

**การปลดปล่อยและดูดใช้ก๊าซมีเทนของระบบการใช้ที่ดินแบบต่าง ๆ  
ในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่จ๋อม**  
**Methane Sources and Sinks of Various Land Use Types  
in Mae Chaem Watershed**

ชัชฌา บุญตาบุญ<sup>1</sup>

ดานีเอล มูลอย<sup>2</sup>

อรรถชัย จินตะเวช<sup>3</sup>

Chitnucha Buddhaboorn<sup>1</sup>

Daniel Mooloi<sup>2</sup>

Attachai Jintrawet<sup>3</sup>

---

**ABSTRACT**

Eleven land use types in Mae Chaem watershed were selected and systematically monitored for their methane production and consumption during 1999. Methane concentration was analyzed using Gas Chromatography (GC) to analyze gas sample taken from each land use and methane emission was ultimately calculated. Base on source/sink consideration, the selected land uses can be grouped into two categories, methane partial source/sink and methane sink. The first category is included two rice fields with average emission and consumption rates of 0.144 and 68.930 mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, respectively. The second category consists of fallow fields, a field crop area, deciduous forests, an orchard field, a hill evergreen forest, and a pine forest, with average consumption rates of 0.517, 0.240, 0.236, 0.234, 0.209, and 0.161mg m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Moreover, the study found a highly significant negative relationship between soil bulk density and methane consumption rate.

**Keywords :** methane, sources and sinks, watershed

---

1 ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี 25150

1 Prachinburi Rice Research Center, Ban Sang, Prachinburi 25150

2 ผู้ช่วยนักวิจัย ICRAF เชียงใหม่ 50200

2 Research Assistant, ICRAF, Chiang Mai 50200

3 ภาควิชาปฐพีวิทยาและอนุรักษ์ศาสตร์ และศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 50200

3 Soil Science Department, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้เลือกพื้นที่ตัวแทนของการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ในลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 11 แปลง เพื่อวัดปริมาณการผลิตและการดูดใช้ก๊าซมีเทนในช่วงปี 2542 เก็บตัวอย่างก๊าซจากทุกแปลงเดือนละ 1 ครั้ง โดยใช้กล่องเก็บก๊าซ จำนวน 3 ซ้ำ เก็บตัวอย่างซ้ำละ 4 เวลาคือเวลาที่ 0 10 20 และ 40 นาที หลังจากติดตั้งกล่องวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนด้วยเครื่อง GC แล้วคำนวณหาอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทน จากการศึกษาสามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นพื้นที่ที่มีทั้งการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทนได้แก่นาข้าว โดยมีอัตราการดูดใช้และอัตราการปลดปล่อยเฉลี่ย 0.144 และ 68.930 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ กลุ่มที่สอง คือพื้นที่ที่เป็นแหล่งดูดใช้อย่างเดียวประกอบด้วย ไร่มุมนเวียน แปลงพืชไร่ ป่าเต็งรัง แปลงไม้ผล ป่าดิบเขา และป่าสน โดยมีอัตราการดูดใช้ 0.517 0.240 0.236 0.234 0.209 และ 0.161 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า ความหนาแน่นของดินมีความสัมพันธ์ในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทน

**คำหลัก :** ก๊าซมีเทน การดูดใช้ การปลดปล่อย พื้นที่ลุ่มน้ำ

## คำนำ

ความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของปรากฏการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศของโลก ความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นส่วนหนึ่งเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ก๊าซมีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีความสำคัญเป็นอันดับสองรองจาก

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่มีส่วนทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้น มีเทนเป็นก๊าซที่ผลิตและดูดใช้โดยขบวนการทางธรรมชาติโดย Methanogenic bacteria และ Methanotrophic bacteria ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่มีและมียอกซิเจนตามลำดับ ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนเพิ่มขึ้นประมาณปีละ 1 เปอร์เซ็นต์ ประเทศไทยเริ่มมีการศึกษาการปลดปล่อยก๊าซมีเทนมาประมาณสิบปี (Jermsawatdipong *et al.*, 1999) แหล่งที่มีการปลดปล่อยก๊าซมีเทน ได้แก่ ภาคการเกษตร ภาคอุตสาหกรรม และแหล่งที่ทิ้งขยะและของเสียอื่น ๆ ภาคการเกษตรเป็นแหล่งใหญ่ที่ปลดปล่อยก๊าซมีเทนซึ่งปลดปล่อยประมาณ 87 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการปลดปล่อยทั้งหมดของประเทศ (TEI, 1997) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับปริมาณการดูดใช้ก๊าซมีเทนในประเทศไทย มีหลายงานวิจัยรายงานว่า พื้นที่ป่า และพื้นที่การเกษตรที่น้ำไม่ท่วมเป็นแหล่งที่มีการดูดใช้ก๊าซมีเทน (Bender and Conrad, 1995 ; Bowden *et al.*, 1998 ; Goldman *et al.*, 1995; Jensen and Olsen, 1998; Prieme and Christensen, 1997; Prieme *et al.*, 1997; Singh *et al.*, 1998; Sitaula *et al.*, 1995; Whalen and Reeburgh, 1996) Methanotrophic bacteria ที่อาศัยอยู่ในดินที่มีการถ่ายเทอากาศดีใช้ก๊าซมีเทนเป็นแหล่งพลังงาน ด้วยเหตุนี้จึงอาจกล่าวได้ว่าก๊าซมีเทนที่เป็นผลผลิต (Output) ของพื้นที่หนึ่ง สามารถเป็นวัตถุดิบ (Input) เพื่อป้อนให้กับกิจกรรมในอีกพื้นที่หนึ่ง ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาอย่างเป็นระบบ ทั้งแหล่งผลิตและแหล่งที่มีการดูดใช้ก๊าซมีเทน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับประเมินปริมาณการปลดปล่อยและเพื่อความเข้าใจที่ดียิ่งขึ้นเกี่ยวกับการผลิตและการดูดใช้ก๊าซมีเทนในการใช้ที่ดินทั้งหมดในระบบ

## อุปกรณ์และวิธีการ

เลือกพื้นที่เพื่อเป็นตัวแทนของการใช้พื้นที่ดินประเภทต่างๆ ของลุ่มน้ำแม่แจ่ม อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่จำนวน 11 แปลง คือ นาข้าว 2 แปลง ป่าเต็งรัง 2 แปลง ไร่หมุนเวียน 3 แปลง แปลงพืชไร่ แปลงไม้ผล ป่าสนและป่าดิบเขา อย่างละหนึ่งแปลง แต่ละประเภทการใช้ที่ดินที่เลือกมาเป็นตัวแทน มีลักษณะเฉพาะและแตกต่างกันทั้งในด้านกิจกรรมภายในพื้นที่และการรบกวนของมนุษย์จากภายนอก

1. นาข้าว เลือกนาข้าวจำนวน 2 แปลง ได้แก่ นาข้าวของนายบุญ (RF1) บ้านหนองเจ็ดหน่วย ตำบลวัดจันทร์ และนาข้าวที่บ้านบนนา (RF2) ตำบลช่างเคิ่ง อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ จุดศูนย์กลางของ RF1 อยู่ที่พิกัด  $19^{\circ} 4' 15.5''$  เหนือ และ  $98^{\circ} 15' 53.3''$  ตะวันออก พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 950 เมตร ลักษณะพื้นที่เป็นที่ราบแคบๆ กว้างประมาณ 50 เมตร ขนาดด้วยเนินเขาทั้ง 2 ข้าง มีคลองธรรมชาติเล็กๆ มีน้ำไหลตลอดปี เกษตรกรทำนาปีโดยใช้พันธุ์ข้าวพื้นเมืองซึ่งปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อม และคุณภาพการบริโภคเป็นที่ถูกใจของเกษตรกร นอกจากการปลูกข้าวแล้วเกษตรกรยังปลูกพืชทองญี่ปุ่นหลังการเก็บเกี่ยวข้าว ซึ่งแนะนำโดยมูลนิธิโครงการหลวง ดังนั้นระบบการปลูกพืชในพื้นที่คือ ข้าวตามด้วยพืชทองญี่ปุ่น หลังจากเก็บเกี่ยวพืชทองเกษตรกรจะปล่อยพื้นที่ว่างไว้จนกว่าจะถึงฤดูนาปี ไม่มีการใช้ปุ๋ยเคมีระหว่างการปลูกข้าวเนื่องจากมีปุ๋ยตกค้างจากการปลูกพืชทองญี่ปุ่น

ส่วนจุดศูนย์กลางของ RF2 อยู่ที่พิกัด  $18^{\circ} 30' 20.9''$  เหนือ และ  $98^{\circ} 20' 45.2''$  ตะวันออก พื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 533 เมตร RF2 เป็นพื้นที่ราบค่อนข้างใหญ่เมื่อเปรียบเทียบกับแปลง RF1 และเป็นที่ราบสองฝั่งแม่น้ำแม่แจ่ม ซึ่งไหลลงสู่แม่น้ำปิง แม่น้ำเจ้าพระยา และ อ่าวไทยในที่สุด เกษตรกรปลูก

เฉพาะข้าวนาปี โดยใช้พันธุ์ กข6 และ กข10 เกษตรกรเริ่มปลูกข้าวในเดือนกรกฎาคม ด้วยวิธีปักดำ เก็บเกี่ยวประมาณสัปดาห์ที่สามของเดือนพฤศจิกายน มีการใช้ปุ๋ยเคมีช่วงระยะข้าวแตกกอ เกษตรกรบางรายที่มีพื้นที่ติดกับแม่น้ำแม่แจ่มซึ่งมีน้ำเพียงพอในการปลูกพืชฤดูแล้ง สามารถปลูกข้าวโพดฝักสด ถั่วเหลือง ต้นหอม หรือพืชผักอื่นๆ เพื่อการบริโภคภายในครัวเรือนหรือจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น

2. ป่าเต็งรัง เก็บตัวอย่างก๊าซจากป่าเต็งรัง 2 แห่ง คือ ป่าเต็งรังในพื้นที่ ต.วัดจันทร์ (DF1) จุดเก็บตัวอย่างอยู่ที่พิกัด  $19^{\circ} 4' 21.5''$  เหนือ  $98^{\circ} 18' 48.6''$  ตะวันออก ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1001 เมตร พื้นที่มีความลาดชันสูงโดยลาดเอียงไปทางทิศใต้ พื้นที่ปกคลุมด้วยไม้ยืนต้นประเภทผลัดใบ มีความหนาแน่นของต้นไม้ขนาดใหญ่ น้อยกว่าป่าดิบเขา แต่มีความหนาแน่นของไม้พื้นล่างมากกว่า ซึ่งเหมาะที่จะเป็นเชื้อไฟในฤดูแล้ง แห่งที่ 2 คือป่าเต็งรังที่ตำบลช่างเคิ่ง (DF2) จุดเก็บตัวอย่างอยู่ที่พิกัด  $18^{\circ} 31' 17.6''$  เหนือ และ  $98^{\circ} 18' 29.2''$  ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล 1,039 เมตร มีความลาดชันสูงและลาดเอียงลงไปทางทิศเหนือ DF2 มีความหนาแน่นของต้นไม้ขนาดใหญ่ มากกว่า DF1 แต่ความหนาแน่นของไม้พื้นล่างต่ำกว่า ยังคงมีไฟไหม้ในฤดูแล้ง เนื่องจากมวลชีวภาพของใบไม้ที่ร่วงหล่นมีจำนวนมาก

3. ป่าดิบเขา (EF) ป่าดิบเขาอยู่ในพื้นที่ของตำบลช่างเคิ่ง อำเภอแม่แจ่ม จุดเก็บตัวอย่างก๊าซอยู่ที่พิกัด  $18^{\circ} 31' 0.5''$  เหนือ และ  $98^{\circ} 17' 27.4''$  ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล 1,219 เมตร มีความลาดชันสูงและลาดเอียงลงไปทางทิศเหนือ พื้นที่ปกคลุมไปด้วยต้นไม้ขนาดใหญ่หนาแน่น หน้าดินลึกมีอินทรีย์วัตถุสูง และถูกรบกวนจากสัตว์เลี้ยง (วัว) เป็นครั้งคราว บางครั้งมีการไหลป่าของน้ำหลังฝนตกหนัก

4. ไร่หมุนเวียน (Fallow Fields) หมายถึงพื้นที่ที่เกษตรกรชาวเขาใช้สำหรับปลูกพืช เช่นข้าวไร่

หรือพืชไร่อื่นๆ เมื่อเกษตรกรเห็นว่าความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่นั้นลดลง เกษตรกรจะปล่อยพื้นที่ไว้ระยะหนึ่งเพื่อฟื้นฟูความอุดมสมบูรณ์ของดินโดยขบวนการทางธรรมชาติ แล้วจึงเวียนกลับมาเพาะปลูกอีก ระยะเวลาการหมุนเวียนขึ้นอยู่กับจำนวนแปลงที่เกษตรกรครอบครอง งานวิจัยนี้ได้เลือกพื้นที่ที่ปล่อยทิ้งไว้ 1 ปี (F1) 4 ปี (F4) และ 7 ปี (F7) ซึ่งเป็นพื้นที่อยู่ในบริเวณเดียวกัน มีความลาดชันต่ำ จุดเก็บตัวอย่างก๊าซอยู่ที่พิกัด  $19^{\circ} 3' 29.4''$  เหนือ  $98^{\circ} 16' 25.6''$  ตะวันออก  $19^{\circ} 3' 29.2''$  เหนือ  $98^{\circ} 16' 31.4''$  ตะวันออก และ  $19^{\circ} 3' 30.8''$  เหนือ  $98^{\circ} 16' 27.2''$  ตะวันออก สำหรับพื้นที่ F1 F4 และ F7 ตามลำดับ ทั้งสามแปลงมีความสูงจากระดับน้ำทะเล 984 เมตร พืชพรรณดั้งเดิมของพื้นที่เป็นป่าสนเขาประเภทสนสองใบและสามใบ หลังจากตัดโค่นป่าสน เกษตรกรจะปลูกข้าวไร่พันธุ์พื้นเมืองเพื่อบริโภคภายในครอบครัว

5. แปลงพืชไร่ (FC) ตั้งอยู่ที่ตำบลช่างเคิ่ง จุดสุ่มตัวอย่างก๊าซอยู่ที่พิกัด  $18^{\circ} 31' 10.1''$  เหนือ  $98^{\circ} 20' 0.4''$  ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 700 เมตร พื้นที่มีหน้าดินชั้นผลสมเม็ดกรวดขนาดเล็กลาดเอียงลงไปทางทิศเหนือ เกษตรกรปลูกข้าวโพดผลิตเมล็ดพันธุ์เป็นพืชหลักของพื้นที่ซึ่งแนะนำโดยบริษัทเอกชนเพื่อทดแทนการปลูกถั่วเหลืองที่ให้ผลผลิตและรายได้ต่ำในอดีต เกษตรกรเตรียมดินโดยใช้จอบขุดซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดด้วยข้อจำกัดของความลาดชันของพื้นที่ สามารถเพาะปลูกได้เพียงหนึ่งครั้งต่อปีระหว่างเดือนมิถุนายน ถึงกันยายน ขึ้นอยู่กับปริมาณและการกระจายของฝน

6. แปลงไม้ผล (OF) อยู่ในพื้นที่ตำบลวัดจันทร์ บริเวณเก็บตัวอย่างอยู่ที่พิกัด  $19^{\circ} 4' 11.3''$  เหนือ  $98^{\circ} 15' 56.5''$  ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 980 เมตร พื้นที่ครอบคลุมเนินเขาเตี้ยๆซึ่งลาดเอียงลงไปทางทิศเหนือ ชนิดของไม้ผลที่ปลูกได้แก่ ท้อ พลัม อโวกาโด ซึ่งมูลนิธิโครงการหลวงได้แนะนำให้

เกษตรกรชาวเขาปลูกเพื่อทดแทนการปลูกฝิ่น ระหว่างแถวของไม้ผลยังมีการปลูกผักเมืองหนาวเช่นกะหล่ำแดง พริกยักษ์ พักทองญี่ปุ่น parsley และ spinach เป็นต้น

7. ป่าสน (PF) ครอบคลุมยอดเขาเตี้ยๆ ในตำบลวัดจันทร์ พิกัดของจุดเก็บตัวอย่างอยู่ที่  $19^{\circ} 3' 29.4''$  เหนือ  $98^{\circ} 17' 35.9''$  ตะวันออก มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 1,054 เมตร พื้นที่ลาดเอียงลงทางทิศใต้ พืชพรรณหลักในพื้นที่เป็นจำพวกสน ได้แก่ *Pinus merkusii* และ *Pinus kesiya* Sangchyoswat (1998) รายงานว่า ปี 2539 บริเวณลุ่มน้ำย่อยวัดจันทร์มีป่าสนครอบคลุมอยู่จำนวน 4,480 ฝืน พื้นที่ทั้งหมด 23,519 ไร่ คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ของลุ่มน้ำย่อยวัดจันทร์

### การวัดการปลดปล่อยก๊าซมีเทน

#### 1. การเก็บตัวอย่างก๊าซและการวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซมีเทน

เก็บตัวอย่างก๊าซจากทั้ง 11 แปลง ทุกเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงธันวาคม 2542 โดยใช้กล่องเก็บก๊าซ 2 ขนาด ขนาดเล็กใช้เก็บตัวอย่างในพื้นที่ไม่มีน้ำท่วมขัง ซึ่งกล่องทำด้วย ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20.28 เซนติเมตร สูง 10 เซนติเมตร กล่องนี้เคยใช้ในงานวิจัย Alternative to Slash and Burn (ASB) ที่ดำเนินการโดย Palm *et al.* (1998) กล่องขนาดใหญ่ใช้สำหรับเก็บตัวอย่างก๊าซในนาข้าว ตัวกล่องทำด้วยวัสดุที่เรียกว่า Plexiglas ขนาดกล่อง 60x60x60 (กว้างxยาวxสูง) เซนติเมตร มีพัดลมขนาด 12 โวลท์ หนึ่งตัว ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่เพื่อผสมก๊าซภายในกล่องให้เข้ากันดีก่อนเก็บตัวอย่าง กล่องชนิดนี้พัฒนาโดยสถาบันวิจัยข้าวนานาชาติ หรือ IRRI (Quiamco, 1996)

ในแต่ละแปลง เก็บตัวอย่างก๊าซจำนวน 3 ซ้ำ โดยเก็บ 4 ครั้ง ที่เวลา 0 10 20 และ 40 นาที หลังจากติดตั้งกล่องเก็บก๊าซ ดูดตัวอย่างก๊าซจำนวน

18 มิลลิลิตรจากกล่องเก็บตัวอย่าง แล้วฉีดเข้าเก็บในขวดเก็บตัวอย่างขนาดบรรจุ 16 มิลลิลิตร ซึ่งทำสุญญากาศ (Evacuation) ไว้แล้วเพื่อให้ง่ายต่อการดูดออกทำการวิเคราะห์ภายหลัง กล่องเก็บก๊าซในแต่ละซ้ำจะถูกติดตั้งห่างกันประมาณ 20-30 เมตร เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของแต่ละแปลง นำตัวอย่างก๊าซที่เก็บในแต่ละเดือนมาวิเคราะห์หาความเข้มข้นของก๊าซมีเทนด้วยเครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซ (GC model GC-8A, shimadzu Co, Inc.Japan) ที่ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี

## 2. การคำนวณก๊าซมีเทน

การคำนวณ Slope

หาค่า Slope ของการผลิตและดูดใช้ก๊าซมีเทนด้วยการคำนวณจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซมีเทนหลังจากติดตั้งกล่องเก็บตัวอย่าง โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\hat{Y} = a + bX \quad (1)$$

โดยที่ Y คือ ความเข้มข้นของก๊าซมีเทน X เป็นเวลาในการเก็บตัวอย่าง ความเข้มข้นของก๊าซมีเทนมีความสัมพันธ์กับเวลาในการเก็บตัวอย่างนั้น และ Slope ของสมการ คือ สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ (regression coefficient หรือ b นั้นเอง) ซึ่งสอดคล้องกับ จำนวนการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นหารด้วยเวลาที่เปลี่ยนไปหรือ  $dc/dt$  a เป็นจุดตัดของเส้น Slope กับแกน Y (Y axis intercept) ซึ่งจะเท่ากับความเข้มข้นของก๊าซมีเทนในบรรยากาศคือ ประมาณ 1.72 ppm สมการที่ 2 แสดงการคำนวณค่า Slope จาก X และ Y ที่ละขั้นตอน (Snedecor and Cochran, 1987)

$$b = \frac{\sum x_i y_i}{\sum x_i^2} = \frac{\sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i) / n}{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n} \quad (2)$$

ค่า Slope ของก๊าซมีเทนสามารถเป็นได้ทั้งบวกและลบ ยกตัวอย่างเช่น ถ้าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ณ เวลาที่ 0 นาทิ ต่ำกว่าความเข้มข้น ณ เวลาที่ 40 นาทิ หลังจากติดตั้งกล่องแสดงว่าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในขณะที่เวลาเพิ่มขึ้น Slope จึงเป็นบวกหรือมีการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในพื้นที่นั้น ในทางตรงข้ามถ้าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน ที่เวลา 0 นาทิ สูงกว่าความเข้มข้นที่เวลา 40 นาทิหลังจากติดตั้งกล่อง แสดงว่าความเข้มข้นลดลงในขณะที่เวลาเพิ่มขึ้นค่า Slope จึงเป็นลบ หรือพื้นที่ตรงนั้นมีการดูดใช้ก๊าซมีเทน

## การคำนวณอัตราการปลดปล่อยและดูดใช้ก๊าซมีเทน

นำ ค่า Slope ที่ได้จากการคำนวณขั้นต้นมาคำนวณต่อเพื่อหาอัตราการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทนด้วยสูตรต่อไปนี้ (Quiamco, 1996)

$$E = \frac{dc}{dt} \times \frac{(h) (M_w) (T_{st})}{(M_v) (T_{st} + T)} \quad (3)$$

โดยที่ E = อัตราการปลดปล่อยหรือดูดใช้ก๊าซมีเทน ;  $mg \ m^{-2} \ h^{-1}$

$dc/dt$  = การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซ ;  $ppm \ h^{-1}$

h = ความสูงของก๊าซภายในกล่องเก็บก๊าซ ; m

$M_w$  = น้ำหนักโมเลกุลของก๊าซมีเทน;  $16.123 \times 10^3 \ mg$

$M_v$  = ปริมาตรโมเลกุลของก๊าซมีเทน;  $22.41 \times 10^3 \ m^3$

T = อุณหภูมิขณะทำการเก็บตัวอย่าง;  $^{\circ}C$

$T_{st}$  = อุณหภูมิมาตรฐาน;  $273.2 \ ^{\circ}C$

## ผลการทดลองและวิจารณ์

### ผลการทดลอง

ผลจากการคำนวณอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากพื้นที่ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 กลุ่มตามการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทน กลุ่มแรกเป็นพื้นที่ที่มีทั้งการปลดปล่อยและการดูดใช้ได้แก่นาข้าว กลุ่มที่สองคือพื้นที่ที่มีการดูดใช้อย่างเดียวคือ พื้นที่ที่น้ำไม่ท่วมขัง (Non-flooded soils) ได้แก่ พื้นที่การเกษตรบนที่ดอนและพื้นที่ป่า

#### 1. แหล่งปลดปล่อยและดูดใช้ก๊าซมีเทน

พื้นที่ที่มีทั้งการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทนคือนาข้าว ขึ้นอยู่กับสภาพการขังของน้ำในนาซึ่งแตกต่างกันระหว่างฤดูฝนกับฤดูแล้ง ดังนั้นอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจะเป็นทั้งบวก (Production) และลบ (Consumption) ในฤดูเพาะปลูกข้าวและฤดูแล้งตามลำดับ

นาข้าวที่ตำบลวัดจันทร์ (RF1) มีการดูดใช้ก๊าซมีเทน ระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายน และเดือนธันวาคม เนื่องจากพื้นที่ไม่มีน้ำท่วม แต่ช่วงเดือน

พฤษภาคมถึงพฤศจิกายนซึ่งเป็นฤดูฝนพื้นที่มีน้ำท่วมขังจะกลายเป็นแหล่งปลดปล่อย (Fig.1) อัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนระหว่างเดือนมกราคมถึงเมษายนและเดือนธันวาคมอยู่ระหว่าง 0.019 ถึง 0.391 หรือเฉลี่ย  $0.171 \pm 0.188$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนพฤศจิกายน อยู่ระหว่าง 0.212 ถึง 146.312 หรือเฉลี่ย  $26.757 \pm 54.386$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

นาข้าวที่ตำบลชางเคิ่ง (RF2) จะถูกปล่อยว่างเป็นที่เลี้ยงปศุสัตว์ เช่น โค และกระบือ ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม ปริมาณการดูดใช้ก๊าซมีเทนในช่วงนี้อยู่ระหว่าง 0.018 ถึง 0.218 หรือเฉลี่ย  $0.116 \pm 0.079$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.1) เกษตรกรปลูกข้าวระหว่างเดือนมิถุนายนและเก็บเกี่ยวปลายเดือนพฤศจิกายน แต่เดือนธันวาคม แปลง RF2 ความชื้นในดินยังอยู่ในระดับสูงทำให้ยังมีการผลิตและปลดปล่อยก๊าซอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนอยู่ระหว่าง 0.576 ถึง 254.035 หรือเฉลี่ย  $111.092 \pm 112.120$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.1)

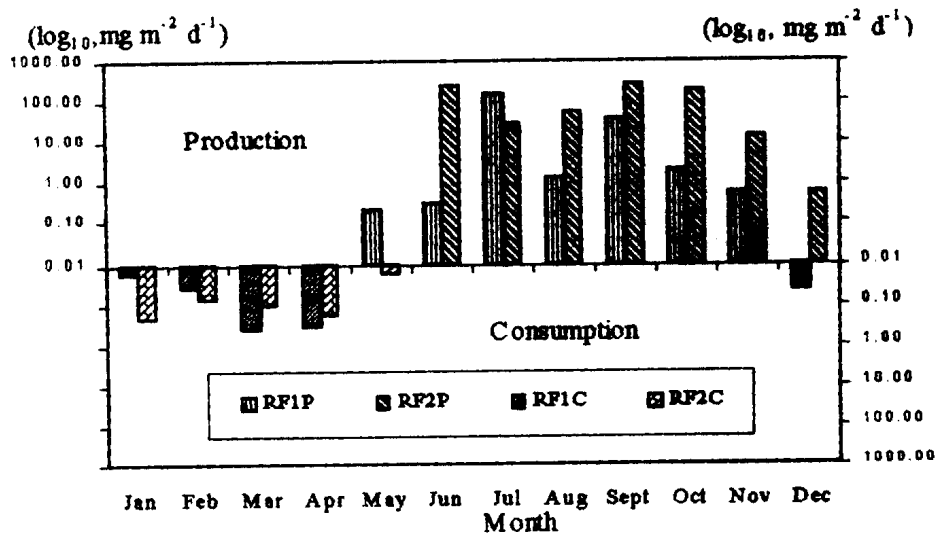


Figure 1 Seasonal variation of methane production and consumption in rice field.

RF1P = methane production from RF1

RF1C = methane consumption in RF1

RF2P = methane production from RF2

RF2C = methane consumption in RF2

## 2. แหล่งดูดใช้ก๊าซมีเทน

นาข้าวที่มีน้ำท่วมขังในฤดูทำนาเป็นแหล่งปลดปล่อยก๊าซมีเทนดังกล่าวข้างต้น ในทางตรงข้ามพื้นที่ป่าและพื้นที่ทำการเกษตรที่ไม่มีน้ำขังก็สามารถเป็นแหล่งดูดใช้ก๊าซมีเทน มีส่วนในการรักษาสมดุลธรรมชาติอีกทางหนึ่ง แปลงพืชไร่ แปลงไม้ผล แปลงปลูกพืชไร่นานา และพื้นที่ป่า เป็นแหล่งที่มีการดูดใช้ก๊าซมีเทนตลอดทั้งปีเนื่องจากเป็นพื้นที่สูง มีความลาดเท และไม่มีน้ำท่วมขังเมื่อเปรียบเทียบกับนาข้าว

พื้นที่ป่าเต็งรัง DF1 และ DF2 มีอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนระหว่าง 0.056 ถึง 0.706 หรือเฉลี่ย  $0.259 \pm 0.197$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน และ 0.060 ถึง 0.413 หรือเฉลี่ย  $0.212 \pm 0.146$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ (Fig.2) เมื่อเฉลี่ยทั้งสองแปลง อัตราการดูดใช้จะอยู่ที่ 0.236 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

ป่าดิบเขา (EF) ซึ่งอยู่ในพื้นที่ตำบลช้างเค็้งดินมีความอุดมสมบูรณ์สูง มีเห็ดหลายชนิดขึ้นจำนวนมากในฤดูฝน อัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนอยู่ระหว่าง 0.011 ถึง 0.481 หรือเฉลี่ย  $0.209 \pm 0.152$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.2)

การศึกษานี้พบว่ามีการดูดใช้ก๊าซมีเทนค่อนข้างสูงในแปลงไร่นานา F1 F4 และ F7 ซึ่งเป็นพื้นที่ติดต่อกัน มีความลาดเทต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ มีวัชพืชจำพวกหญ้า ไม้พุ่มขนาดเล็กและขนาดกลางขึ้นหนาแน่น อัตราการดูดใช้อยู่ระหว่าง 0.234 ถึง 0.919 0.047 ถึง 0.935 และ 0.115 ถึง 0.885 มิลลิกรัม

ต่อตารางเมตรต่อวัน สำหรับไร่นานา 1 ปี 4 ปี และ 7 ปี หรือเฉลี่ย  $0.567 \pm 0.210$   $0.495 \pm 0.234$  และ  $0.490 \pm 0.276$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ตามลำดับ (Fig.2)

แปลงพืชไร่ (FC) ซึ่งมีพื้นที่ติดกับพื้นที่ RF2 ในตำบลช้างเค็้ง มีอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนระหว่าง 0.065 ถึง 0.639 หรือเฉลี่ย  $0.240 \pm 0.173$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.2) โดยมีอัตราการดูดใช้สูงในเดือนมิถุนายนและเดือนตุลาคม เนื่องจากการเตรียมดินช่วงต้นฤดูปลูกเป็นการเพิ่มการระบายอากาศในดิน ในขณะที่หลังการเก็บเกี่ยวในเดือนตุลาคมมีการย่อยสลายของอินทรีย์วัตถุสูง ซึ่งมีผลต่อการทำงานของแบคทีเรียที่ใช้ก๊าซมีเทนเป็นแหล่งพลังงาน (Goldman *et al.*, 1995)

แปลงไม้ผล (OF) มีพื้นที่ติดกับแปลง RF1 ของตำบลวัดจันทร์ ไม้ผลที่ปลูกเป็นไม้ผลเมืองหนาว และแซมด้วยพืชผักเมืองหนาวหลายชนิดระหว่างแถว ไม้ผลนานาชนิดกันไปตลอดทั้งปี อัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนอยู่ระหว่าง 0.057 ถึง 0.389 หรือเฉลี่ย  $0.234 \pm 0.107$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.2)

ป่าสน (PF) ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ตำบลวัดจันทร์ พื้นที่ป่าสนมีแนวโน้มน้อยกว่าที่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2517 จนถึงปัจจุบัน (Sangchyoswat, 1998) ประกอบด้วยสนสองใบและสนสามใบเป็นส่วนใหญ่ อัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนอยู่ระหว่าง 0.009 ถึง 0.415 หรือเฉลี่ย  $0.161 \pm 0.120$  มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน (Fig.2)

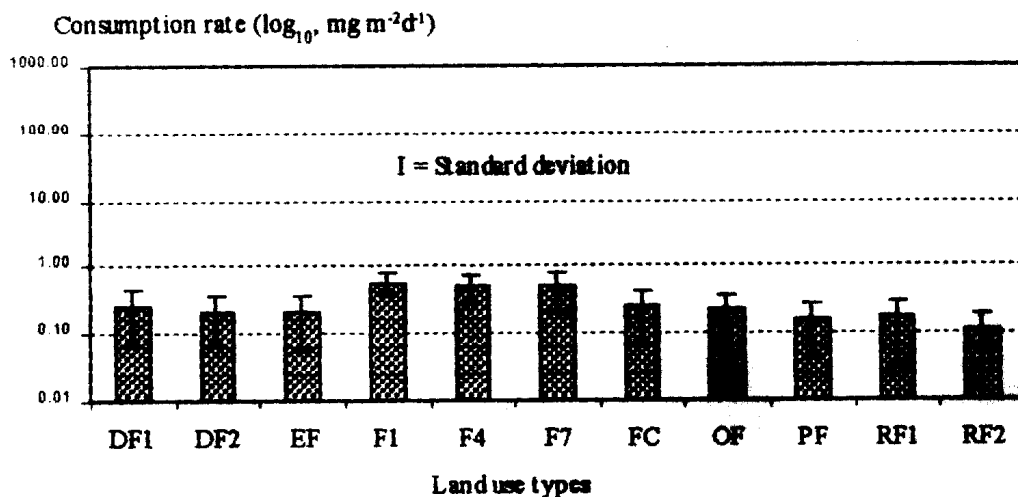


Figure 2 Average methane consumption rates in various land uses types.

- |                                    |  |
|------------------------------------|--|
| DF1 = Deciduous forest in Wat Chan | DF2 = Deciduous forest in Charng-Kerng |
| EF = Hill evergreen forest         | F1 = One-year fallow                   |
| F4 = Four-year fallow              | F7 = Seven-year fallow                 |
| FC = Field crop area               | OF = Orchard field                     |
| PF = Pine forest                   |  |

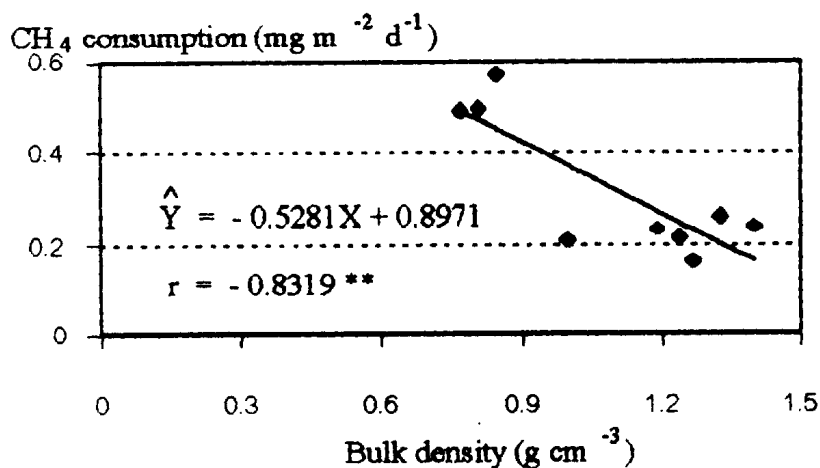


Figure 3 Correlation between soil bulk densities and methane consumption rates

Note: \*\* = significant at 1% level



จากการนำเอาความหนาแน่นของดิน (Soil bulk density) ในบริเวณเดียวกับที่สุ่มตัวอย่างก๊าซ ซึ่งศึกษา C-Stock of Various Land Use in Mae Chaem Watershed โดยไพบูลย์และคณะ (2542, ยังไม่ตีพิมพ์) มาหาความสัมพันธ์กับอัตราการดูดใช้ก๊าซ มีเทนพบว่าความหนาแน่นของดินมีความสัมพันธ์ (Correlation Coefficient; r) ซึ่งลบกับอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนอย่างมีนัยสำคัญ (Fig.3)

## วิจารณ์

จากอัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนระหว่างนาข้าว 2 แปลงคือที่ตำบลวัดจันทร์และตำบลช่างเคิ่ง จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกัน กล่าวคือ นาข้าวที่ตำบลวัดจันทร์ มีอัตราการปลดปล่อยเฉลี่ย 26.757 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ในขณะที่นาข้าวที่ตำบลช่างเคิ่ง มีอัตราการปลดปล่อยเฉลี่ย 111.092 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน สาเหตุที่อัตราการปลดปล่อยก๊าซมีเทนแตกต่างกันอาจเนื่องมาจาก (1) ความแตกต่างกันของพันธุ์ข้าว (2) การปฏิบัติดูแลรักษา เช่น การเตรียมดิน การให้น้ำ และการใส่ปุ๋ยรวมถึงชนิดของปุ๋ย (3) คุณสมบัติของดิน (Wang *et al.*, 1995)

การศึกษานี้พบว่าพื้นที่ป่าและพื้นที่ทำการเกษตรที่ไม่มีน้ำท่วมเป็นแหล่งดูดใช้ก๊าซมีเทนซึ่งสามารถลดปริมาณก๊าซมีเทนในชั้นบรรยากาศได้อีกทางหนึ่ง แต่มีอัตราการดูดใช้ที่ต่ำเมื่อเทียบกับอัตราการปลดปล่อยจากนาข้าวที่กล่าวข้างต้น อย่างไรก็ตามพบอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทนค่อนข้างสูงในแปลงปลูกพืชไร่มุมนเวียนทั้งสามแปลง เมื่อเทียบกับแปลงที่มีการดูดใช้อื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจาก (1) หนาดินปกคลุมด้วยอินทรีย์วัตถุจำนวนมาก (2) ไม่มีการไหลบ่าของน้ำหลังฝนตกทำให้อินทรีย์วัตถุไม่ถูกเคลื่อนย้ายเนื่องจากเป็นพื้นที่ค่อนข้างราบเรียบ (3) เปอร์เซนต์อนุภาคทรายเฉลี่ยค่อนข้างสูง (42%) ทำให้การระบายอากาศดีเหมาะสำหรับการทำงานของ Methanotrophic bac-

teria (4) การจัดการ เช่นการแผ้วถาง เผา และการพรวนดินเพื่อการเพาะปลูกอาจเป็นการกระตุ้นกิจกรรมภายในดิน

## สรุป

จากการศึกษาค้นคว้านี้สามารถแบ่งประเภทการใช้ที่ดินตามลักษณะการปลดปล่อยและการใช้ก๊าซมีเทนเป็น 2 กลุ่ม คือ (1) พื้นที่ที่มีการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทน และ (2) พื้นที่ดูดใช้ก๊าซมีเทน

### 1. พื้นที่ที่มีการปลดปล่อยและการดูดใช้ก๊าซมีเทน

ในนาข้าวพบว่ามีทั้งการดูดใช้และการปลดปล่อยก๊าซมีเทนในรอบหนึ่งปี เห็นได้อย่างชัดเจนจากนาข้าวทั้งสองแปลง การดูดใช้ก๊าซมีเทนจะเกิดในช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมและเดือนธันวาคม ช่วงดังกล่าวไม่มีน้ำขังในนาและดินมีการระบายอากาศ อัตราการดูดใช้อยู่ระหว่าง 0.019 ถึง 0.319 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หรือเฉลี่ย 0.144 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน ส่วนการปลดปล่อยก๊าซมีเทนเกิดขึ้นช่วงเดือนมิถุนายนถึงพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงทำนา อัตราการปลดปล่อย อยู่ระหว่าง 0.212 ถึง 254.035 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หรือเฉลี่ย 68.930 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน

### 2. พื้นที่ดูดใช้ก๊าซมีเทน

พื้นที่ป่าและพื้นที่การเกษตรบนที่ดอนที่ตั้งอยู่บนที่สูงและลาดชัน ไม่มีน้ำขังในช่วงฤดูฝน เป็นพื้นที่ที่มีการดูดใช้ก๊าซมีเทน อัตราการใช้อ้อยู่ระหว่าง 0.009 ถึง 0.935 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน หรือเฉลี่ย 0.517 0.240 0.236 0.234 0.209 และ 0.161 มิลลิกรัมต่อตารางเมตรต่อวัน สำหรับแปลงพืชไร่มุมนเวียน แปลงพืชไร่ ป่าเต็งรัง แปลงไม้ผล ป่าดิบเขา และ ป่าสนตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าความหนาแน่นของดินมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการดูดใช้ก๊าซมีเทน

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์ ที่ดำเนินการเมื่อปี พ.ศ. 2542 ขณะที่ผู้เขียนกำลังศึกษาอยู่ที่ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยได้รับงบประมาณสนับสนุนจาก ICRAF (The International Center for Research in Agroforestry) และขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำเพื่อความสมบูรณ์ของงานวิจัย ทำยสุดขอขอบคุณศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรีที่อำนวยความสะดวกในการใช้อุปกรณ์วิเคราะห์ตัวอย่างก๊าซในงานวิจัยสำเร็จด้วยดี

## เอกสารอ้างอิง

- Bender, M. and R. Conrad. 1995. Effect of CH<sub>4</sub> concentrations and soil conditions on the induction of CH<sub>4</sub> oxidation activity. *Soil Biology and Biochemistry* 27:1517-1527.
- Bowden, R. D.; K. M. Newkirk and G. M. Rullo. 1998. Carbon dioxide and methane fluxes by a forest soil under laboratory-controlled moisture and temperature conditions. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1591-1597.
- Goldman, M. B.; P. M. Groffman; R. V. Pouyat; M. J. McDonnell and S. T. A. Pickett. 1995. CH<sub>4</sub> uptake and N availability in forest soils along an urban to rural gradient. *Soil Biology and Biochemistry* 27:281-286.
- Jensen, S. and R. A. Olsen. 1998. Atmospheric methane consumption in adjacent arable and forest soil systems. *Soil Biology and Biochemistry* 30:1187-1193
- Jermsawatdipong, P.; L. Kunnoot and N. Chareonsilp. 1999. A Survey of Literature on Methane Emission from Paddy Fields in Thailand. Submitted to the Thailand Research Fun. Contact No. PDG3/01/2542.
- Palm, C.; D. Murdiyarso and M. van Noordwijk. 1998. Greenhouse gas emission from the changing land-use: A sampling protocol. During the 12-16 Jan 1998. Greenhouse gas emission and C-stock modeling workshop held at Chiang Mai University, Chiang Mai, Thailand.
- Priemé A. and S. Christensen. 1997. Seasonal and spatial variation of methane oxidation in a Danish spruce forest. *Soil Biology and Biochemistry* 29:1165-1172.
- Priemé A.; S. Christensen; K.E. Dobbie and K.A. Smith. 1997. Slow increase in rate of methane oxidation in soil with time following land use change from arable agriculture to woodland. *Soil Biology and Biochemistry* 29:1269-1273.
- Quiamco, M. B. 1996. A study of a least - cost greenhouse gas abatement strategy for Asia (ALGAS). Hand out during 28 October - 2 November 1996. Measurement of methane emission from rice fields. Prachin Buri Rice Research Center, Prachin Buri, Thailand.

- Sangchayasawat, C. 1998. Geographical analysis of landscape in the Wat Chan Watershed, Northern Thailand. Ph. D. Thesis, University of Hawaii, USA. 154 p.
- Singh, J. S.; A. S. Raghubanshi; V. S. Reddy; S. Singh and A. K. Kashyap. 1998. Methane flux from irrigated paddy and dryland rice fields, and from seasonally dry tropical forest and Savanna soils of India. *Soil Biology and Biochemistry* 30:135-139.
- Sitaula, B. K.; L. R. Bakken and G. Abrahamsen. 1995. CH<sub>4</sub> uptake by temperate forest soil: Effect of N input and soil acidification. *Soil Biology and Biochemistry* 27:871-880.
- Snedecor, G. W. and W.G. Cochran. 1987. Statistical Methods. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 507 p.
- Thailand Environment Institute (TEI). 1997. Thailand National GHGs Inventory, 1990. Thailand Environment Institute, Bangkok. 130 p.
- Wang, Z.; H. Kludze; C.R. Crozier and W.H. Patrick JR. 1995. Soil characteristic affecting methane production and emission in flooded rice. Pages 80-90. In: S. Peng, K.T. Ingram, H.-U. Neue and L.H. Ziska. (Eds). Climate Change and Rice. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Whalen, S. C. and W. S. Reeburgh. 1996. Moisture and temperature sensitivity of CH<sub>4</sub> oxidation in boreal soils. *Soil Biology and Biochemistry* 28:1271-1281.
-