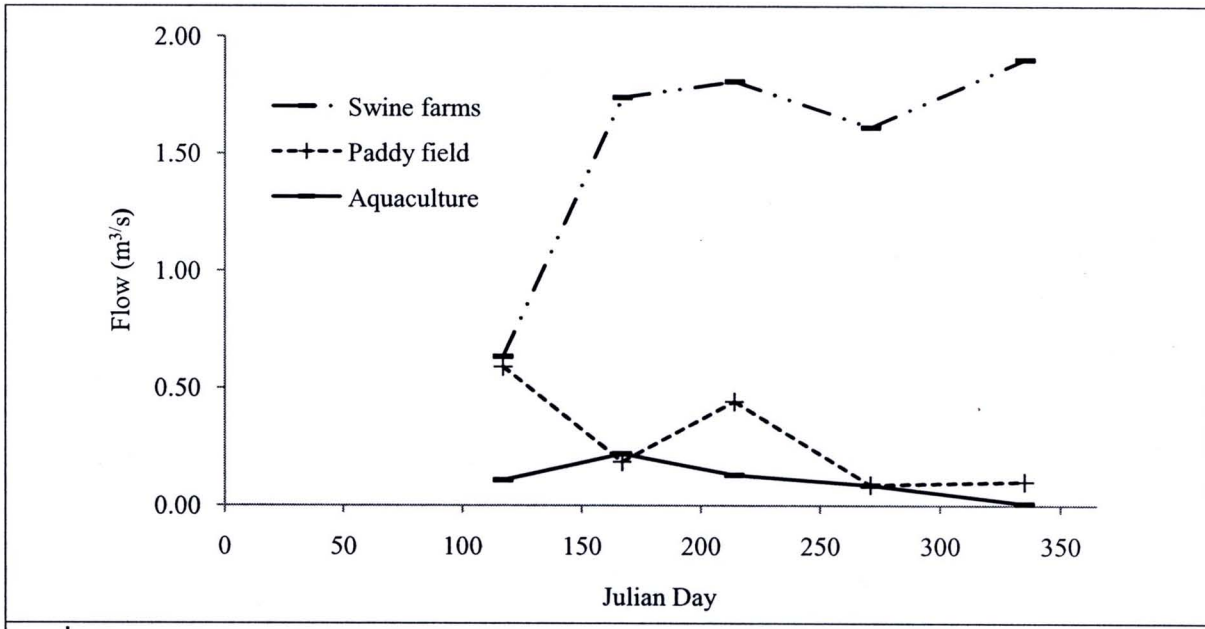
ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

(1) การเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sampling)

การเก็บตัวอย่างน้ำ (Water sampling)

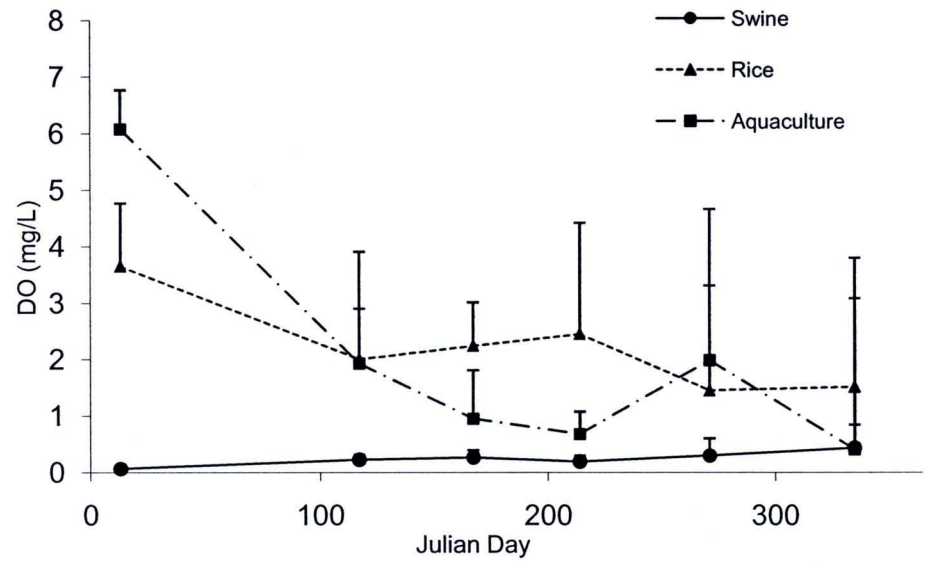
แผนการเก็บตัวอย่างเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีน ได้พิจารณาจากรูปแบบการตกของฝนในพื้นที่ โดยกำหนดให้มีการเก็บตัวอย่างน้ำ 6 ครั้ง ในช่วงเวลาต่างๆตลอดทั้งปี ดังนี้คือ (1) ช่วงกลางฤดูแล้ง (2) ต้นฤดูฝน (3) ช่วงฝนตกหนักครั้งที่ 1 (4) ช่วงฝนทิ้งช่วงในช่วงฤดูฝน (5) ช่วงฝนตกหนักครั้งที่ 2 และ (6) ช่วงเริ่มต้นฤดูแล้ง ผลจากการตรวจวัดอัตราการไหลของน้ำในคลองที่ระบายน้ำลงแม่น้ำท่าจีน พบว่าอัตราการไหลของน้ำในคลองต่างๆ ในรูปที่ 3 ไม่ได้สะท้อนการตกของฝน ทั้งนี้เนื่องจากจุดที่เก็บตัวอย่างน้ำ คือคลองระบายซึ่งใช้งานแบบเอนกประสงค์ ซึ่งปริมาณน้ำคลองระบายขึ้นอยู่กับอัตราการระบายน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม ปริมาณความต้องการใช้น้ำของพื้นที่ และคลองมีประตูระบายปากคลอง เพื่อควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลเข้าคลอง คลองระบายทั้ง 3 สายที่มีที่ตรวจวัดน้ำทั้งหมด ระบายน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีน คลองที่ระบายน้ำจากฟาร์มสุกรมีอัตราการไหลสูงกว่าคลองระบายจากพื้นที่ปลูกข้าว และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยกเว้นช่วงฤดูแล้ง (เดือนเมษายน) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Flow of the studied small drainage canals in 2011. There was no measurement taken during the first sampling trip. Average of the measurements taking at 3 sampling locations is reported.

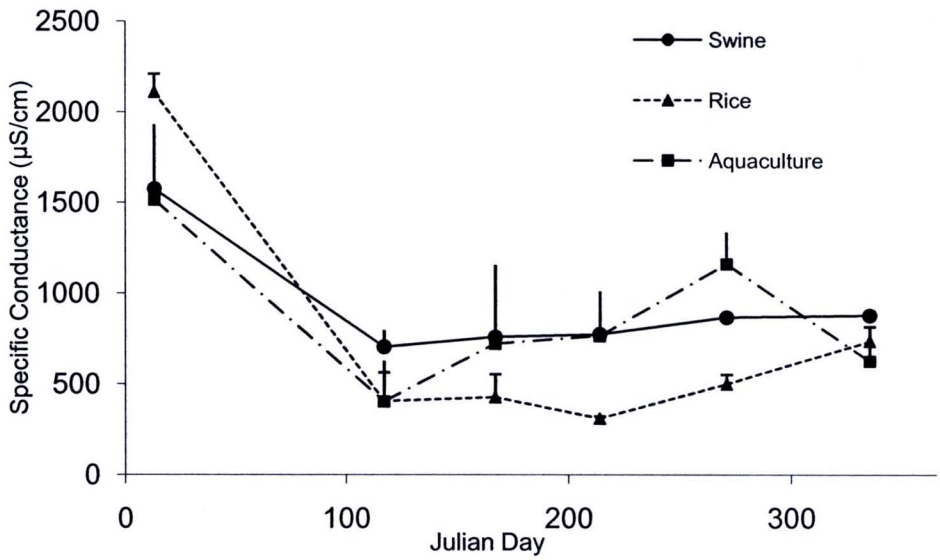
ความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ของตัวอย่างน้ำที่เก็บจากคลองระบายในแต่ละพื้นที่มีรูปแบบที่แตกต่างกัน คลองที่ระบายน้ำจากเขตฟาร์มสุกรมีความเข้มข้นของ DO ต่ำกว่า 1 mg/l ซึ่งถือเป็น

เกณฑ์ต่ำวิกฤตตลอดทั้งปี ดังแสดงในรูปที่ 4 และโดยทั่วไปแล้วความเข้มข้นของ DO จากน้ำที่ระบายจากเขตฟาร์มสุกร(Swine Farm) ต่ำกว่า 0.2 mg./L แบบคงที่ตลอดทั้งปี ซึ่งถือว่าต่ำมาก ส่วน DO ของน้ำในคลองที่ระบายน้ำจากเขตพื้นที่ปลูกข้าว (Rice Paddy Area) มีแนวโน้มลดลงจาก 0.65 mg./l ในเดือนมกราคม เป็น 1.51 mg./l ในเดือนธันวาคม โดยมีค่าผันแปรอยู่ในช่วง 1.74-9.37 mg./l และมีค่าเฉลี่ย 5.02 mg./l น้ำจากคลองที่ระบายจากเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Aquaculture Pond Area) มีค่าความเข้มข้นของ DO สูงในเดือนมกราคม และค่าค่อยๆ ลดลงตามเวลา โดยมีค่าต่ำสุดที่ 0.4 mg./l ณ วันที่ 1 ธันวาคม 2010 คุณภาพน้ำจากเขตเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าความเข้มข้นของ DO สูงสม่ำเสมอตลอดทั้งปี โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 7.69 mg./l



รูปที่ 4 DO concentration in small drainage canals in swine farm, rice paddy and aquaculture pond areas. Error bar shows 1 standard deviation.

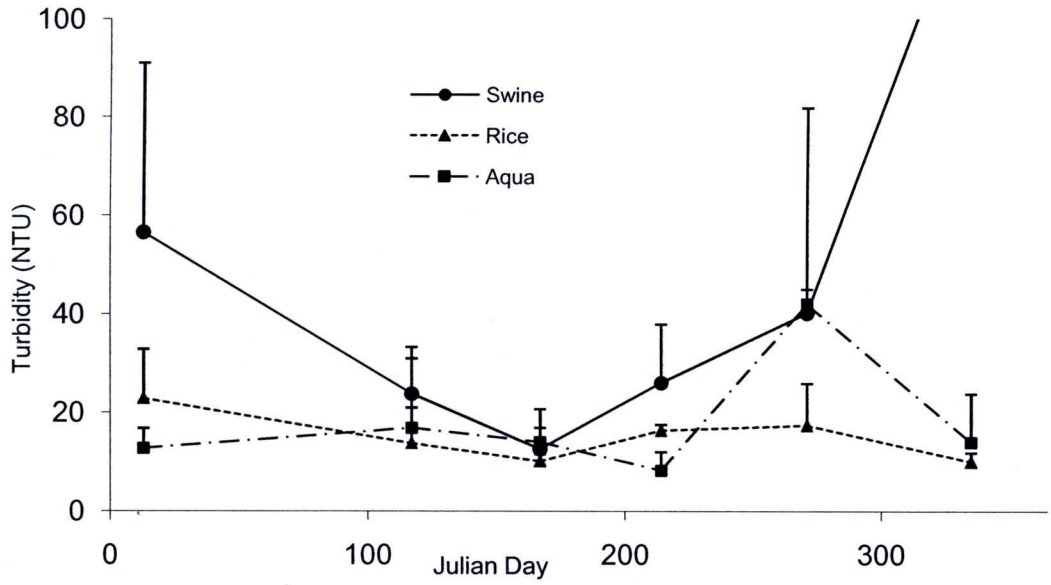
ค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะ (Specific Conductance) ของทุกจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าสูงในเดือนมกราคม และเริ่มมีค่าคงตัวในเดือนเมษายนจนถึงเดือนธันวาคม ดังรูปที่ 5 น้ำในบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะสูง โดยมีค่าเฉลี่ย 1,258 μS/cm ขณะที่น้ำที่ระบายจากฟาร์มสุกร และนาข้าวมีค่าความนำไฟฟ้าจำเพาะ 777 และ 861 μS/cm ตามลำดับ



รูปที่ 5 Averaged specific conductance of water in the canals studied in swine farm, rice paddy and aquaculture area in 2010. The bar indicates 1 standard deviation.

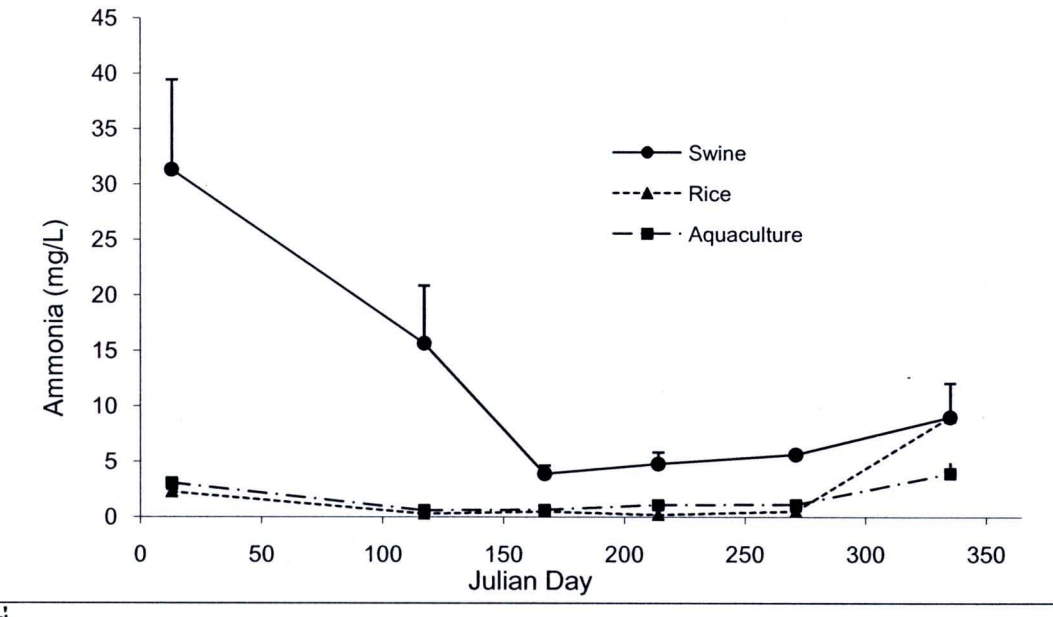
ค่าความขุ่น (Turbidity) ของน้ำจากทั้ง 3 แหล่ง โดยทั่วไปถือว่ามีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่น้ำในคลองที่ระบายออกจากพื้นที่ฟาร์มสุกรมีค่าความขุ่นโดยเฉลี่ยสูงอย่างสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 6 ค่าความขุ่นเฉลี่ยของน้ำในคลองระบายออกจากเขตพื้นที่ฟาร์มสุกรในเดือนธันวาคม มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าช่วงอื่นอย่างมีนัยสำคัญ (130 NTU) ทั้งนี้เนื่องจากมีการขุดลอกคลองก่อนหน้าที่จะเข้าตรวจวัดคุณภาพน้ำ

คลองที่ระบายจากพื้นที่ฟาร์มสุกร มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียเฉลี่ยสูงกว่าน้ำที่ระบายจากพื้นที่ปลูกข้าว และพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยกเว้นค่าที่จรวจวัดในเดือนธันวาคม (รูปที่ 7) ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียในน้ำที่ระบายจากพื้นที่ฟาร์มสุกรในเดือนมกราคมมีค่าเฉลี่ย 31.3 mg./l น้ำที่ระบายออกจากฟาร์มสุกรโดยตรงมีค่าความเข้มข้นเฉลี่ย 271 mg./l น้ำในคลองที่ระบายจากพื้นที่ปลูกข้าวมีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียน้อยกว่า 2 mg./l ยกเว้นในเดือนธันวาคม ส่วนน้ำในคลองที่ระบายออกจากพื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำมีความเข้มข้นน้อยกว่า 1mg./l ในทุกครั้งที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำ คลองระบายน้ำหลัก (Larger Canal) ที่รับน้ำจากคลองระบายสายซอย (Smaller Canal) ก่อนระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน มีค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียมของน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่ฟาร์มสุกรสูงกว่าพื้นที่อื่นๆ โดยมีค่าเฉลี่ย 6.1 mg./l ขณะที่พื้นที่ปลูกข้าวมีค่าต่ำสุด โดยมีค่าเฉลี่ย 0.6 mg./l



รูปที่ 6 Averaged turbidity of water in the canals studied in swine farm, rice paddy and aquaculture area in 2010. The error bar indicates 1 standard deviation.

ความเข้มข้นของไนเตรตมีค่าไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในคลองปล่อยน้ำขนาดเล็กในทุกๆ แหล่งเก็บตัวอย่าง ในคลองขนาดใหญ่กว่า ความเข้มข้นของไนเตรตมักจะมีค่าต่ำไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตรยกเว้นแหล่งที่อยู่ในบริเวณบ่อเลี้ยงปลาและกุ้ง ในเดือนเมษายนที่มีค่าไม่ต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร



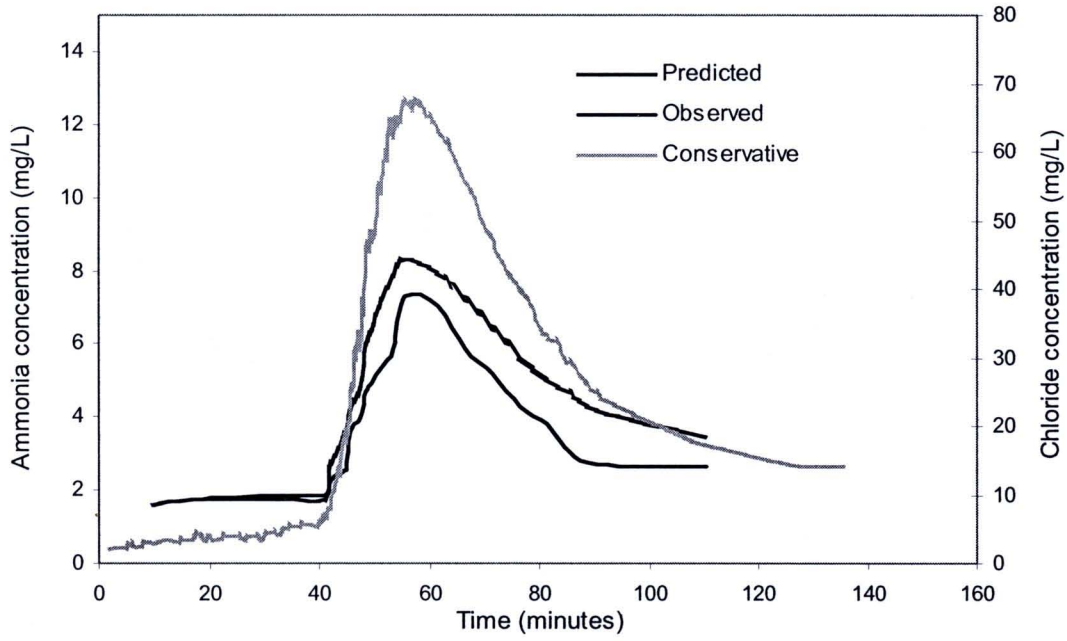
รูปที่ 7 Averaged ammonium concentration measured in the drainage canal studied in swine farm, rice paddy and aquaculture area in 2010. The error bar indicates 1 standard deviation.

(2) ผลของเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิกต่อการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ และความเข้มข้นของออกซิเจนละลายน้ำ (Effects of hydraulic pump on ammonium retention and DO concentration)

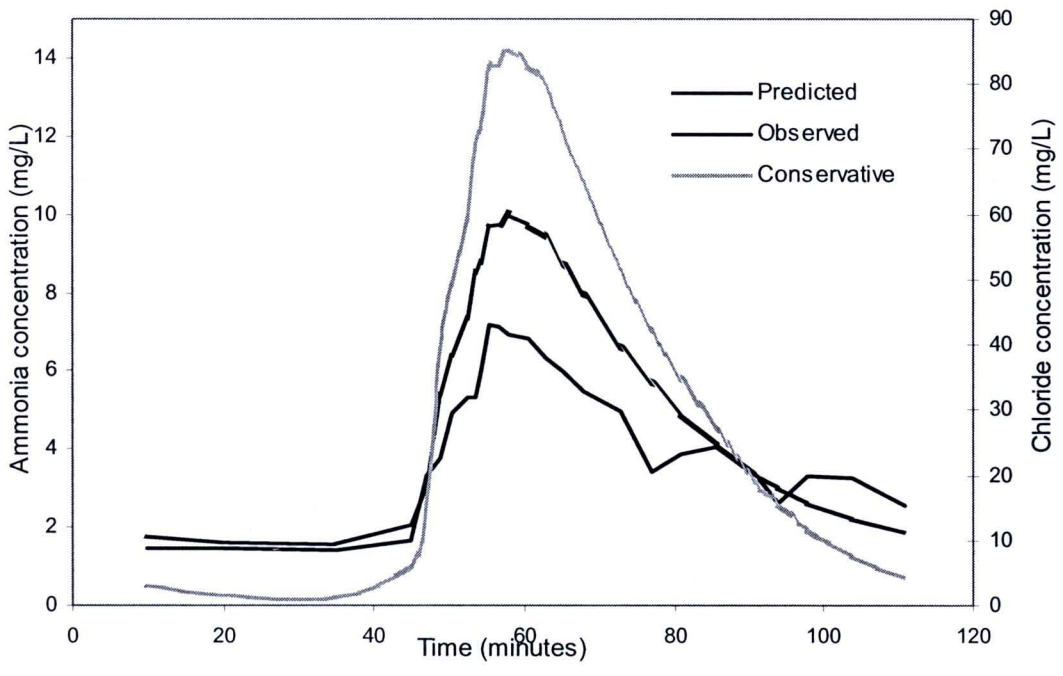
อิทธิพลของเครื่องสูบน้ำไฮดรอลิกที่มีต่อการเก็บกักแอมโมเนียม(Ammonium Retention) ในทางน้ำและความเข้มข้นของ DO ได้ถูกทดลองโดยการเติม (Co-injection) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) และแอมโมเนียมคลอไรด์(NH_4Cl) ลงในทางน้ำระหว่างวันที่ 2-3 พฤศจิกายน 2553 เพื่อทำการทดลองเปรียบเทียบ 2 การทดลองคือกรณีที่ไม่มีการเติมอากาศลงในทางน้ำ และกรณีที่มีการเติมอากาศลงในทางน้ำ กราฟเปรียบเทียบ (Breakthrough Curve) ของคลอไรด์และแอมโมเนียของทั้ง 2 การทดลอง (กรณีไม่เติมอากาศและกรณีเติมอากาศ) แสดงอยู่ในรูปที่ 8 และ 9 ซึ่งพบว่ากราฟของทั้ง 2 กรณีมีรูปแบบที่คล้ายคลึงกัน คลอไรด์เคลื่อนที่ไปถึงจุดวัดท้ายน้ำภายใน 40-45 นาที และอัตราความเข้มข้นสูงสุด (Peak) ของคลอไรด์ เกิดที่เวลา 60 นาที และลดลงเท่าก่อนเติมคลอไรด์(Background) ลงไปในทางน้ำ ภายใน 2 ชั่วโมงหลังจากการเติมคลอไรด์

ความเข้มข้นของคลอไรด์ในการทดลองกรณีที่มีการเติมอากาศในวันที่ 3 พฤศจิกายน 2554 มีค่าสูงกว่าผลการทดลองกรณีไม่เติมอากาศ เนื่องจากอัตราการไหลของน้ำในคลองในวันที่ 3 พฤศจิกายน มีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย ผลการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียแสดงรูปแบบที่คล้ายคลึงกับคลอไรด์ แต่ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียลดลงจนมีค่าคงตัวเร็วกว่า คือ ภายใน 80-90 นาทีหลังการเติม NH_4CL ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงสุด (Peak) ที่วัดได้ในวันที่ 2 และ 3 พฤศจิกายน คือ 7.2 และ 7.3 mg./l ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย ถ้าพิจารณาว่าไม่มีการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ (No Retention) สามารถคำนวณจากกราฟความเข้มข้นของคลอไรด์และอัตราส่วนคลอไรด์ต่อแอมโมเนียในสารที่เติมลงในน้ำ (Injection Solution) ซึ่งค่าความเข้มข้นนี้ เรียกว่า Predicted Concentration

ความสามารถในคงอยู่ของแอมโมเนีย (Ammonium Retention) ในทางน้ำสามารถประมาณได้จากผลต่างระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนียที่วัดได้ (Observed) และที่คำนวณได้ (Predicted) ในกราฟในรูปที่ 8 และ 9 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียที่วัดได้ต่ำกว่าค่าความเข้มข้นที่คำนวณได้ แสดงให้เห็นถึงการเก็บกักแอมโมเนียในทางน้ำ



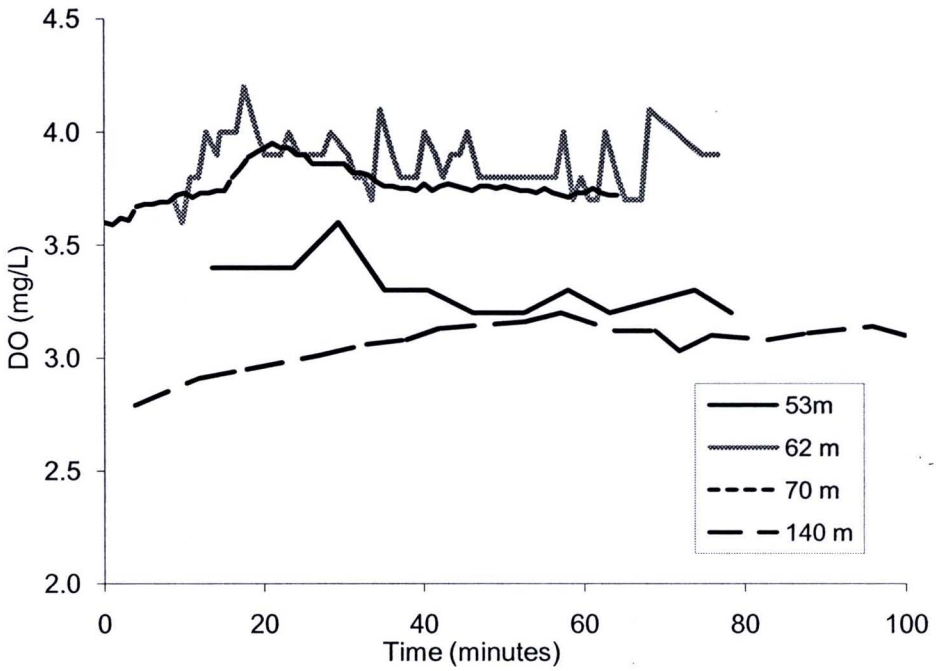
รูปที่ 8 Breakthrough curve of chloride and ammonium concentrations measured at downstream boundary (210 m downstream of the injection point) for the co-injection experiment carried out on Nov. 2, 2010 without air injection. Predicted concentration indicates estimated ammonium concentration if there was no retention of ammonium.



รูปที่ 9 Breakthrough curve of chloride and ammonium concentrations measured at downstream boundary (210 m downstream of the injection point)m for the co-injection experiment carried out on

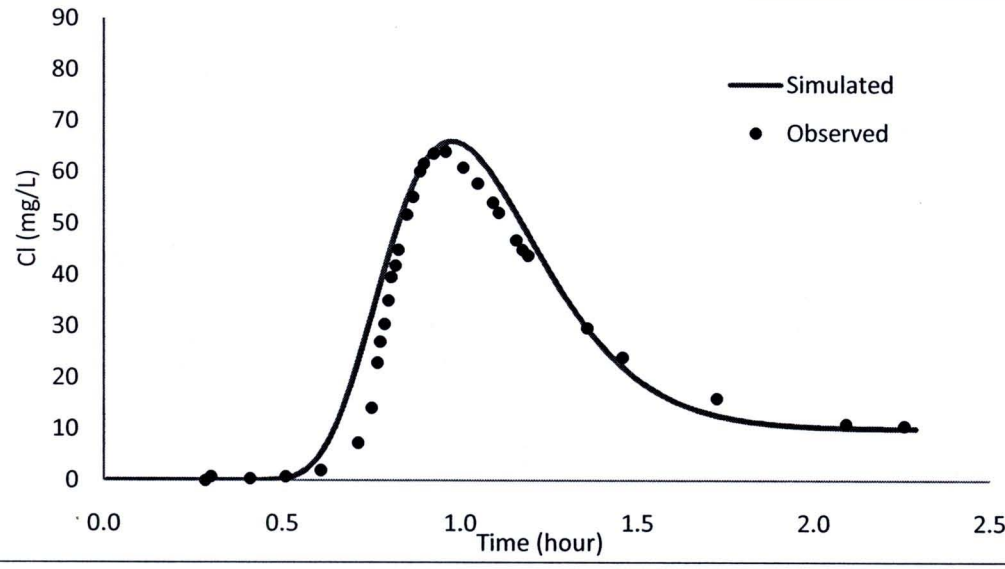
No3. 2, 2010 with air injection. Predicted concentration indicates estimated ammonium concentration if there was no retention of ammonium.

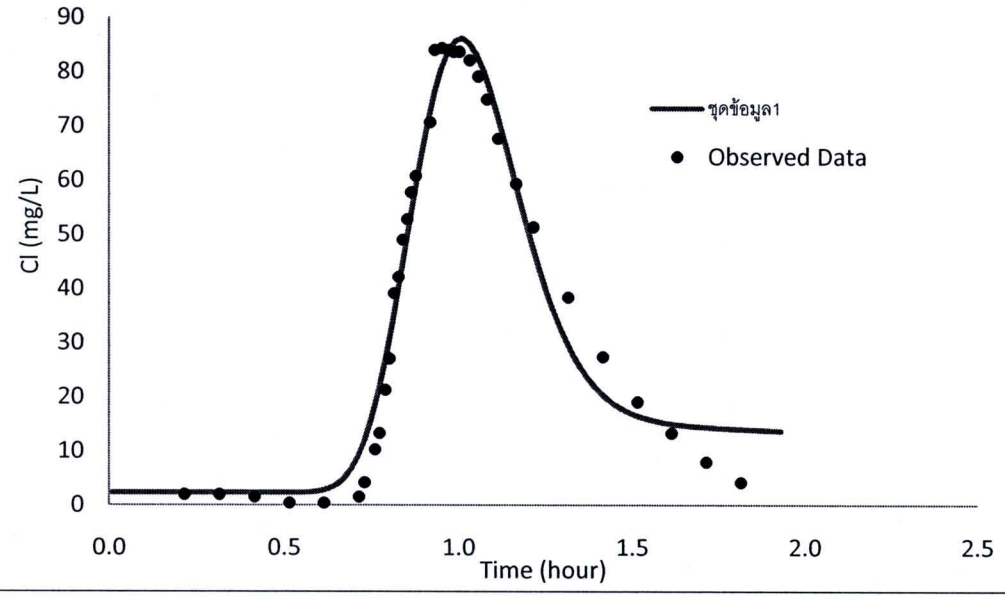
การทดลองกรณีที่มีการเติมอากาศ (Air Injection) แสดงให้เห็นถึงผลของการเติมอากาศต่อค่าความเข้มข้นของ DO ในคลอง ผลจากการวัดค่า DO ที่ 4 จุด คือ 2 เมตรเหนือน้ำจุดที่เติมอากาศ และ 2, 10, 80 เมตรท้ายน้ำของจุดที่มีการเติมอากาศ พบว่าถึงแม้ว่าค่า DO ที่วัดได้ไม่แตกต่างกันมาก แต่พอจะสังเกตเห็นได้ว่า DO ที่วัดได้ที่ระยะ 2 และ 10 เมตร ท้ายจุดที่เติมอากาศมีค่าสูงกว่าจุดอื่น (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 DO concentration measured during the co-injection experiment on Nov 3, 2010. Air injection was at 55-60 m.

ผลการประมาณความจุเก็บกักชั่วคราวของทางน้ำ (Reach Averaged Transient Storage) โดยวิธี OTIS พบว่าผลการจำลองค่า Concentration Breakthrough Curve ของคลอไรด์ที่ใช้ในการทดลอง (Conservative Tracer) สอดคล้องกับค่าที่ตรวจวัดได้(Observed) ดังรูปที่ 11 ผลจากการฟิตกราฟดังกล่าวทำให้สามารถประมาณขนาดพื้นที่ความจุ (Size of Storage Area) กรณีที่มีการเติมอากาศและไม่เติมอากาศ ได้ดังตารางที่ 2 ซึ่งจะเห็นได้ว่าการเติมอากาศสามารถเพิ่มพื้นที่เก็บกักเพิ่มมากขึ้นเป็นอย่างมาก





รูปที่ 11 Simulated and observed breakthrough curve of chloride for the experiment 1) without and 2) with air injection.

ตารางที่ 2 Transport parameters determined in tracer injection in a drainage canal at Kasetsart University - Kamphaengsaen campus

	Without air injection	With air injection
Date	Nov 2	Nov 3
Discharge (L/s)	11.7	14.5
Stream dispersion, D* (m^2/s)	0.211	0.172
Storage area, As* (m^2)	0.024	0.846
Storage exchange, □* (s^{-1})	1.10E-03	3.10E-04

* are simulated values