน้ำ เช่น ต้นเสม็ดขาว กระจูด หญ้าปล้อง หญ้าไทร มีพืชล้มลุก เช่น ผักกูด ลิเภา

รูปที่ 1 ภาพถ่ายทางอากาศของพื้นที่พรุบางกล่ำ จังหวัดสงขลา

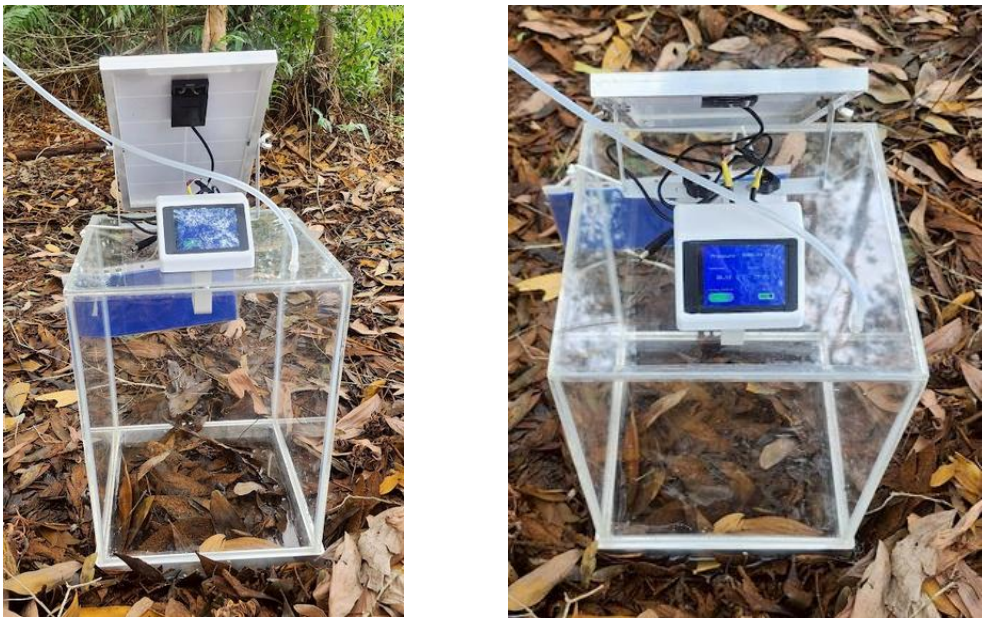
4.2 การเตรียมอุปกรณ์และการเก็บแก๊สตัวอย่าง

ขวดเก็บตัวอย่างแก๊สเป็นขวดแก้วความจุ 15 มิลลิลิตร ฝาปิดมีจุกยางและครอบด้วยโครงอะลูมิเนียมทรงกลมให้รัดแน่นด้วยชุดปิดฝาที่ใช้กับเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Vial crimper) มีการเตรียมขวดเก็บตัวอย่างก่อนนำออกไปใช้งานภาคสนามด้วยการไล่แก๊สในขวดก่อนปิดจุด (Gas flush) ด้วยการแทนที่ของแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ระดับ 99.99 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมคุณภาพในการเก็บตัวอย่าง เพื่อให้มั่นใจว่าแก๊สในขวดไม่มีแก๊สชนิดอื่นปะปนอยู่ก่อนนำไปใช้เก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

การเก็บตัวอย่างแก๊สใช้วิธีกล่องปิด (Closed-static chamber) [9] ด้วยการสร้างกล่องสี่เหลี่ยมใสจากแผ่นอะคิริคหนา 3 มิลลิเมตรขนาดกว้าง 0.3 เมตร ยาว 0.3 เมตร สูง 0.4 เมตร (รูปที่ 2) ภายในกล่องด้านบนติดตั้งเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องในช่วงเก็บตัวอย่าง และมีพัดลมหมุนเวียนอากาศภายในให้แก๊สกระจายภายในกล่องอย่างทั่วถึง มีแผงโซลาห์เซลล์ขนาดเล็กช่วยให้พลังงานกับแบตเตอรี่ ข้อมูลระดับอุณหภูมิและความชื้นรายงานได้ตามเวลาจริง (Real-time

record) ท่อเก็บแก๊สติดตั้งอยู่ด้านบนของกล่องพร้อมวาล์วปิด-เปิด ฐานรองรับกล่องทำจากอะลูมิเนียมสี่เหลี่ยม มีการเซาะร่องลึกให้กล่องวางอยู่ในร่องได้อย่างมั่นคง

การเก็บตัวอย่างแก๊สดำเนินการเป็นรายเดือนระหว่างเมษายนถึงธันวาคม พ.ศ. 2568 จุดเก็บตัวอย่างกระจาย 3 จุดของพรุบางกล่ำ ก่อนเก็บตัวอย่างช่วงเช้ามีการวางฐานอะลูมิเนียม ณ จุดเก็บตัวอย่างล่วงหน้าอย่างในช่วง 6.00 – 7.00 น. กดให้ฐานจมลงดินช้า ๆ ลด เพื่อผลการรบกวนพื้นที่และยึดฐานกับดินให้แน่น ช่วง 8.00 – 9.00 น. วางกล่องปิดลงบนฐานและเทน้ำตามร่องป้องกันการรั่วไหลของก๊าซออกจากกล่องปิด เริ่มเก็บตัวอย่างแก๊สที่เวลาเริ่มต้น (0 นาที) ลงขวดเก็บตัวอย่างที่เป็นสุญญากาศหลังจากได้ดูดแก๊สไนโตรเจนบริสุทธิ์ออกหมดแล้ว การเก็บตัวอย่างแก๊สทำสองซ้ำ (Duplicate) นำขวดเก็บตัวอย่างแช่ในกล่องปิดที่มีการรักษาอุณหภูมิด้วยน้ำแข็ง การเก็บตัวอย่างแก๊สเริ่มพร้อมกันทั้งสามจุด การเก็บตัวอย่างดำเนินใหม่ในช่วง 20, 40, และ 60 นาที โดยช่วงบ่ายมีการเก็บตัวอย่างในช่วง 13.00 – 14.00 น. ให้ได้ตัวอย่างครอบคลุมการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ของสองช่วงเวลาของวัน ขวดเก็บตัวอย่างแก๊สในกล่องปิดรักษาความเย็นขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ และเก็บรักษาในตู้แช่ควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน -4 องศาเซลเซียส ขวดเก็บตัวอย่างมีการนำออกจากตู้แช่เมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟด้วยการวางให้อุณหภูมิเป็นอุณหภูมิห้องก่อนทำการวิเคราะห์เชิงปริมาณ



(ก) (ข)

รูปที่ 2 กล่องเก็บตัวอย่างแก๊สตัวอย่างขณะใช้งาน (ก) การวางกล่องในจุดเก็บตัวอย่าง (ข) อุปกรณ์ประกอบที่มีชุดตรวจวัดอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ภายในกล่องขณะเก็บตัวอย่าง

4.3 การวิเคราะห์ตัวอย่างแก๊สไนตรัสออกไซด์และการคำนวณฟลักซ์

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟ (Gas chromatograph – GC) รุ่นHP 6890 ชนิด Micro-electron capture detector (μECD) (Agilent Inc., USA) ใช้ในการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและปริมาณ การระบุชนิดของแก๊สตัวอย่างว่าเป็นแก๊สไนตรัสออกไซด์ใช้คอลัมภ์ Agilent PLOT Q (Agilent Inc., USA) ในการแยกพีคของแก๊สจำแนกตัวอย่าง โดยมีแก๊สไนตรัสออกไซด์มาตรฐาน (N_2O standard gas) ช่วยยืนยันความถูกต้องของการวิเคราะห์ตัวอย่าง แก๊สไนตรัสออกไซด์มาตรฐานสั่งจากบริษัทผู้จำหน่าย (Air Liquid, Co. Ltd. (Thailand)) มีการยืนยันความเข้มข้นมาตรฐานในระดับ 10.03 ส่วนในล้านส่วน (certified ppm) เพื่อใช้วิเคราะห์เชิงปริมาณของแก๊สตัวอย่าง หลอดฉีดตัวอย่างชนิดใช้กับแก๊ส (Gas-tighten syringe) ใช้ดูดตัวอย่างจากขวดและฉีดเข้าสู่

เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟในปริมาตร 500 ไมโครลิตร แก๊สไนตรัสออกไซด์เชิงปริมาณที่ได้จากการเคราะห์นำมาสร้างกราฟการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ตามเวลาหรือ $\frac{\Delta C}{\Delta t}$ ของแต่ละช่วงการเก็บตัวอย่าง [8] และนำไปใช้เป็นตัวแปรในการคำนวณหาฟลักซ์การปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ดังสมการ

$$Flux_{N_2O} = \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{V}{A} \times \rho \times \frac{273}{273 + T} \times \frac{28}{44}$$

เมื่อ $\frac{\Delta C}{\Delta t}$ คือ การเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา (ppm N_2O ต่อชั่วโมง)

V คือ ปริมาณอากาศในกล่องปิด 0.036 ลูกบาศก์เมตร

A คือ พื้นที่หน้าตัดของกล่องปิด 0.09 ตารางเมตร

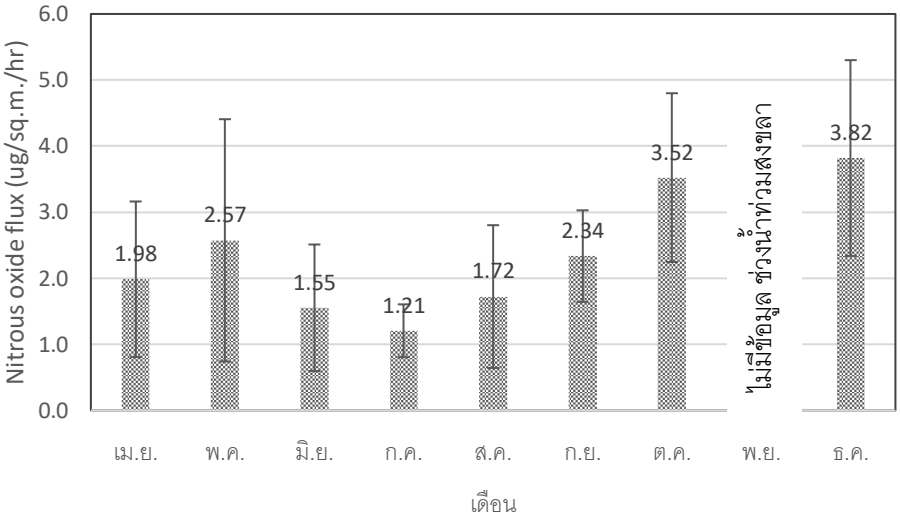
ρ คือ ความหนาแน่นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ 1.911 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

T คือ อุณหภูมิเฉลี่ยช่วงเก็บตัวอย่างภายในกล่องปิด (องศาเซลเซียส)

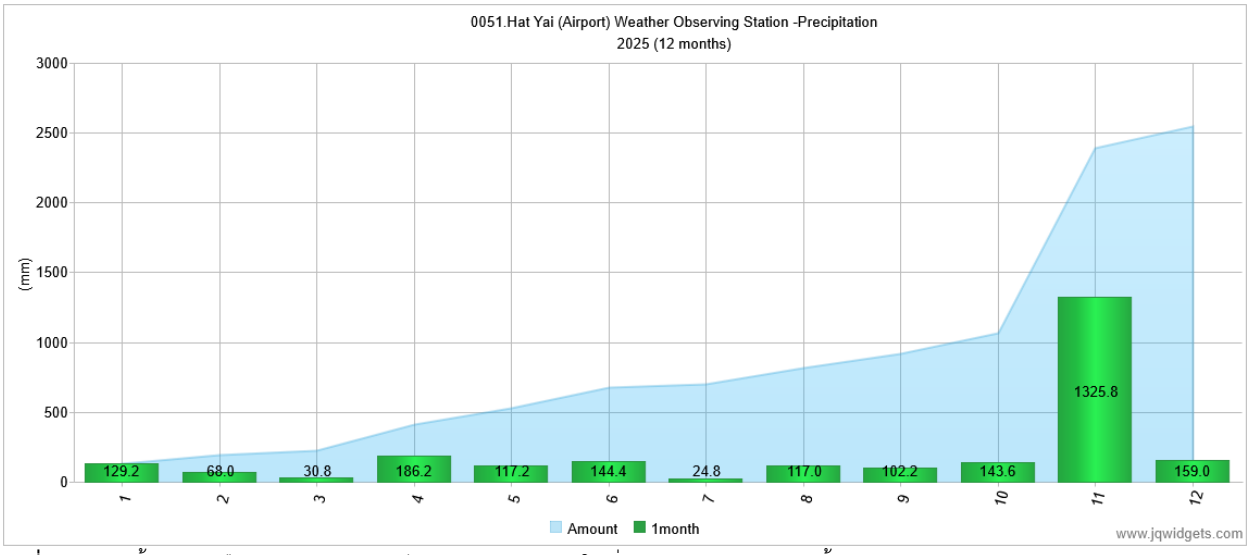
ปริมาณการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ของพรุบางกล่ำคำนวณจากค่าฟลักซ์ด้วยการใช้พื้นที่รวม และปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกใช้ค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน (GWP = 273) [2] ได้ปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกในหน่วยของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่า

5. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างแก๊สไนตรัสออกไซด์เชิงปริมาณจากเครื่องแก๊สโครมาโตกราฟพบว่า ความเข้มข้นของแก๊สไนตรัสออกไซด์ในแต่ละเดือนมีความผันแปรทั้งในตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างเดิมของพรุบางกล่ำและตามช่วงเดือนการเก็บตัวอย่าง โดยการคำนวณฟลักซ์จากสมการเชิงเส้นตรงมีค่า r^2 ในช่วง 0.83 - 0.91 ประมาณการแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ได้ค่าอยู่ในช่วง 0.83–4.49 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง แก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ระหว่างเดือนเมษายน - ธันวาคม พ.ศ. 2568 อยู่ในช่วง 1.21±0.40 ถึง 3.82±1.48 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง (ค่าเฉลี่ย 2.34±0.93 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) โดยเดือนธันวาคมมีค่าเฉลี่ยของการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ต่อพื้นที่สูงกว่าเดือนอื่น โดยมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเดือนกรกฎาคมประมาณ 3.2 เท่า (รูปที่ 3) ข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายเดือน ณ สนามบินหาดใหญ่ กรมอุตุนิยมวิทยา [10] พบว่า เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2568 เป็นเดือนที่มีฝนตกสะสมต่ำสุด 24.8 มิลลิเมตร ทั้งนี้ เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568 เป็นช่วงเหตุการณ์น้ำท่วมสูงในหลายพื้นที่ของจังหวัดสงขลา ทำให้ไม่สามารถเดินทางเข้าพื้นที่เก็บตัวอย่างได้ (รูปที่ 4) การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติในแต่ละช่วงมีผลต่อพรุบางกล่ำและส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์รายเดือนที่ตรวจวัดได้ เช่น สภาวะเปียกสลับแห้งที่เกิดขึ้นในพื้นที่พรุบางกล่ำ ซึ่งส่งเสริมให้เกิดกระบวนการ Nitrification ที่มักเกิดในดินชั้นบนช่วงน้ำแห้ง ในขณะที่กระบวนการ Denitrification เกิดในดินชั้นลึกกว่าในช่วงน้ำขัง [4] ทั้งนี้ ฟลักซ์มักเพิ่มขึ้นในช่วงดินมีความชื้นสูง



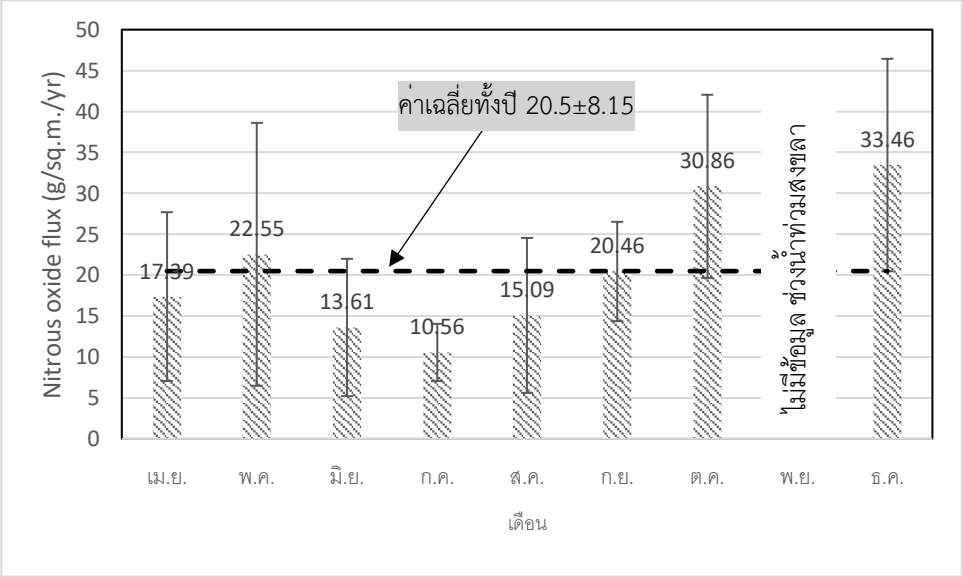
รูปที่ 3 ค่าเฉลี่ยของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ (ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) ตามข้อมูลจำแนกเป็นรายเดือน เส้นบาร์เป็นค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลในเดือนนั้น (เดือน พ.ย. 2568 เป็นช่วงน้ำท่วมอำเภอหาดใหญ่ ทำให้เข้าพื้นที่ไม่ได้)



รูปที่ 4 ปริมาณน้ำฝนรายเดือน พ.ศ. 2568 สถานี 0051 สนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากฐานข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา [10]

ในทางปฏิบัติของการใช้ประโยชน์ข้อมูลไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ของพรุบางกล่ำ การคำนวณในฐานปีช่วยให้สะดวกมากขึ้นในการประเมินในภาพรวมจากค่าฟลักซ์เฉลี่ยต่อปี 20.50±8.15 กรัมไนตรัสออกไซด์ต่อตารางเมตร (รูปที่ 5) อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงฟลักซ์รายเดือนเป็นข้อมูลเชิงเวลา (Temporal scale) ที่ช่วยให้การประมาณการเชิงพื้นที่ของพรุบางกล่ำครอบคลุมช่วงของฟลักซ์ที่เกิดขึ้นได้ดีกว่า การเปรียบเทียบกับผลการศึกษาในภูมิภาคพบว่า พรุบางกล่ำมีแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ 0.21±0.11 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อเฮกแตร์ต่อปี ต่ำกว่าพื้นที่ทำการเกษตรปลูกปาล์มน้ำมันและป่าในอินโดนีเซีย 5.0±3.9 และ 5.2±3.7 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อเฮกเตอร์ต่อปี ตามลำดับ [11] เมื่อนำมาคำนวณหาปริมาณการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ทั้งพื้นที่พรุบางกล่ำ (1.3 ตารางกิโลเมตร) ด้วยการใช้ข้อมูลรายเดือน พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 13.75-43.53 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี (ค่าเฉลี่ย 26.69±10.61 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี) ดังนั้น การคำนวณปริมาณการปล่อยแก๊สเรือนกระจกด้วยค่าศักยภาพในการทำให้เกิดสภาวะโลกร้อน พบว่า พรุบางกล่ำมีค่าเฉลี่ย 7,205.22±2,864.50 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี

อย่างไรก็ตาม การเก็บตัวอย่างไนตรัสออกไซด์ได้จากการเก็บตัวอย่างในช่วงเช้าและบ่าย ไม่มีการเก็บตัวอย่างในช่วงกลางคืน โดยปกติไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์จะสูงในช่วงกลางวันมากกว่ากลางคืน [12] งานวิจัยนี้ให้ค่าประมาณการของการปล่อยแก๊สที่ไม่รวมช่วงกลางคืนที่มีไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ต่ำ



รูปที่ 5 ประมาณการค่าเฉลี่ยของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์ (กรัมต่อตารางเมตรต่อปี) เมื่อใช้ข้อมูลรายเดือนที่มีความผันแปรต่างกัน (เดือน พ.ย. 2568 เป็นช่วงน้ำท่วมอำเภอหาดใหญ่ ทำให้เข้าพื้นที่ไม่ได้) ค่าเฉลี่ยรายปีแสดงด้วยเส้นประ

6. สรุปผลการศึกษา

พื้นที่พรุบางกล่ำ จังหวัดสงขลา ปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ในระดับที่สามารถตรวจวัดเชิงปริมาณได้ในการเก็บตัวอย่างแบบกล่องปิดทุก 20 นาทีของชั่วโมงเช้าและบ่าย ข้อมูลระหว่างเดือนเมษายน-ธันวาคม พ.ศ. 2568 พบว่า ฟลักซ์ของแก๊สไนตรัสออกไซด์ในพื้นที่พรุบางกล่ำมีการผันแปรตามเวลาตลอดช่วงปี โดยเดือนตุลาคมพบว่ามีค่าฟลักซ์เพิ่มขึ้นกว่าเดือนอื่นและมีค่าสูงสุดในเดือนธันวาคม และสูงกว่าเดือนกรกฎาคมที่มีฟลักซ์ต่ำสุด 3.2 เท่า เมื่อพิจารณาแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์พบว่าอยู่ในช่วง 1.21±0.40 ถึง 3.82±1.48 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง (ค่าเฉลี่ย 2.34±0.93 ไมโครกรัมต่อตารางเมตรต่อชั่วโมง) เมื่อนำมาคำนวณกับพื้นที่รวมของพรุบางกล่ำพบว่า มีปริมาณการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์เฉลี่ย 26.69±10.61 กิโลกรัมไนตรัสออกไซด์ต่อปี คิดเป็นศักยภาพการปล่อยแก๊สเรือนกระจกเฉลี่ย 7,205.28±2,864.50 กิโลกรัมคาร์บอนไดออกไซด์เทียบเท่าต่อปี ลักษณะการผันแปรของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์เปลี่ยนแปลงลดลงและเพิ่มขึ้นตลอดช่วงเก็บตัวอย่างเป็นผลมาจากการเงื่อนไขตามธรรมชาติของพรุบางกล่ำที่เปลี่ยนแปลงจากปัจจัยทางกายภาพและทางชีวเคมี ส่งผลให้ระดับของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์เปลี่ยนแปลงแบบไม่มีแนวโน้มที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2568 เกิดน้ำท่วมใหญ่ในพื้นที่จังหวัดสงขลาทำให้ไม่สามารถเข้าถึงพื้นที่ แต่ผลการเก็บตัวอย่างในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2568 มีระดับของแก๊สไนตรัสออกไซด์ฟลักซ์สูงสุด การสลับเปียกและแห้งของดินในพื้นที่พรุเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปล่อยแก๊สไนตรัสออกไซด์ตามธรรมชาติของปฏิกิริยา Nitrification และ Denitrification

เอกสารอ้างอิง

[1] United Nations Environment Programme and Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). Global nitrous oxide assessment. Nairobi, Kenya.

[2] Forster P, Storelvmo T, Armour K, Collins W, Dufresne J-L, Frame D, Lunt DJ, Mauritsen T, Palmer MD, Watanabe M, Wild M, and Zhang H. (2021). The Earth's Energy Budget, Climate Feedbacks, and Climate Sensitivity. In Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

[3] National Oceanic and Atmospheric Administration. (2026). Trends in atmospheric nitrous oxide (N_2O). 5 February 2026. https://https://gml.noaa.gov/ccgg/trends_n2o/

[4] Jauhiainen J, Silvennoinen H, Hamalainen R, Kusin K, Limin S, Raison RJ, and Vasander H. (2012). Nitrous oxide fluxes from tropical peat with different disturbance history and management. Biogeosciences, 9, 1337-1350.

[5] Office of National Resources and Environmental Policy and Planning. (2020). Thailand Third Biennial Update Report. Bangkok.

[6] Rotherham I D. (2020). Peatlands: ecology, conservation and heritage. Routledge New York, USA.

[7] Kitpahornsanti K, Pengthamkeerati P, Limsakul A, and Worachananant P. (2022). Greenhouse gas emission from soil and surface water in different mangrove establishments and management in Ranong Biosphere Reserve, Thailand. Regional Studies in Marine Science. 56(1-2) 102690.

[8] Sriphirom P, Chidthaisong A, Yagi K, Nobuntou W, Luanmanee S, Boonapatcharoen N, and Suksong W. (2024). Direct nitrous oxide emissions from a crop rotation of maize and mung bean after different long-term fertilizer applications in Thailand. Field Crops Research, 312, 109382

[9] Minamikawa K, Tokida T, Sudo S, Padre A, and Yagi K. (2015). Guidelines for measuring CH_4 and N_2O emissions from rice paddies by a manually operated closed chamber method. National Institute for Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Japan.

[10] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2569). ปริมาณน้ำฝนรายเดือนสถานี 0051 สนามบินหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา จากระบบตรวจวัดสภาพอากาศอัตโนมัติ http://www.aws-observation.tmd.go.th/aws/awsPrcptMonthly

[11] Swails E, Hergoualic'h K, Verchot L, Novita N, and Lawrence D. (2021). Spatio-temporal variability of peat CH_4 and N_2O fluxes and their contribution to peat GHG budgets in Indonesian forest and oil palm plantations. Front. Environ. Sci, 9.

[12] Wu Y-F, Whitaker J, Toet S. Bradley A, Davies CA, McNamara NP. (2021). Diurnal variability in soil nitrous oxide emissions is a widespread phenomenon. Global Change Biology. 00:1-17.