

การจัดการน้ำในนาข้าวเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับน้ำและบรรยากาศ

Water Management in Paddy Field for Reducing of Environmental Impacts on Water and Atmosphere

อัจฉรา ชุมวงศ์ และ บัญชา ขวัญยืน

Achara Chumvong and Bancha Kwanyuen

ภาควิชาวิศวกรรมชลประทาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เลขที่ 1 หมู่ 6 ตำบลกำแพงแสน อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม 73140

โทร. 0841339969, 034351897 ต่อ 119, 127 โทรสาร 034351404

E-mail: g4785010@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาการจัดการน้ำในนาข้าวแบบน้ำตื้น (10-5 เซนติเมตร) แบบเปียกสลับแห้ง (5--5 เซนติเมตร) และแบบดั้งเดิม (30 -20 เซนติเมตร) โดยตรวจวัดข้อมูลจากนาปรังและนาปี พ.ศ.2549 ในลุ่มน้ำแม่กลอง จากการวิเคราะห์ผลพบว่าที่ระดับน้ำท่วมขังในนาข้าวสูงกว่าและนานกว่าส่งผลต่อปริมาณมีเทนและคุณภาพน้ำมากกว่า โดยแบบดั้งเดิมส่งผลกระทบมากที่สุด แบบน้ำตื้นส่งผลน้อย แบบน้ำตื้นร่วมกับแบบเปียกสลับแห้งส่งผลน้อยกว่า และแบบเปียกสลับแห้งส่งผลกระทบน้อยที่สุดคือเกิดมีเทนในนาข้าวรวมทั้งไนเตรตและฟอสเฟตในคลองระบายน้ำน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับแบบดั้งเดิมพบว่าการจัดการน้ำต่างๆ ดังกล่าวสามารถลดปริมาณมีเทน ความเข้มข้นไนเตรตและฟอสเฟตได้ 20--81%, 51-61% และ 97-98% ตามลำดับรวมทั้งประหยัดน้ำได้ 31--52% โดยผลผลิตข้าวไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นการจัดการน้ำที่เหมาะสมจึงเป็นแนวทางที่มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณน้ำใช้และช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านบรรยากาศและน้ำตลอดจนส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นภายใต้เงื่อนไขระบบนิเวศที่ศึกษา

Abstract

This research focuses on water management in paddy fields by applying the shallow water depth (10 to 5 cm.), the combination of wetting and drying (5 to -5 cm.) and the traditional irrigation (30 to 20cm.). Observation samples were regularly collected from paddy fields during the dry and rainy seasons of 2006 in the MaeKlong river basin, Thailand. The results showed that higher and longer flooding period of paddy fields increased methane emission and water quality impacts. The traditional irrigation induced the most impacts, while the shallow water depth and the combination of shallow water depth with drying period showed decreasing impacts, respectively. Moreover the combination of wet and dry periods gave the lowest methane emission in paddy field, nitrate and phosphate concentration in drainage canal. In comparison with traditional irrigation, the other two methods indicated that methane emission, nitrate and phosphate concentration were

reduced by 20.2--81.6%, 51-61% and 97-98%, respectively. In addition, water supply decreased 31.64--52.57% without any significant rice yield reductions. To summarize, the proper water management is an effective way to reduce water use, enhance sustainable environmental of atmosphere and water resources, including improvement quality of life under better condition of ecosystem.

1. คำนำ

คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศพยากรณ์ว่าศตวรรษหน้าอุณหภูมิของโลกน่าจะสูงขึ้น 1.8°-4°C และน้ำทะเลที่เกิดจากการละลายของน้ำแข็งขั้วโลกจะสูงขึ้น 18-59 เซนติเมตรตามรายงานฉบับที่ 1 ปี พ.ศ. 2550 ซึ่งสาเหตุส่วนหนึ่งมาจากก๊าซเรือนกระจกที่นับวันจะเพิ่มมากขึ้นและเป็นปัญหาสำคัญที่ทั่วโลกให้ความสนใจรวมทั้งหาแนวทางในการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่เป็นสาเหตุของภาวะโลกร้อน มีเทนเป็นก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญโดย [1] รายงานว่าค่าศักยภาพในการทำให้โลกร้อนขึ้นของมีเทนมีค่ามากกว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 21 เท่าและ [2] ประเมินการปล่อยมีเทนจากนาข้าวพบว่า มีประมาณ 15-20% ของมีเทนทั้งหมดในบรรยากาศของ [3] รายงานว่ามีนาข้าวในประเทศไทยประมาณ 76 ล้านไร่ในปี 2549 ที่ให้น้ำท่วมขังสูงเพื่อกำจัดวัชพืชที่ขึ้นนอกจากไม่ประหยัดน้ำแล้วยังก่อให้เกิดก๊าซมีเทนสู่บรรยากาศขณะที่ [4] ประเมินก๊าซมีเทนที่ปล่อยจากนาข้าวไทยพบว่าประมาณ 1.81- 4.03 ล้านตันต่อปี และถ้าพิจารณาด้านคุณภาพน้ำ [5] พบว่าการชลประทานมีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ส่วน [6] รายงานว่าปริมาณไนโตรเจนที่สูญเสียจากนาข้าวโดยเกิดจากการระบายน้ำผิวดินประมาณ 7.2 kg ha-1 และจากการรั่วซึม 11.6 kg ha-1 รวมทั้ง [7] พบว่าปัจจัยการใช้ปุ๋ยในนาข้าวที่อยู่เหนือแหล่งน้ำมีความสำคัญที่สุดในการควบคุมปริมาณไนโตรเจนในแหล่งน้ำและการลดปริมาณการระบายน้ำในช่วงการใส่ปุ๋ยจะนำไปสู่การลดการนำสารจากนาข้าวไปสู่แหล่งน้ำข้างเคียง

ดังนั้นจะเห็นว่าการทำนาข้าวเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพอากาศและน้ำซึ่งนับวันจะมีแนวโน้มขาดความสมดุลมากขึ้น การหาแนวทางแก้ไขและปรับตัวให้ทันต่อการ

เปลี่ยนแปลงต่างๆในสถานการณ์เช่นนี้ย่อมเป็นสิ่งสำคัญ ดังนั้นจึงได้วิจัยการจัดการน้ำชลประทานในนาข้าวเพื่อเป็นแนวทางหนึ่งในการช่วยลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพอากาศและน้ำดังกล่าวรวมทั้งประหยัดน้ำในเวลาเดียวกันเป็นประโยชน์ในภาพรวมและเป็นสิ่งจำเป็นต่อการพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชนให้ดีขึ้น

2. การจัดการน้ำและปัจจัยการผลิตในนาข้าว

จากการศึกษา [8] พบว่ามีการสูญเสียน้ำในนาข้าวประมาณ 50 - 80% ของปริมาณน้ำที่ใส่ การที่น้ำท่วมขังเกือบตลอดเวลาจะทำให้รากข้าวถูกทำลายได้ง่ายและไม่แข็งแรง รวมทั้งเปลืองสารเคมีที่จะต้องละลายไปกับน้ำ อย่างไรก็ตาม [9] รายงานว่าปี 1999 ประเทศไทยได้เริ่มโครงการวิจัยเทคนิคการประหยัดน้ำในนาข้าวอย่างจริงจังและต่อเนื่องเพื่อให้สามารถใช้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและเผยแพร่ไปใช้ในพื้นที่อื่นๆ ส่วน [10] ได้ศึกษาศักยภาพการเพิ่มผลผลิตน้ำในภาวะที่น้ำขาดแคลนโดยเน้นไปที่การเพิ่มขึ้นของผลผลิตต่อหน่วยน้ำ การลดปริมาณการรั่วซึมต่างๆและการระเหย รวมทั้งการนำน้ำฝนไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพสำหรับ [11] แนะนำการให้น้ำโดยให้มีการขังน้ำน้อยๆและให้บ่อยๆ รวมทั้งการให้น้ำขังน้อยๆและมีที่เก็บกักมาก อนึ่ง [12] กล่าวว่า การจัดการน้ำแบบประหยัดเกิดจากการประยุกต์การให้น้ำท่วมขังในนาข้าวแบบมีระดับน้ำตื้น (Shallow Water Depth, SWD) รวมทั้งการให้น้ำข้าวมีสภาวะเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying, AWD) ซึ่งหมายถึงการให้น้ำตามระดับที่กำหนดแล้วปล่อยให้แห้งจนดินมีความชื้นตามต้องการจึงทำการให้น้ำใหม่ นำวิธีการต่างๆมาใช้ตลอดฤดูเพาะปลูกหรือนำมาใช้สลับกันในแต่ละช่วงการเจริญเติบโตของข้าว

สำหรับผลกระทบจากการจัดการน้ำ [13] พบว่าในนาที่มีน้ำท่วมขังต่างกันมีผลต่อผลผลิตข้าวโดยนาที่น้ำขังลึก 20 เซนติเมตร จะมีผลผลิตต่ำกว่าที่ขังในระดับ 0, 5, 10 และ 15 เซนติเมตร ส่วน [14] สรุปว่าผลผลิตข้าวสูงได้โดยไม่ต้องให้น้ำท่วมในนาตลอดเวลา และความชื้นที่ต้องการในเขตรากเพียง 70% - 80% ของความชื้นที่พืชนำไปใช้ได้เท่านั้น อย่างไรก็ตาม [15] รายงานว่าผลของระดับน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวแบบหว่านน้ำตื้นและปักดำที่ระดับน้ำ 20 และ 0 เซนติเมตร พบว่าวิธีการปลูกข้าวที่แตกต่างกันที่ระดับน้ำเท่ากันไม่ก่อให้เกิดความแตกต่างของการปล่อยก๊าซมีเทน เช่นเดียวกับ [16] เสนอว่าระดับน้ำมีอิทธิพลต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวโดยที่ระดับน้ำสูงกว่ามีการปล่อยก๊าซมากกว่า และ [17] พบว่าการระบายน้ำสามารถลดการแพร่กระจายของก๊าซมีเทนได้อย่างมีนัยสำคัญ

ดังนั้นในการศึกษานี้จึงได้ทำการประยุกต์การให้น้ำแบบประหยัดคือ AWD และ SWD มาใช้จัดการน้ำในนาข้าวในพื้นที่ศึกษาพร้อมเปรียบเทียบกับการทำงานแบบดั้งเดิมของเกษตรกรเพื่อหาแนวทางในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำและภูมิอากาศรวมทั้งเป็น การใช้น้ำแบบประหยัดในเวลาเดียวกัน

3. แบบจำลอง DNDC

การศึกษานี้ได้นำแบบจำลอง DNDC (the denitrification and decomposition model) มาประกอบการวิเคราะห์หาปริมาณมีเทนในนาข้าวเพื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง ซึ่งแบบจำลองถูกพัฒนาโดย [18-19] มีการแบ่งโครงสร้างแบบจำลองเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกประกอบด้วยแบบจำลองย่อยของ soil climate, crop growth และ decomposition เพื่อทำนายอุณหภูมิของดิน ความชื้น ค่าความเป็นกรดและด่าง ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Eh) และรูปตัดความเข้มข้นสารในดินแต่ละส่วน ซึ่งเกิดจากการขับเคลื่อนในระบบนิเวศน์ได้แก่ อากาศ ดิน พืชและกิจกรรมของมนุษย์เป็นต้น การทำนาย Eh ของดินอยู่ภายใต้เงื่อนไขภูมิและภูมิอากาศ สำหรับส่วนที่ 2 ประกอบด้วยแบบจำลองย่อยของกระบวนการ nitrification, denitrification และ fermentation เพื่อทำนายการแพร่กระจายของมีเทน (CH_4), คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และไนตรัสออกไซด์ (N_2O)

4. วิธีวิจัย

ทดลองในนาข้าวเขตพื้นที่ลุ่มน้ำแม่กลอง ปลูกข้าวด้วยวิธีนาหว่านน้ำตื้นโดยใช้ข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ปลูกข้าวนาปีและนาปรังอย่างละ 1 ฤดูในปี 2549 พื้นที่วิจัยประกอบด้วยนาข้าวในสถานีทดลองการใช้น้ำชลประทานที่ 5 กรมชลประทาน (เงื่อนไขที่ 1-4) และพื้นที่นาข้าวเกษตรกรที่มีการจัดการน้ำแบบดั้งเดิมในเขตลุ่มน้ำแม่กลอง (เงื่อนไขที่ 5) โดยแผนการเพาะปลูกข้าวมีดังนี้คือฤดูที่ 1 เริ่มเพาะปลูก 8 มีนาคม 2549 และเก็บเกี่ยว 10 กรกฎาคม 2549 ส่วนฤดูที่ 2 เริ่มเพาะปลูก 21 สิงหาคม 2549 และเก็บเกี่ยว 23 ธันวาคม 2549 มีการใส่ปุ๋ย 3 ครั้งคือหลังหว่านข้าว 25 วัน 50 วัน และ 70 วัน โดยใช้ปุ๋ยสูตร 16-20-0 ปริมาณ 35 กิโลกรัมต่อไร่ ในครั้งแรกและใช้สูตร 46-0-0 ปริมาณ 10 กิโลกรัมต่อไร่ในครั้งที่ 2 และ 3 สำหรับการใส่สารเคมีปราบวัชพืชและแมลงมี 3 ครั้ง คือก่อนเพาะปลูก หลังเพาะปลูก 1 และ 2 เดือนตามลำดับ

4.1 เงื่อนไขการทดลอง

กำหนดเงื่อนไขการทดลองสำหรับการจัดการน้ำเป็น 5 เงื่อนไขจำนวน 3 ซ้ำ พิจารณาการจัดการน้ำเป็น 4 ช่วงเวลาคือ I_1 , I_2 , I_3 และ I_4 ตามระยะการเจริญเติบโตของข้าว โดย I_1 คือระยะที่เริ่มหว่านข้าว จนถึงแตกกอสูงสุด (20 วันหลังหว่าน), I_2 คือช่วงแตกกอสูงสุดถึงกำเนิดช่อดอก (50 วันหลังหว่าน), I_3 คือช่วงกำเนิดช่อดอก ออกดอกถึงเริ่มสุกแก่ (104 วันหลังหว่าน) และ I_4 คือช่วงเริ่มสุกแก่ถึงเก็บเกี่ยว (120 วันหลังหว่าน) ควบคุมข้อมูลด้านต่างๆได้แก่สภาพภูมิประเทศ ภูมิอากาศ ดิน ช่วงเวลาปลูกให้ใกล้เคียงกัน สำหรับระดับน้ำในนาข้าวแบ่งเป็น 5 กรณีคือระดับน้ำท่วมขังในนาข้าวแบบน้ำตื้น (Shallow Water Depth) หรือ (S) โดยให้น้ำขังที่ระดับ 10-5 เซนติเมตร กรณีระดับน้ำท่วมแบบเปียกสลับแห้ง (Alternate Wetting and Drying) หรือ (A) คือให้น้ำขังในนาที่

ระดับ 5--5 เซนติเมตร กรณีน้ำท่วมขังแบบดั้งเดิม (Traditional irrigation) หรือ (T) คือมีน้ำขังที่ระดับ 30-20 เซนติเมตร กรณีระบายน้ำ (Drainage) หรือ (D) ออกจากงานแห้งก่อนการเก็บเกี่ยว และกรณีมีการระบายน้ำออกจากแปลงจนให้น้ำขังในนาประมาณ 5 เซนติเมตรเป็นช่วงหว่านข้าว (Broadcasting) หรือ (B)

ดังนั้นแผนการทดลองการจัดการน้ำทั้ง 5 เงื่อนไขจึงประกอบด้วยการให้น้ำท่วมขังที่ 5 ระดับคือ S, A, T, D และ B ส่วนช่วงเวลาการให้น้ำมี 4 ช่วงได้แก่ I_1 , I_2 , I_3 และ I_4 โดยที่ในช่วงเวลา I_2 และ I_3 มีการจัดการดังนี้คือ $S I_2$ (มีน้ำท่วมขังแบบระดับ S ในช่วงเวลา I_2), $S I_3$, $A I_2$, $A I_3$, $T I_2$ และ $T I_3$ ส่วนช่วงที่ I_1 และ I_4 มีการให้น้ำแบบ $B I_1$ และ $D I_4$ ตามลำดับเหมือนกันในทุกเงื่อนไขดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดการน้ำในนาข้าวที่ช่วงเวลาต่างๆของแต่ละเงื่อนไข

เงื่อนไข	I_1	I_2	I_3	I_4
1 (SS)	B	S	S	D
2 (SA)	B	S	A	D
3 (AS)	B	A	S	D
4 (AA)	B	A	A	D
5 (TT)	B	T	T	D

เนื่องจากในช่วงเวลา I_1 และ I_4 ของทุกเงื่อนไขมีการจัดการน้ำที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงเรียกการจัดการน้ำในเงื่อนไขที่ 1-5 ตามการจัดการน้ำในช่วง I_2 และ I_3 คือ SS, SA, AS, AA และ TT ตามลำดับ

4.2 การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ

เก็บข้อมูลคุณภาพน้ำในนาข้าว คลองส่งน้ำ คลองระบายน้ำในพื้นที่ทดลองอย่างสม่ำเสมอทั้งก่อนการระบายน้ำและหลังการระบายน้ำจากพื้นที่นาข้าว โดยพิจารณาพารามิเตอร์ที่สำคัญต่าง ๆ ดังนี้คือ ความเป็นกรดเป็นด่าง ออกซิเจนละลายน้ำ ความสกปรกในรูปบีโอดี ไนเตรต ฟอสเฟต อุณหภูมิของน้ำ แอมโมเนียในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะพารามิเตอร์หลักที่เกิดจากการใส่ปุ๋ยในนาข้าวคือค่าไนเตรตและฟอสเฟตในน้ำจากคลองระบายน้ำเท่านั้น

4.3 การเก็บข้อมูลคุณภาพอากาศ

สำหรับข้อมูลอากาศพิจารณาจากปริมาณก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่แพร่กระจายไปในอากาศเป็นก๊าซหลัก การเก็บก๊าซใช้วิธี The closed static chamber technique ของ [20] โดยนำผู้เก็บอากาศ (chamber) ขนาด 60 x 60 x 60 เซนติเมตรพร้อมอุปกรณ์ติดตั้งไปครอบที่ต้นข้าว ปิครุมให้อากาศจากภายนอกเข้าไปในระบบ จับเวลาเริ่มครอบและเวลาที่วัด ทั้งนี้ [14] แนะนำให้ทำการเปิดพัดลมในตู้ครอบเป็นเวลา 30 วินาที เพื่อกว

อากาศให้สม่ำเสมอก่อนทำการวัด นอกจากนั้น [4] เสนอให้ทำการวัดในช่วงเวลาประมาณ 10-11 นาฬิกา ทั้งนี้เพราะเป็นเวลาที่ปริมาณก๊าซมีเทนที่ปลดปล่อยออกมามีค่าใกล้เคียงค่าเฉลี่ยของวัน การวัดใช้เครื่องมือวัดก๊าซมีเทนแบบคิโดลวักค่าความเข้มข้นของก๊าซที่เวลาต่างๆ พร้อมวัดอุณหภูมิ ค่าที่ได้จากเครื่องมือวัดเป็นค่าความเข้มข้นมีหน่วยเป็น ppmv ทำการแปลงหน่วยให้เป็นความหนาแน่นของก๊าซโดยใช้ The ideal gas law ตามคำแนะนำของ [22] ต่อมาหาค่าความลาดชันของความหนาแน่นของก๊าซต่อเวลาเพื่อนำไปคำนวณหาการแพร่กระจายของก๊าซ (flux) นอกจากนั้นได้เก็บข้อมูลค่าความเข้มข้นของไนโตรเจนในน้ำฝน ความเข้มข้นของแอมโมเนียในอากาศ ตลอดจนอัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ รวมทั้งพารามิเตอร์ต่างๆของดินเพื่อใช้ประกอบในการวิเคราะห์แบบจำลอง DNDC

4.4 การวิเคราะห์พารามิเตอร์

เมื่อได้ข้อมูลแต่ละพารามิเตอร์จากการทดลองแล้วทำการวิเคราะห์ผลต่างๆที่เกิดขึ้น รวมทั้งนำแบบจำลอง DNDC มาวิเคราะห์เกี่ยวกับคุณภาพอากาศในเงื่อนไขต่างๆเปรียบเทียบกับข้อมูลจริง รวมทั้งศึกษาหากลไกความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกัน ตลอดจนนำไปสู่การวิเคราะห์หาแนวทางในการลดผลกระทบต่างๆ

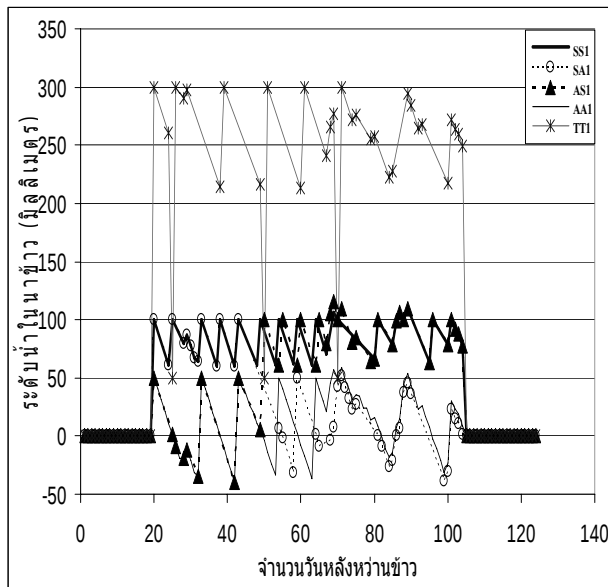
5. ผลการทดลองและวิจารณ์

5.1 การจัดการน้ำในนาข้าว

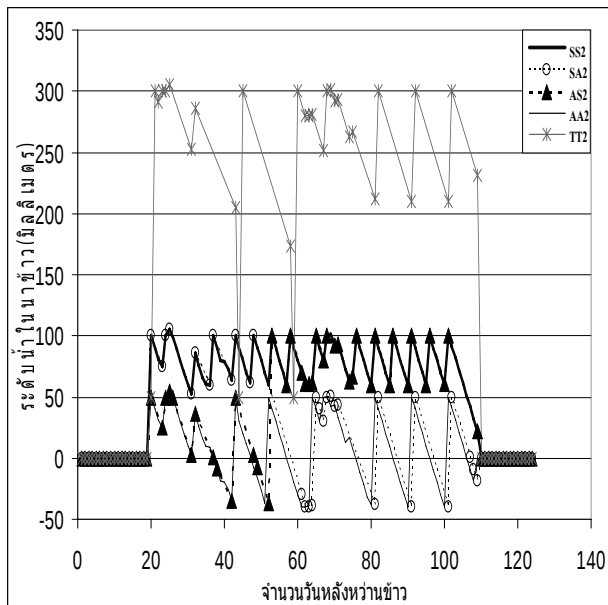
ผลการจัดการน้ำในนาข้าว 5 เงื่อนไขทั้งสองฤดูดังรูปที่ 1 และ 2 โดยปริมาณน้ำต่างๆที่ใช้ในนาข้าวสำหรับการจัดการน้ำแบบ SS, SA, AS, AA และ TT ในฤดูที่ 1 พบว่าการจัดการน้ำแบบ AA มีการใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุดคือ 354.8 มิลลิเมตรใกล้เคียงกับ SA เงื่อนไข AS และ SS มีการใช้น้ำมากกว่าและ TT ใช้น้ำชลประทานมากที่สุดคือ 1252.8 มิลลิเมตร ปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในนาข้าวฤดูที่ 1 ของทั้ง 5 เงื่อนไขคือ 1028.8, 821.1, 998.3, 810.1 และ 1708.1 มิลลิเมตรตามลำดับ โดยเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำในนาแบบดั้งเดิมพบว่าเงื่อนไขทั้ง 4 สามารถประหยัดปริมาณน้ำได้ประมาณ 39.8% - 52.6% เมื่อคิดจากปริมาณน้ำใช้ทั้งหมด และประหยัดน้ำได้ประมาณ 54.2% - 71.7% เมื่อคิดจากปริมาณน้ำชลประทานที่ให้

สำหรับในฤดูที่ 2 มีแนวโน้มเช่นเดียวกับฤดูที่ 1 โดยการจัดการน้ำแบบ AA มีการใช้น้ำชลประทานน้อยที่สุดคือ 517 มิลลิเมตรใกล้เคียงกับ SA เงื่อนไข AS และ SS มีการใช้น้ำมากกว่า และ TT ใช้น้ำชลประทานมากที่สุดคือ 1126.2 มิลลิเมตร ค่าปริมาณการใช้น้ำทั้งหมดในฤดูที่ 2 ของทั้ง 5 เงื่อนไขคือ 968.1, 847.1, 948.1, 807.1 และ 1416.3 มิลลิเมตรตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบกับการจัดการน้ำในนาแบบดั้งเดิมพบว่าเงื่อนไขทั้ง 4 สามารถประหยัดน้ำได้ประมาณ 31.6 - 43.0% เมื่อคิดจากปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดและประหยัดน้ำได้ประมาณ 39.7 - 54.1%

เมื่อคิดจากปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ ดังนั้นการจัดการน้ำแบบต่างๆ ภายใต้เงื่อนไขการทดลองจึงสามารถใช้เป็นแนวทางในการประหยัดน้ำ ใช้น้ำในข้าวได้ โดยปริมาณน้ำที่ใช้ในการจัดการน้ำแบบ AA < SA < SS และแบบเงื่อนไข TT ใช้น้ำมากที่สุด ทั้งนี้ผลผลิตของข้าวในนาทดลองที่มีการจัดการแบบ SS, SA, AS และ AA ใกล้เคียงกันโดยมีค่าคือ 760, 880, 840 และ 840 กิโลกรัมต่อไร่ตามลำดับ อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มสูงกว่าที่มีการจัดการน้ำแบบ TT ซึ่งมีผลผลิตประมาณ 716 กิโลกรัมต่อไร่



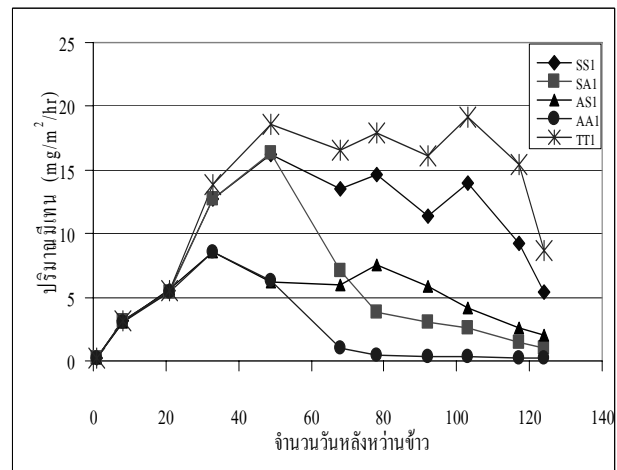
รูปที่1 การจัดการน้ำเงื่อนไขต่างๆในนาข้าวฤดูที่1 โดยที่ SS1 หมายถึง การจัดการน้ำแบบ SS ฤดูที่1



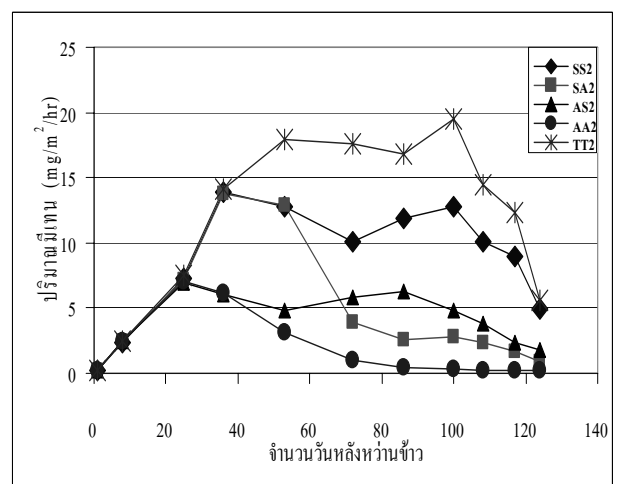
รูปที่2 การจัดการน้ำเงื่อนไขต่างๆในนาข้าวฤดูที่ 2

5.2 ปริมาณก๊าซมีเทนในนาข้าว

ผลการทดลองในนาข้าวพบว่าการจัดการน้ำที่แตกต่างกันทั้ง 5 เงื่อนไขให้ค่าการแพร่กระจาย (flux) ของก๊าซมีเทนที่แตกต่างกันดังรูปที่ 3 และ 4 โดยการปลูกข้าวฤดูที่ 1 มีค่า flux ตามการจัดการน้ำแบบ SS, SA, AS, AA และ TT โดยเฉลี่ย 31.9, 19.1, 15.8, 8.7 และ 39.9 กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูตามลำดับ ส่วนฤดูที่ 2 มีค่าโดยเฉลี่ย 28.9, 17.4, 14.3, 7.2 และ 39.3 กรัมต่อตารางเมตรต่อฤดูตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบที่ฤดูเดียวกัน เฉพาะช่วง I_2 และ I_3 พบว่าการมีน้ำท่วมขังน้อยลงจะมีค่า flux น้อยกว่า โดยแบบ AA หรือเงื่อนไขการให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งในทุกช่วงให้ค่ามีเทนน้อยที่สุดต่อมาเป็นเงื่อนไข AS ซึ่งให้น้ำแบบเปียกสลับแห้งต่อด้วยแบบน้ำตื้นให้ค่าใกล้เคียงกับเงื่อนไขแบบ SA ซึ่งให้น้ำแบบน้ำตื้นต่อด้วยแบบเปียกสลับแห้ง สำหรับเงื่อนไขแบบ SS ซึ่งให้น้ำแบบน้ำตื้นในทุกช่วงให้ค่ามีเทนมากกว่าแต่อย่างไรก็ตามเงื่อนไข TT หรือการปลูกข้าวแบบดั้งเดิมในแปลงนาเกษตรกรพบว่าให้ค่ามีเทนมากที่สุด



รูปที่3 ปริมาณมีเทนที่เกิดในนาข้าวที่ระยะเวลาต่างๆฤดูที่1



รูปที่4 ปริมาณมีเทนที่เกิดในนาข้าวที่ระยะเวลาต่างๆฤดูที่2

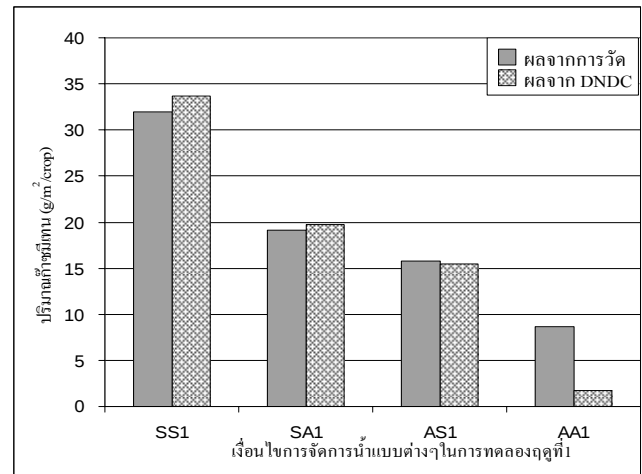
สำหรับเงื่อนไขที่ 2 และ 3 คือ SA และ AS ซึ่งมีการจัดการน้ำแบบระดับ S และ A เหมือนกันแต่สลับช่วงการเจริญเติบโตของพืช โดยเงื่อนไข SA เมื่อมีการให้น้ำมากกว่าคือแบบ S ในช่วง I_2 และมีปัจจัยของปุ๋ยร่วมด้วยทำให้ปริมาณมีเทนเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน หลังจากนั้นเมื่อให้น้ำแบบ A ซึ่งความลึกน้อยกว่าและมีช่วงที่คืนแห้งทำให้มีออกซิเจนในดินเป็นการตัดวงจรแอนาโรบิกเป็นช่วงๆ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์พวกมีธาโนเจนซึ่งสร้างก๊าซมีเทนทำให้มีเทนค่อยๆ ลดลงทั้งๆ ที่มีการใส่ปุ๋ย และเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระยะนี้ นานหลังจากนั้นจึงลดลงถึงระยะสุกแก่ ส่วนเงื่อนไข AS ในระยะแรกให้น้ำน้อยกว่าและใส่ปุ๋ยจึงไม่ค่อยเกิดผลกระทบมากนักให้ค่ามีเทนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและค่อยๆ ลดลงเริ่มมีการยับยั้งวงจรแอนาโรบิกตั้งแต่ช่วงแรกตั้งนั้นในระยะต่อมาเมื่อเพิ่มระดับน้ำมากขึ้นมีการใส่ปุ๋ยมีเทนค่อยๆ เพิ่มขึ้นในระยะตั้งท้องหลังจากนั้นระยะการเจริญของพืชไม่ค่อยมีผลนักทำให้ปริมาณมีเทนค่อยๆ ลดลงจนถึงสุกแก่ และเมื่อพิจารณาเงื่อนไข 1 และ 4 คือ SS และ AA มีการจัดการน้ำคล้ายกันคือมีรูปแบบเดียวกันตลอดช่วง I_2 และ I_3 แต่แบบ AA จะมีน้ำน้อยกว่าและมีสภาวะของดินแห้งเข้ามาเกี่ยวข้องด้วยมีการยับยั้งวงจรแอนาโรบิกตลอด ทำให้เกิดมีเทนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อใส่ปุ๋ย หลังจากนั้นค่อยๆ ลดลงอย่างเห็นได้ชัดจนถึงระยะสุกแก่ สภาพจึงใกล้เคียงกับนาไร่ ในขณะที่แบบ SS มีการให้น้ำมากกว่าตลอดและดินขาดออกซิเจนทำให้ในช่วงระยะแตกกอที่ใส่ปุ๋ยมีปริมาณมีเทนมากที่สุดต่อมากค่อยๆ ลดลงจนถึงเริ่มสร้างรวงและเพิ่มขึ้นในระยะตั้งท้องต่อมาลดลงในระยะดอกบานสลับกับเพิ่มขึ้นในระยะนี้ นานและลดลงอีกครั้งจนถึงระยะสุกแก่

อนึ่งเมื่อเปรียบเทียบเงื่อนไขแบบ SS กับ SA และเงื่อนไข AS กับ AA ซึ่งในช่วงแรกมีการจัดการน้ำเหมือนกันทำให้ค่ามีเทนที่เกิดขึ้นใกล้เคียงกัน ต่อมาในช่วง I_3 เงื่อนไขแบบ SA และ AA มีปริมาณน้ำน้อยกว่าประกอบกับมีสภาวะดินแห้งมาเกี่ยวข้องด้วยทำให้ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นน้อยกว่าแบบ SS และ AS ตามลำดับ

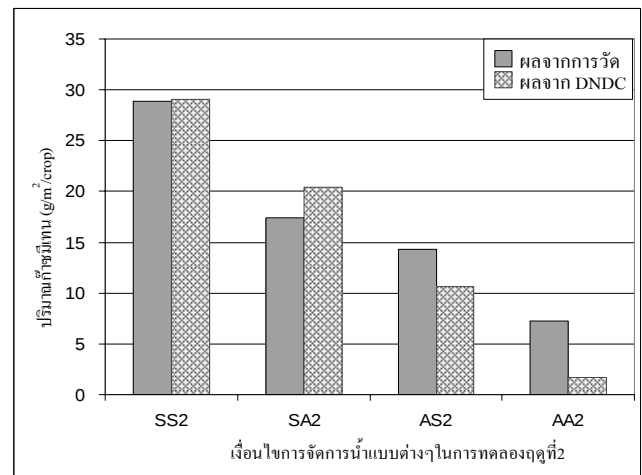
สำหรับเงื่อนไขแบบ TT และ SS มีลักษณะคล้ายกันคือสภาวะแอนาโรบิกอย่างต่อเนื่องโดยที่ TT มีน้ำท่วมขังมากกว่า ดังนั้นแนวโน้มการเกิดมีเทนตามระยะการเจริญเติบโตต่างๆ คล้ายกันแต่อย่างไรก็ตามแบบ TT ค่ามีเทนมากกว่าและมากกว่าเงื่อนไขอื่นๆ ที่ทำการทดลองเช่นกัน อนึ่งในการทำนาข้าวฤดูที่ 2 แนวโน้มการเกิดมีเทนที่ช่วงการให้น้ำต่างๆ คล้ายกับฤดูที่ 1 แต่ปริมาณมีเทนที่เกิดขึ้นน้อยกว่าเล็กน้อย ทั้งนี้จะเกิดจากอุณหภูมิของอากาศเฉลี่ยต่ำกว่าฤดูแรกจึงส่งผลให้อุณหภูมิในดินต่ำลงซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของมีเทนและปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ในดิน

5.3 การวิเคราะห์จากแบบจำลอง DNDC

เปรียบเทียบปริมาณมีเทนทั้งสองฤดูสำหรับการจัดการน้ำแบบ SS, SA, AS และ AA ที่ได้จากการวิเคราะห์แบบจำลอง DNDC และ



รูปที่ 5 เปรียบเทียบปริมาณมีเทนจากการวัดในนาข้าวและจากแบบจำลอง DNDC ฤดูที่ 1



รูปที่ 6 เปรียบเทียบปริมาณมีเทนจากการวัดในนาข้าวและจากแบบจำลอง DNDC ฤดูที่ 2

จากการวัดในนาข้าวดังรูปที่ 5 และ 6 พบว่ามีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันคือปริมาณมีเทนที่เกิดจากเงื่อนไขแบบ AA น้อยกว่า SA, AS และ SS ตามลำดับ แต่ตัวเลขสรุปรวมของปริมาณก๊าซทั้งฤดูมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อยทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองจริงมีการสุ่มเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอ แต่ไม่ได้เก็บแบบต่อเนื่องตลอดเวลา ดังนั้นข้อมูลในช่วงที่มีเทนขึ้นสูงสุดหรือต่ำสุดหายไป ค่าเฉลี่ยปริมาณมีเทนได้จากตัวแทนการเกิดก๊าซเป็นรายชั่วโมงในบางวันของแต่ละช่วงการเจริญเติบโตเท่านั้นที่นำไปคำนวณหาค่ารวมตลอดฤดูกาล อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลจากแบบจำลองและจากการวัดพบว่าในเงื่อนไขแบบ AA ทั้งสองฤดูให้ค่าที่แตกต่างกันทั้งนี้ น่าจะเกิดจากการควบคุมน้ำให้แห้งได้ไม่ถี่นักเพราะมีฝนตกลงมา นอกจากนี้การวิเคราะห์แบบจำลอง DNDC ยังให้ผลลัพธ์สอดคล้องกับการทดลองที่แสดงว่าผลการเจริญเติบโตของข้าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามเนื่องจากแบบจำลอง DNDC มี

ข้อจำกัดเกี่ยวกับระดับน้ำท่วมขังในนาข้าว ดังนั้นไม่สามารถวิเคราะห์การจัดการน้ำแบบ TT ได้ จึงไม่มีการเปรียบเทียบไว้ในรูป

5.4 คุณภาพน้ำ

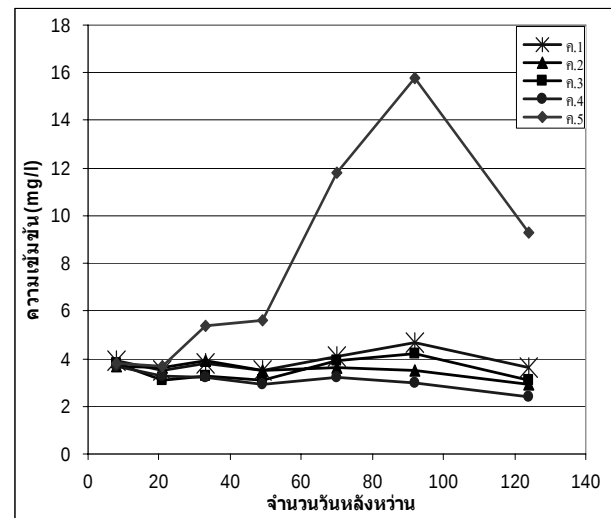
ผลของคุณภาพน้ำในส่วนของการเพิ่มขึ้นไนเตรตและฟอสเฟตที่วัดในคลองระบายที่ขุดขึ้นติดกับพื้นที่คลองเพื่อรับน้ำจากแปลงนาทดลองโดยตรง ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะค่าต่างๆที่วัดในคลองระบายน้ำในฤดูที่ 1 เท่านั้น ทั้งนี้เพราะคุณภาพน้ำในฤดูที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มไปในทางเดียวกัน

5.4.1 ความเข้มข้นไนเตรตในน้ำ

ความเข้มข้นไนเตรตที่วัดจากจุดต่างๆในคลองระบายน้ำ โดยจุด ก.1 , ก.2 , ก.3 , ก.4 และ ก.5 เป็นจุดวัดน้ำในคลองระบายน้ำที่ติดกับนาข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบ SS, SA, AS, AA และ TT ตามลำดับ ซึ่งจุด ก.1- ก.4 ไม่มีการระบายน้ำโดยตรงจากนาข้าวพิจารณาจากการรั่วซึม ส่วน ก.5 พิจารณาทั้งนี้จากการระบายและการรั่วซึมเพื่อดูความแตกต่างที่เกิดขึ้นในกรณีปกติของเกษตรกรและกรณีที่ทำพยายามลดผลกระทบพิจารณาจุด ก.1 , ก.2 , ก.3 และ ก.4 ดังรูปที่ 7 ในช่วงต้นของการเพาะปลูกแต่ละจุดมีค่าไนเตรตอยู่ในช่วงใกล้เคียงกันคือ 3.7-3.9 มิลลิกรัมต่อลิตร หลังจากระบายน้ำออกไปจากนาทำให้หน้าข้าวแห้งในช่วงแรกปริมาณไนเตรตที่วัดได้ลดลงจากเดิมในทุกจุด ทั้งนี้จะเกิดจากการละลายที่รั่วซึมจากนาข้าวสู่คลองระบายน้ำน้อยกว่าการทำปฏิกิริยาเคมีของไนโตรเจนต่อมาเมื่อมีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกพบว่าค่าไนเตรตที่เพิ่มขึ้นในการจัดการน้ำแบบน้ำเดิน (10-5 เซนติเมตร) เพราะมีการรั่วซึมของน้ำตลอดเวลาน้ำปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงออกไปสู่คลองระบายน้ำแต่เมื่อเวลาผ่านไป 24 วันหลังใส่ปุ๋ยค่าไนเตรตกลับลดลง ทั้งนี้เพราะปริมาณไนเตรตที่ละลายจากปุ๋ยจะแปรผันตามเวลาเมื่อเวลาผ่านไปความเข้มข้นจะเหลือน้อยลงทำให้การรั่วซึมไปกับน้ำลดลง ในขณะที่ช่วงที่มีการจัดการน้ำแบบเปียกสลับแห้ง (5-5 เซนติเมตร) จะมีค่าเปลี่ยนแปลงน้อยมากทั้งนี้เพราะการรั่วซึมของน้ำจากนาข้าวมีน้อยนั่นเองส่งผลให้มีสารละลายที่รั่วซึมออกไปน้อย แต่อย่างไรก็ตามการใช้ไนโตรเจนของจุลินทรีย์ในคลองระบายน้ำยังคงมีอยู่ ดังนั้นแนวโน้มของไนเตรตจึงค่อนข้างจะสม่ำเสมอในจุด ก.1 , ก.2 , ก.3 และ ก.4 ซึ่งรับน้ำจากนาข้าวที่มีการจัดการน้ำแบบประหยัด ส่วนจุด ก.5 ซึ่งรับน้ำจากนาที่ให้น้ำแบบท่วมขังประมาณ 20-30 เซนติเมตรเมื่อมีการระบายน้ำพบว่าความเข้มข้นไนเตรตมีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยสูงสุดในช่วงระบายน้ำก่อนการเก็บเกี่ยวหลังจากนั้นลดลงอีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้เพราะไม่มีน้ำในนาข้าวนั่นเอง

โดยสรุปเมื่อเปรียบเทียบค่าไนเตรตในกรณีต่างๆที่ทำการทดลองพบว่าการจัดการน้ำแบบ SS มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำน้อย แบบ SA และ AS มีผลกระทบน้อยกว่า แบบ AA มีผลกระทบน้อยที่สุด ส่วน

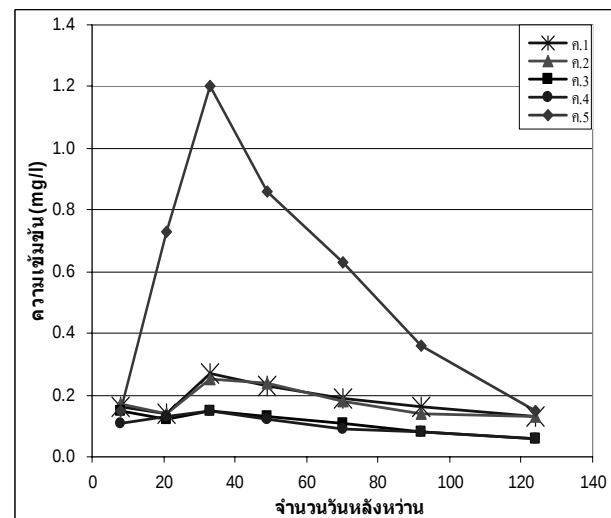
แบบ TT มีผลกระทบมากกว่ากรณีอื่นๆ โดยความเข้มข้นไนเตรตในแบบ SS, SA, AS, AA และ TT อยู่ในพิสัย 3.5-4.7, 2.9-3.9, 3.1-4.2, 2.4-3.7 และ 3.7-15.8 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งค่าเฉลี่ยคือ 3.87, 3.53, 3.5, 3.1 และ 7.9 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าใน 4 จุดแรกมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในขณะที่จุดที่ 5 มีค่าสูงกว่ามาก ดังนั้นจะเห็นว่าการมีน้ำขังตลอดเวลาและระดับสูงกว่าทำให้เกิดการรั่วซึมของน้ำนําสารละลายจากนาข้าวไปสู่พื้นที่ใกล้เคียงมากกว่า รวมทั้งการระบายน้ำสู่คลองระบายน้ำก็เพิ่มปริมาณสารละลายในน้ำส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำมากขึ้น



รูปที่ 7 ความเข้มข้นไนเตรตในคลองระบายน้ำ

5.4.2 ความเข้มข้นฟอสเฟตในน้ำ

สำหรับความเข้มข้นฟอสเฟตที่วัดจากจุดต่างๆในคลองระบายน้ำคือจุด ก.1 , ก.2 , ก.3 และ ก.4 ในรูปที่ 8 พบว่ามีค่าน้อยมากใกล้เคียง



รูปที่ 8 ความเข้มข้นฟอสเฟตในคลองระบายน้ำ

กันคืออยู่ในพิสัย 0.06 - 0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่จุด ค.5 มีค่ามากกว่าคืออยู่ในพิสัย 0.15 - 1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าเฉลี่ยทั้ง 5 จุดมีค่า 0.18, 0.18, 0.11, 0.11 และ 0.582 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ โดยค่าที่สูงของช่วงเกิดขึ้นหลังจากมีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกเช่นกัน อย่างไรก็ตามจุด ค.1, ค.2, ค.3 และ ค.4 มีค่าตลอดฤดูกาลใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าเมื่อปุ๋ยสลายตัวเป็นฟอสเฟตซึ่งเป็นสารที่สามารถดูดซับกับอนุภาคดินได้ง่ายทั้งๆที่มีประจุชนิดเดียวกันทำให้มีการสะสมฟอสเฟตในดินสูง การร่วซึมของสารไปกับน้ำได้น้อยมาก ดังนั้นเมื่อมีการระบายน้ำทางผิวดินจากนาข้าวไปสู่คลองระบายน้ำจะทำให้มีการชะล้างหน้าดินที่มีอนุภาคฟอสเฟตติดออกไปด้วยรวมทั้งฟอสเฟตที่ออกจากสารละลายแคลเซียมฟอสเฟต เหล็กฟอสเฟต และอะลูมิเนียมฟอสเฟตในน้ำที่ระบายออกไปจะทำให้ค่าฟอสเฟตในคลองระบายน้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นการเพิ่มขึ้นของฟอสเฟตในคลองระบายน้ำจึงอยู่ขึ้นกับการสะสมฟอสเฟตในดินนาปริมาณฟอสเฟตในน้ำ ปริมาณน้ำที่ระบายออก รวมทั้งระยะทางระหว่างนาข้าวและคลองระบายน้ำ นอกจากนี้พบว่าฟอสเฟตในคลองระบายน้ำที่รับน้ำมาจากพื้นที่การทำนาแบบดั้งเดิมมีแนวโน้มที่บางช่วงเวลาก่อนให้เกิดมลภาวะคือน้ำส่วนการทำนาแบบประหยัคน้ำส่งผลน้อยกว่า

6. สรุป

การจัดการน้ำโดยให้มีการท่วมขังในนาข้าวที่ระดับต่างกัน และระยะเวลาที่น้ำท่วมขังต่างกันในเดือนไขต่างๆ พบว่าเมื่อมีการให้น้ำแบบท่วมขังตลอดเวลาและระดับน้ำสูงกว่าจะทำให้ค่ามีเทนสูงสุด ในขณะที่มีการท่วมขังน้อยกว่าและดินได้รับออกซิเจนจะช่วยลดปริมาณมีเทนได้ ดังนั้นกล่าวได้ว่าจัดการน้ำมีผลต่อการเกิดมีเทน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับทำนาแบบดั้งเดิม(TT) พบว่าเงื่อนไขที่ 1-4 (SS, SA, AS และ AA) ซึ่งเป็นการจัดการน้ำแบบน้ำเดิน แบบเปียกสลับแห้งหรือน้ำทั้งสองแบบมาใช้ร่วมกัน สามารถลดปริมาณมีเทนได้ 20 - 78 % ในฤดูที่ 1 และ 26 - 81.6%ในฤดูที่ 2 ดังนั้นถ้าพิจารณาในภาพรวมทั่วโลกจะสามารถลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกได้มาก ลดปัญหาโลกร้อนและส่งผลให้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกลดลง ขณะเดียวกันยังสามารถลดการใช้น้ำชลประทานในทั้งสองฤดูได้ประมาณ 39 - 71% เมื่อเทียบกับการทำนาแบบดั้งเดิม และประหยัดน้ำได้ประมาณ 31 - 52% เมื่อคิดจากปริมาณน้ำทั้งหมดที่ให้ อย่างไรก็ตามผลผลิตข้าวที่ได้จากแต่ละเงื่อนไขมีค่าใกล้เคียงกันมาก แสดงว่าการจัดการน้ำแบบประหยัคน้ำไม่ทำให้ผลผลิตของข้าวลดลงอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับผลการทดลองด้านคุณภาพน้ำพบว่าจัดการน้ำเงื่อนไขที่4 คือแบบเปียกสลับแห้งทั้งสองช่วง (AA) ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำน้อยกว่า ส่วนแบบน้ำเดินคั่วด้วยแบบเปียกสลับแห้ง(SA) และแบบเปียกสลับแห้งคั่วด้วยแบบน้ำเดิน(AS) ส่งผลกระทบใกล้เคียงกัน และการจัดการน้ำแบบน้ำเดินทั้งสองช่วง (SS) ส่งผลมากกว่า อย่างไรก็ตามการทำนาแบบดั้งเดิมของเกษตรกร(TT) ส่งผลกระทบบมากที่สุด ทั้งนี้เพราะแบบ AA มีระดับน้ำในนาข้าวน้อย

รวมทั้งมีช่วงที่ดินแห้ง ดังนั้นการร่วซึมน้ำจากนาข้าวจะมีน้อยทำให้การนำสารละลายต่างๆออกไปจึงน้อยเช่นกัน

อย่างไรก็ตามการจัดการน้ำที่จะเลือกใช้นอกจากจะดูว่าทำให้มีเทนน้อยลงและส่งผลต่อคุณภาพน้ำน้อยแล้วจะต้องพิจารณาความเหมาะสมด้านอื่นด้วยเช่นช่วงเวลาการเจริญเติบโตของพืช ช่วงไหนควรจะให้ดินมีสภาพเปียก และช่วงไหนควรมีสภาพแห้ง ตลอดจนเวลาในการให้น้ำท่วมขัง ปริมาณน้ำที่ใช้ ความยากง่ายในการจัดการเป็นต้น อนึ่งการทดลองนี้ได้กำหนด การให้น้ำเป็นแบบท่วมขัง 10-5 เซนติเมตร และ 5--5 เซนติเมตรนอกเหนือจากการทำนาแบบดั้งเดิม ดังนั้นการทดลองต่อไปควรมีการเพิ่มเติมทางเลือกของการจัดการน้ำ อาจมีการเปลี่ยนระดับน้ำให้เหมาะสมกับดินทุนน้ำที่มีอยู่หรือฤดูกาลต่างๆ การทำนาขีปนาวุธและวันที่เกิดฝนเพื่อนำไปวิเคราะห์หาการจัดการน้ำที่สามารถใช้ฝนได้มากที่สุด และสำหรับการจัดการน้ำอาจทำให้การกระจายของก๊าซบางตัวลดลงในขณะที่บางตัวเพิ่มขึ้น ก็ควรนำมาพิจารณาถึงผลเสียโดยรวมด้วย สำหรับแนวทางอื่นๆที่จะนำมาช่วยในการจัดการน้ำในนาข้าวร่วมกันได้แก่ การไถพรวนดินอย่างประณีตเพื่อกำจัดวัชพืชตั้งแต่ช่วงต้นฤดู เลือกพันธุ์ข้าว การเลือกใช้นิดของปุ๋ยที่ก่อให้เกิดมีเทนน้อย การปรับวันใส่ปุ๋ยให้เหมาะสมกับช่วงเวลา การนำฟางข้าวออกก่อนการไถกลบซึ่งจะช่วยให้น้ำอินทรีย์วัตถุที่จะเกิดการหมักออกไปและจะไม่ใช้วิธีการเผาต่อซึ่งนี้เพราะต้องการลดคาร์บอนไดออกไซด์หรืออาจทำการปลูกพืชหมุนเวียนก่อนปลูกข้าวฤดูต่อไปเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในดิน

ดังนั้นการทดลองการจัดการน้ำนี้จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถจะนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการน้ำในนาข้าวได้จริงเพื่อลดผลกระทบจากมีเทน ลดการใช้น้ำและลดผลกระทบที่มีต่อคุณภาพน้ำในขณะเดียวกัน แต่อย่างไรก็ตามการที่จะทำให้เกิดการซึ่งกันและกันกับการทำนาแบบดั้งเดิมปรับเปลี่ยนมาทำนาแบบดังกล่าว อาจจะต้องใช้เวลาในการปรับเปลี่ยน โดยเสนอให้ใช้เงื่อนไขแบบSAและASหรือการจัดการน้ำแบบน้ำเดินร่วมกับแบบเปียกสลับแห้งก่อนเพื่อให้คุ้นกับวิธีปฏิบัติและชาวนาจะเห็นน้ำท่วมขังอยู่ในนาในระยะข้าวเจริญเติบโตบ้างตลอดจนมีเทนก็ลดลง ค่อยมาค่อยๆเปลี่ยนเป็นเงื่อนไขแบบAAหรือแบบเปียกสลับแห้งในกรณีที่มีน้ำน้อย แต่ทั้งนี้ความร่วมมือของหน่วยงานต่างๆที่จะเข้าไปส่งเสริม ชี้แจงให้ความรู้และสนับสนุนการทำนาของเกษตรกร ถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะช่วยกันผลักดันให้มีการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านภูมิอากาศและน้ำ ตลอดจนเป็นแนวทางในการส่งเสริมคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้นภายใต้เงื่อนไขระบบนิเวศน์ที่ดีกว่า

7. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รวมทั้งการอนุเคราะห์พื้นที่และผู้ช่วยงานวิจัย

จากสถานีทดลองการใช้น้ำที่ 5 สำนักชลประทาน 13 กรมชลประทาน ตลอดจนได้รับเครื่องมือสนับสนุนจากศูนย์วิจัยข้าวสุพรรณบุรี

เอกสารอ้างอิง

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. UK: Backwell, 1996.

[2] X. Shangping, P.R. Jaffe and D.L. Mauzerall, 2007. "A Process-Based Model for Methane Emission from Rice Paddy System", Ecomodel, vol. 5, July 2007, pp.475-491.

[3] W. Sornpoon, "Paddy Fields in Thailand", presented at JGSEE APN Training Workshop 1-3 May, Bangkok, Thailand, 2007.

[4] อรรถธรณ์ ศิริรัตน์พิริยะ, ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมโลกจากก๊าซเรือนกระจกต่อการทำนาข้าว. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

[5] ภาสกร สัทธานนท์, "การวิเคราะห์ผลกระทบของการชลประทานต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาท่ามะกา", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2542.

[6] I. Yoshinaga, A. Miura, T. Hitomi, K. Hamada and E. Shiratani, "Runoff nitrogen from a Large Sized Paddy Field during a Crop Period", Agricultural Water Management, vol. 87, 2007, pp. 217-222.

[7] H. Nakasone and H. Kuroda, "Relationship between Water Quality in Irrigation Reservoirs and Land Use of the Watershed", Lakes & Reservoirs: Research & Management, vol. 4, Sep. 1999, pp. 135-141.

[8] P.K. Sharma, "Effect of Period Moisture Stress on Water-Use Efficiency in Wetland Rice", Oryza, vol. 26, 1989, pp. 252-257.

[9] R. Barker, T.P. Tuong, Y. Li, E.G. Castillo and B.A.M. Bouman, "Growing More Rice with Less Water Research Findings from a Study in China", Paddy and Water Environment, vol. 2, Dec. 2004, p.185.

[10] T.P. Tuong and B.A.M. Bouman, "Rice Production in Water-Scarce Environments", Agric Water Manage, vol. 2, 2003, pp. 13-42.

[11] F.X. Liu, "Study on Classification of High Yield and Water Saving Irrigation Technology of Rice", China Rural Water and Hydropower, vol. 3, 1998, pp. 10-12.

[12] M. Zhi and X. Zhifang, Water Saving Irrigation Techniques for Rice. China : CCTV Press. 1998.

[13] เพียงใจ วงศ์เชษฐา, "อิทธิพลของการจัดการน้ำต่อผลผลิตและองค์ประกอบผลผลิตของข้าวพันธุ์ กข 23", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2529.

[14] X. J. Fang, Y. H. Li and M. Z. Zhang, "Study on growing features of rice roots under water deficit irrigation conditions", China Rural Water and Hydropower vol. 8, 1996, pp. 11-14.

[15] อนุรักษ์ วิไล, "ผลของระดับน้ำต่อการปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวที่มีการปลูกข้าวโดยวิธีหว่านน้ำตมและปักดำ", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 2543.

[16] ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์, "ศักยภาพในการปลดปล่อยก๊าซมีเทนจากนาข้าวและอิทธิพลของปุ๋ยและยาปราบศัตรูพืชต่อการปลดปล่อยมีเทน", วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ, 2537.

[17] C. Zucong, H. Tsuruta, M. Cao, H. Xu and C. Wei, "Options for Mitigating Methane Emission from a Permanently Flooded Rice Field", Global Change Biology, vol. 9, 2002, pp. 37-42.

[18] C. Li, S. Frolking and T.A. Frolking, "A Model of Nitrous Oxide Evolution from Soil Driven by Rainfall Events: Model Structure and Sensitivity", Journal of Geophysic, vol. 97, 1992, pp. 9759-9776.

[19] C. Li, User's Guide for the DNDC Model Version 8.2, University of New Hampshire, 2003.

[20] A. Klute, Method of Soil Analysis. Part I: Physic and Mineralogical Methods. USA: Madison, 1986.

[21] Y. Bekku, H. Koizumi, T. Nakadai and H. Iwaki, "Measurement of Soil Respiration using Closed Chamber Method: An IRGA Technique", Ecological Research, vol. 10, 1995, pp. 369-373.

[22] A. Chidthaisong, "Closed Chamber Method to Measure CH₄ and N₂O Fluxes from Rice Field and Forest", presented at JGSEE APN Training Workshop 1-3 May, Bangkok, Thailand, 2007.

