

## รูปแบบจำลองอย่างง่ายของดุลยภาพน้ำในดิน สำหรับกาแฟอาราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์

### Simple Model of Soil Water Balance in Arabica Coffee cv. Catimor

คณัย ตุกโกศล<sup>1/</sup> บัณฑิต วาฤทธิ<sup>2/</sup> ขวลิต กอสัมพันธ์<sup>2/</sup> และ ถนอม คลอดเพ็ง<sup>3/</sup>  
*Danai Supakosol<sup>1/</sup>, Bantoone Warrit<sup>2/</sup>, Chawalit Korsomphan<sup>2/</sup> and Thanom Klodpeng<sup>3/</sup>*

**Abstract :** Soil water balance of *Coffea arabica* cv. Catimor was conducted at Khun Chang Kian Highland Agriculture Station, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University. The model of soil water balance using MBASIC computer programme to predict water used of plant and to compared with actual water used by drainage type lysimeters was determined. This study has been divided into two phases namely; rainy season and dry season. The results showed that in rainy season, the average actual water used from three lysimeter tanks were slightly changed. The maximum soil moisture content was  $0.392 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  and minimum was  $0.231 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ . On the other hand, the average soil moisture content from three lysimeter tanks that predicted by the model was highly varied. The maximum soil moisture content was  $0.558 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  while the minimum was  $0.063 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ . The results obtained from two methods were rather different, and when analysis was made to find out the correlation, the coefficient was only 0.848. During dry season, the average actual water used from three lysimeter tanks were slightly changed. The maximum soil moisture content was found at  $0.371 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  and minimum was  $0.275 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$ . However, the model showed that the range of changes in soil moisture content was narrower than the rainy season. The maximum soil moisture content was  $0.41 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  while the minimum was  $0.198 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$  when the correlation coefficient of two methods was made, it was found at 0.978.

<sup>1/</sup>ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

<sup>2/</sup>ศูนย์เพิ่มผลผลิตทางการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

<sup>3/</sup>ภาควิชาปฐพีศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

<sup>1/</sup> Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

<sup>2/</sup> Multiple cropping center, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

<sup>3/</sup> Department of Soilsience, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200, Thailand.

**บทคัดย่อ :** สมดุลของน้ำในดินในสภาพการปลูกกาเพื่อราบีกำลังสายพันธุ์คาร์ติมอร์ ณ สถานีเกษตรที่สูงขุนช่างเคี่ยน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่รวบรวมขึ้นโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษาเบสิก (MBASIC) เพื่อทำนายการใช้น้ำของพืช โดยเปรียบเทียบกับ การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำโดยวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์ โดยแยกการทดสอบออกเป็นช่วงคือการทำนายการใช้น้ำในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้ง ผลการทดลอง พบว่าการใช้น้ำที่แท้จริงในถังไลซิมิเตอร์เฉลี่ยทั้ง 3 ถัง ในช่วงฤดูฝนพบว่าปริมาณความชื้นในดินมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.392 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> และมีปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.231 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> ส่วนผลจากการทดสอบรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยของถังไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถังมีค่าผันแปรค่อนข้างสูง โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.558 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> ในขณะที่ปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.063 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> ซึ่งจะเห็นว่าผลที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีค่าแตกต่างกันค่อนข้างมาก แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อทำการทดสอบความสัมพันธ์ทั้ง 2 วิธี พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เป็น 0.848 ในช่วงฤดูแล้ง การศึกษาการใช้น้ำที่แท้จริงในถังไลซิมิเตอร์เฉลี่ยทั้ง 3 ถังพบว่า การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินไม่สูงนัก โดยมีปริมาณความชื้นสูงสุดอยู่ที่ 0.371 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> และปริมาณความชื้นต่ำสุดที่ 0.275 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> ส่วนผลจากการทดสอบรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า ปริมาณความชื้นในฤดูแล้ง มีการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าในฤดูฝน โดยมีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 0.410 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> และมีปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยต่ำสุดที่ 0.198 ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> อย่างไรก็ตามพบว่าค่าที่ได้จากทั้ง 2 วิธีมีความสัมพันธ์ที่ดีกว่าในช่วงฤดูฝน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ 0.978

**Index words :** สมดุลน้ำในดิน ไลซิมิเตอร์ รูปแบบจำลองน้ำในดิน

water balance, lysimeter, soil water model

## คำนำ

การศึกษาเกี่ยวกับสมดุลของน้ำสำหรับต้นพืชเป็นเรื่องที่น่าสนใจเป็นอย่างมากและสามารถทำได้โดยการอาศัยอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่างๆ มาอธิบายถึงการใช้น้ำอย่างแท้จริงของพืชนั้นๆ Driessen(1986) ได้เสนอแนวความคิดว่าถ้าหากมีข้อมูลของสิ่งแวดล้อม สภาพดินและพืชเป็นบรรทัดฐานแล้ว และหากนำเอาสิ่งเหล่านี้มารวบรวมเข้าด้วยกัน ในรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ก็จะสามารถใช้อธิบายการใช้น้ำและอิทธิพลของความเครียดน้ำ (water stress) ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชได้ ดังนั้นจากแนวคิดพื้นฐานของ Driessen(1986) ซึ่งกล่าวว่าอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืช [rate of change on moisture content of the root zone; RSM] จะขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำ

ที่มาจากส่วนบนของราก [rate of net influx through the upper root zone boundary; IM] อัตราการไหลของน้ำที่ไหลมาจากส่วนล่างของราก [ rate of net influx through the lower root zone boundary; (CR-D) ] การคายน้ำของพืช [transpiration ; T] และระดับความลึกของราก [root depth; RD] ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้เป็น

$$RSM = [ IM + (CR-D) - T ] / RD$$

RSM: อัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในดินบริเวณรากพืช ( ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup>. วัน<sup>-1</sup> )

IM: การเปลี่ยนแปลงอัตราการไหลของน้ำที่เข้ามาจากส่วนบนของบริเวณราก ( ซม. วัน<sup>-1</sup> )

(CR-D): อัตราการไหลของน้ำที่เข้ามาจากส่วนล่างของราก ( ซม. วัน<sup>-1</sup> )

T: การคายน้ำของพืช ( ซม. วัน<sup>-1</sup> )

RD: ระดับความลึกของราก ( ซม. )

ดังนั้นเมื่อทราบถึงอัตราการเปลี่ยนแปลง ปริมาณ ความชื้นในดินในช่วงเวลาหนึ่งๆ (RSM) ก็จะสามารถนำไปใช้ประเมินปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืชในแต่ละช่วงเวลาของการเจริญได้ โดยทราบปริมาณความชื้นหากจุดเริ่มต้นในแต่ละช่วง (SM<sub>j</sub>) รวมกับอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นในช่วงเวลานั้นๆ (RSM. Dt) ดังสมการ

$$SM_j(t+\Delta t) = SM_{j,t} + RSM \cdot \Delta t$$

(t+Δt) : ปริมาณความชื้นในดินที่ช่วงสุดท้าย (ซม<sup>3</sup>.ซม<sup>-3</sup>)

SM<sub>j,t</sub> : ปริมาณความชื้นในดินเริ่มต้น (ซม<sup>3</sup>.ซม<sup>-3</sup>)

RSM : อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในช่วงเวลาหนึ่ง (ซม<sup>3</sup>.ซม<sup>-3</sup>.วัน<sup>-1</sup>)

Δt : รอบเวลาที่ใช้ (วัน)

ในการศึกษาเกี่ยวกับความต้องการน้ำของกาแฟ เดิมนั้นอาศัยการระเหยและการคายน้ำ เพื่อศึกษาสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟ Warrit (1988) บรรยายเกี่ยวกับการคายระเหยน้ำจากต้นกาแฟ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำตลอดจนผลของความเครียดน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตทางต้นกิ่งก้านสาขา และตลอดจนถึงการออกดอกและติดผลของกาแฟ โดยกล่าวว่าสัมประสิทธิ์การใช้น้ำของกาแฟค่อนข้างต่ำในระยะของการย้ายปลูกและจะมีการเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆจนกระทั่งเข้าสู่ระยะของการออกดอก และค่อยๆ เข้ามาสู่ค่าการใช้น้ำสูงสุด (maximum value) ที่ระยะของการออกดอกและการศึกษาครั้งนั้น มีการบันทึกอัตราการคายระเหย (evapotranspiration) สัมประสิทธิ์การใช้น้ำและประสิทธิภาพ การใช้น้ำของกาแฟ (crop coefficient

and water use efficiency) ซึ่งเป็นการหาความสัมพันธ์ การใช้น้ำของกาแฟและข้อมูลทางสภาพภูมิอากาศ ข้อมูลการสูญเสียน้ำจะถูกบันทึกโดยใช้การ สมดุลของน้ำในถังไลซิมิเตอร์ (lysimeter) ซึ่งมีขนาด 1.5 x 1.5 x 1.0 เมตร และได้หาสมดุลของน้ำโดยใช้สมการ (Doorenbos and Pruitt, 1977) คือ

$$ET_0 = P + I - D \pm \Delta S$$

ET<sub>0</sub> : อัตราการคายระเหย(มม.)

P : ปริมาณน้ำฝน (มม.)

I : ปริมาณน้ำที่ให้ทดแทนหรือน้ำชลประทาน (มม.)

D : ปริมาณน้ำที่ระเหยลงสู่ดินชั้นล่าง (มม.)

ΔS : ปริมาณน้ำที่เปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน(มม.)

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษารูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ สมดุลของน้ำในดิน เพื่อทำนายการใช้น้ำในดิน ของต้นกาแฟ และทดสอบรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของสมดุลของน้ำในดิน โดยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำที่แท้จริงของกาแฟอราบิก้าโดยวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์

### อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

ทำการปลูกต้นกาแฟและหญ้าในพื้นที่ที่ปลูก กาแฟในถังไลซิมิเตอร์ในแปลง โดยการจัดสภาพ ภายในถังทุกอย่างให้ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด โดยในถัง ไลซิมิเตอร์ที่ 1 ปลูกหญ้าเพียงอย่างเดียว เพื่อใช้ในการอ้างอิง ส่วนใน

ถึงที่ 2 และ 3 ปลุกต้นกล้ากาเพที่มีอายุประมาณ 3 เดือน แล้วบำรุงรักษาให้มีการเจริญต่อไปอีก 1 ปี จึงทำการศึกษาในการศึกษาได้ทำการบันทึกสมของน้ำในถังไลซิมิเตอร์โดยวัดปริมาณน้ำ ในส่วนที่ได้รับ จากปริมาณน้ำฝนที่ได้ในขณะนั้นปริมาณน้ำชลประทานที่ให้เพียงพอกทดแทนในขณะที่ฝนขาดช่วงและปริมาณน้ำที่ระบายจากถังไลซิมิเตอร์พร้อมกับวิเคราะห์สมดุลของน้ำโดย โปรแกรมภาษาเบสิกที่สร้างขึ้น (บัณทรูย์, 2541) เพื่อใช้หาปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นภายในดินบริเวณรากพืชในทุก 10 วัน โดยทำการ ศึกษาเป็นระยะเวลา 2 ปี ในแต่ละปีจะ แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ช่วงคือ ช่วงฤดูฝน (เมษายน-พฤศจิกายน) และฤดูแล้ง (ธันวาคม-มีนาคม)แล้วนำผลที่ได้จากการศึกษาทั้ง 2 วิธีไปวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ต่อไป

### ผลการทดลองและวิจารณ์

จากผลการศึกษาพบว่าในทุกระยะเวลา 10 วัน

ในช่วงฤดูฝน ปริมาณการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำ โดยสมดุลน้ำจากถังไลซิมิเตอร์ มีการเปลี่ยนแปลงไปในลักษณะเดียวกันตลอดทั้ง 3 ถัง โดยปริมาณการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุด โดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถังอยู่ในช่วงเดือนกรกฎาคม โดยมีค่าเป็น  $+0.013 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  สำหรับปีการ ทดลองที่ 1 และปลายเดือนตุลาคมมีค่าเป็น  $+0.048 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  สำหรับปีการทดลองที่ 2 ส่วนปริมาณการเปลี่ยนแปลงลดลงต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือนกันยายนซึ่งมีค่าเท่ากับ  $-0.086 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  และ  $-0.146 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  สำหรับปีการทดลองที่ 1 และปีการทดลองที่ 2 ตามลำดับ (ภาพที่ 1) ส่วนการศึกษาในช่วงฤดูแล้งนั้นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำโดยวิธีสมดุลจากถังไลซิมิเตอร์จะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกันทั้ง 3 ถัง ตลอดทั้งการทดลองทั้ง 2 ปี โดยพบว่าปริมาณ การเปลี่ยนแปลงมีค่าลดลงต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ตลอดทั้ง 2 ปี การทดลอง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่  $-0.102 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  และ  $-0.065 \text{ ซม}^3 \cdot \text{ซม}^{-3}$  ตามลำดับ (ภาพที่ 2)

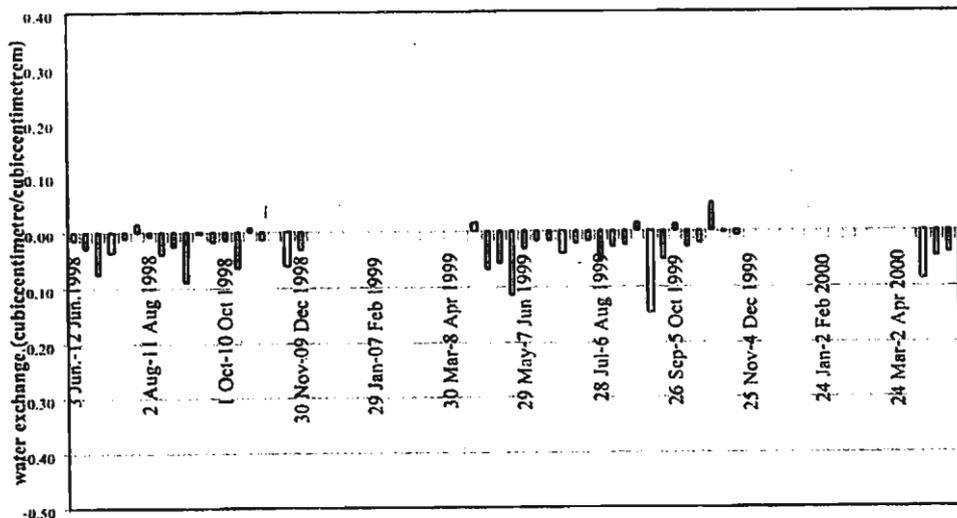
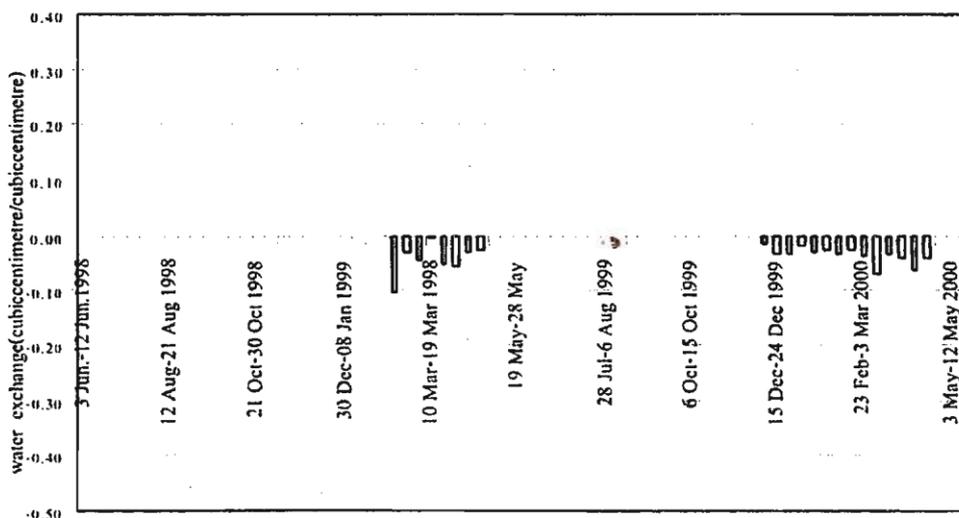


Figure 1 Rate of change soil moisture average 3 tanks lysimeter in rainy season.



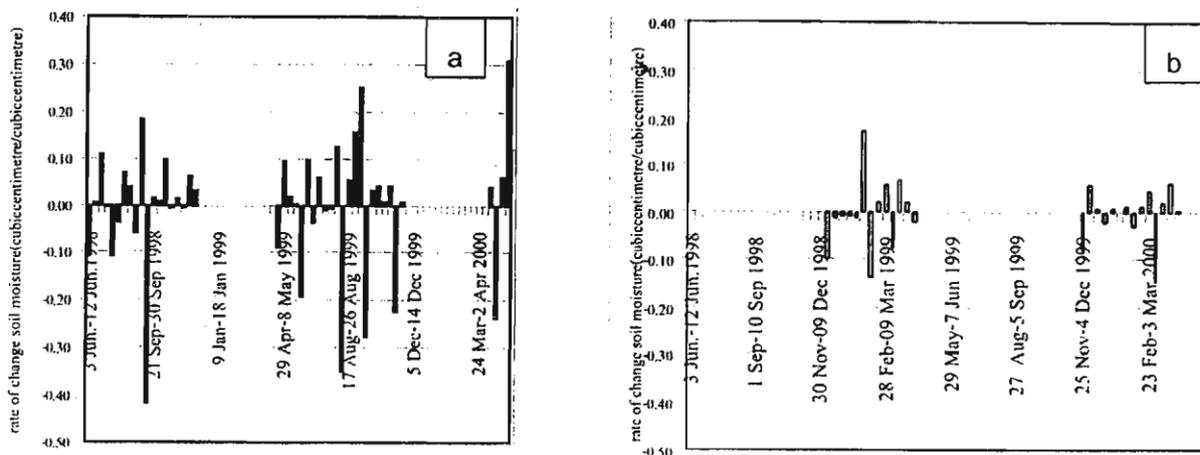
**Figure 2** Rate of change soil moisture average 3 tanks lysimeter in dry season.

จะเห็นได้ว่าปริมาณการเปลี่ยนแปลงความชื้น ซึ่งเป็นผลจากปริมาณน้ำที่ได้รับและการระเหยน้ำนั้น ปริมาณน้ำฝนที่ได้รับเป็นปัจจัยหลักมีอิทธิพลหลักต่อการเปลี่ยนแปลง ปริมาณความชื้นในดินของการศึกษาครั้งนี้

ส่วนสมดุลน้ำโดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากโปรแกรมภาษาเบสิกนั้น ทั้งในช่วงฤดูฝนและฤดูแล้งพบว่า อัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในบริเวณรากพืชของถั่วไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถัง จะมีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงความชื้นที่คล้ายคลึงกันตลอดการทดลองทั้ง 2 ปีของฤดูฝนจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากที่สุดและต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนกันยายน โดยผลของการเปลี่ยนแปลงนั้นมีสาเหตุจากปริมาณน้ำฝนที่ได้รับ ส่วนในช่วงฤดูแล้งมีอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นมากที่สุดและต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือน กุมภาพันธ์ในปีการทดลองที่ 1 และในเดือน มีนาคมในปีการทดลองที่ 2 โดยที่การเปลี่ยน

แปลงของปริมาณความชื้นนั้นเป็นผลมาจากปริมาณน้ำชลประทานที่ให้ในถังไลซิมิเตอร์ (ภาพที่ 3)

จากผลของอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินในบริเวณรากพืชเมื่อรวมกับปริมาณ ความชื้นในดินเริ่มต้นจะได้ปริมาณความชื้นในดินในบริเวณรากพืช ณ ช่วงเวลานั้นพบว่าในช่วง ฤดูฝนปริมาณความชื้นที่มีอยู่ในดินในไลซิมิเตอร์ทั้ง 3 ถัง มีปริมาณใกล้เคียงกันตลอด การทดลอง ทั้ง 2 ปี โดยมีปริมาณความชื้นในดินสูงที่สุดในช่วง 10 วันเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง อยู่ในช่วงเดือนกันยายนของทั้ง 2 ปี และมีปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดโดยเฉลี่ยทั้ง 3 ถัง ในปีการทดลองที่ 1 อยู่ในช่วงเดือนกันยายน และปีที่ 2 อยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม โดยเป็นผลมาจากอัตราการเปลี่ยนแปลงความชื้น ในดินที่เกิดขึ้นจึงทำให้ปริมาณความชื้นในดินมีการเปลี่ยนแปลงสูงสุดและต่ำสุดในช่วงขณะนั้น

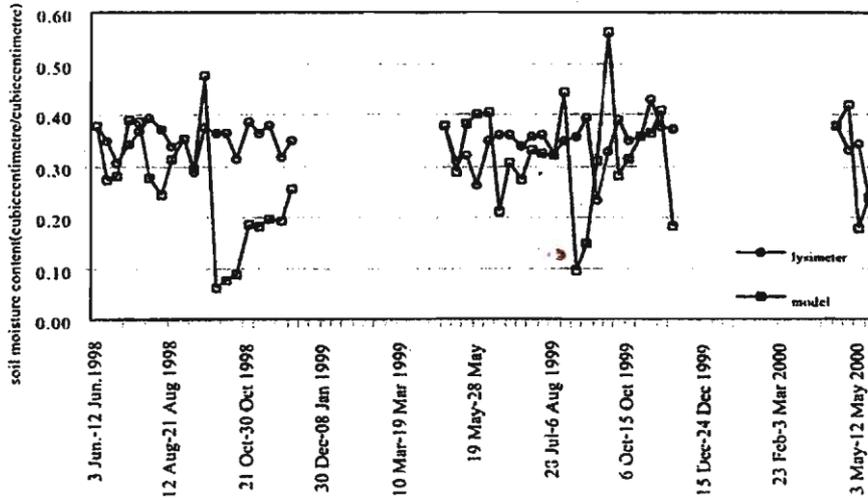


**Figure 3** Rate of change soil moisture content by model from average 3 tanks in rainy season(a) and dry season(b).

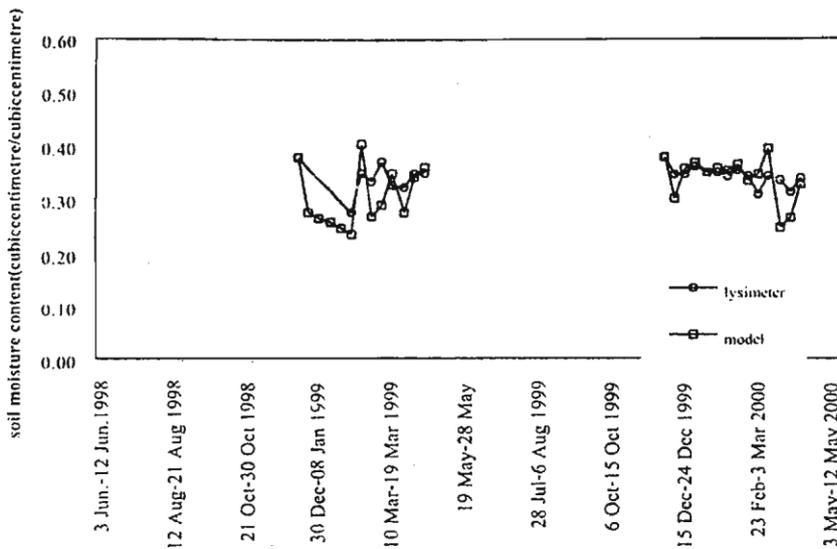
ในช่วงฤดูแล้ง พบว่าปริมาณความชื้นในดินเฉลี่ยทั้ง 3 ถังมีค่าทั้งสูงสุดและต่ำสุด ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ในช่วงปีการทดลองที่ 1 นั้นเป็นผลจากการให้น้ำมากเกินไป ในช่วงปีการทดลองที่ 2 เมื่อมีการจัดการทางด้านชลประทานที่พอเหมาะจะพบว่าปริมาณความชื้นในดินจะมีค่าใกล้เคียงกับจุดความชื้นสนาม โดยที่ปริมาณความชื้นในดินสูงสุดอยู่ในช่วงปลายเดือนกุมภาพันธ์ และปริมาณความชื้นในดินต่ำสุดอยู่ในช่วงเดือนมีนาคม การเปลี่ยนแปลงของความชื้นในดินอาจเป็นผลมาจากการเพิ่มและลดลงของพื้นที่ใบ การเพิ่มและลดลงของพื้นที่ใบ มีผลต่อปริมาณความชื้นภายในดิน

เมื่อทำการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผล การทดลองทั้ง 2 วิธีในช่วงฤดูฝน พบว่าในปีการ

ทดลองที่ 1 ปริมาณความชื้นในดิน ทั้ง 2 วิธีแสดงปริมาณความชื้นในดินไปใน ลักษณะเดียวกันในช่วงต้นการทดลองแต่หลังจากนั้นในช่วงปลายของการทดลอง พบว่าปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้แสดงค่าปริมาณความชื้นต่ำกว่าปริมาณความชื้นในดิน โดยวิธีสมมูลจากถึงไลซิมิเตอร์ค่อนข้างมากเนื่องจากเป็นช่วงที่ได้รับปริมาณน้ำฝนค่อนข้างสูง ส่วนในปีการทดลองที่ 2 ก็ยังพบว่าปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่กว้างมากเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีสมมูลจากถึงไลซิมิเตอร์ ซึ่งเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนเช่นกัน (ภาพที่ 4)



**Figure 4** The compared soil moisture content between model with actual water used by drainage type in rainy season.



**Figure 5** The compared soil moisture content between model with actual water used by drainage type in dry season.

ส่วนผลจากการเปรียบเทียบปริมาณความชื้นในดินของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับปริมาณความชื้นในดินโดยวิธีสมมูลจากถังไลซิมิเตอร์ ในฤดูแล้งทั้ง 2 วิธีนั้น มีลักษณะไปในทิศทางเดียวกันตลอดทั้งปีการทดลองที่ 1 และปีที่ 2 โดยช่วงของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นส่วน

ใหญ่นั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.220 – 0.403 ลบ.ซม<sup>3</sup>. ซม<sup>-3</sup> (ภาพที่ 5) การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์กับวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์เมื่อทำการวิเคราะห์ โดยใช้ข้อมูลรวมทั้งหมดพบว่า ในช่วงฤดูฝนนั้นรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มีความสัมพันธ์ค่อนข้างดีกับวิธีการใช้ไลซิมิเตอร์โดย

รูปแบบจำลองอย่างง่ายของดุลยภาพน้ำในดิน สำหรับกาแฟอราบิก้าสายพันธุ์คาร์ติมอร์

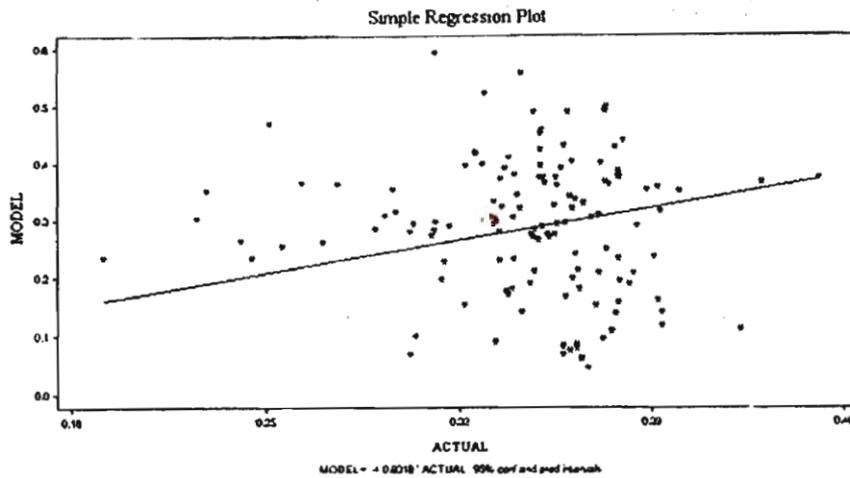


Figure 6 The correlation between model and actual water used by lysimeter type in rainy season.

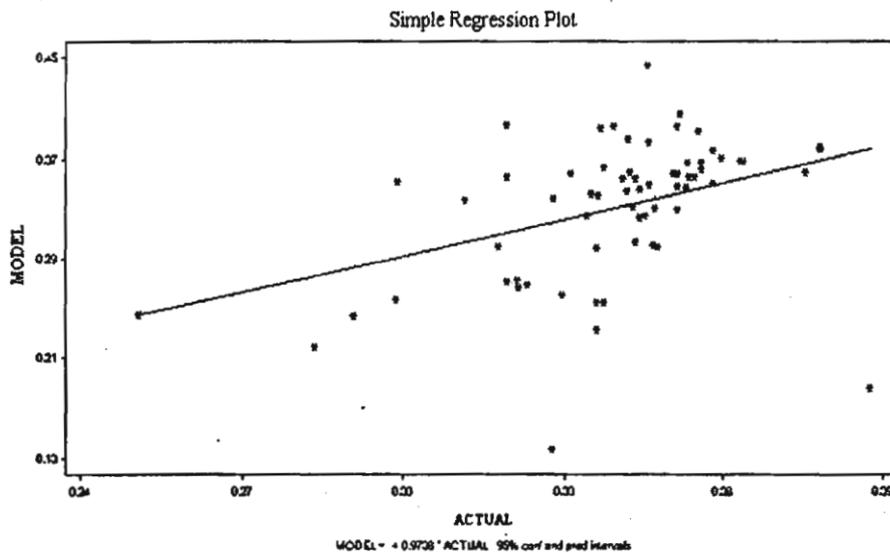


Figure 7 The correlation between model and actual water used by lysimeter type in dry season.

มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.848 (ภาพที่ 6) ส่วนในช่วงฤดูแล้ง พบว่ามีความสัมพันธ์กันดีมาก โดยมีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.978 (ภาพที่ 7) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการเปลี่ยนแปลงปริมาณ ความชื้นในดินในช่วงฤดูฝนโดยรูปแบบ จำลองทาง คณิตศาสตร์ยังมีค่าผันแปรค่อนข้างสูง ดังจะเห็นได้

จากค่าการเปลี่ยนแปลงจะมีค่าสูงสุดและต่ำสุดใน ช่วงเดือนเดียวกัน โดยเฉพาะในปีการทดลองที่ 1 ซึ่ง อาจจะเป็นผลจากการกระจายของปริมาณ น้ำฝนที่ ไม่สม่ำเสมอ เมื่อทำการคำนวณ โดย โปรแกรมทาง คณิตศาสตร์จึงทำให้เกิดความ ผันแปรของปริมาณ ความชื้นที่เกิดขึ้นในขณะนั้น

## สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาการใช้น้ำของต้นกาแฟโดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่าในช่วงฤดูฝนและในช่วงฤดูแล้ง รูปแบบการใช้น้ำของกาแฟ โดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นและวิเคราะห์โดยโปรแกรมภาษาเบสิกนั้นมีลักษณะคล้ายคลึงตลอดระยะเวลาเจริญเติบโตของต้นกาแฟตลอดการทดลอง ส่วนสภาพการใช้น้ำที่แท้จริง โดยสมมูลจากถังไลซิมิเตอร์ พบว่าลักษณะการใช้น้ำของต้นกาแฟมีความผันแปรเล็กน้อย โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้ง ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย จากจุดความจุความชื้นสนาม

ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้รูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางเพื่อใช้ในการทำนายรูปแบบการใช้น้ำของพืชได้ โดยเฉพาะในช่วงฤดูแล้งหรือในพื้นที่ที่ต้องอาศัยน้ำชลประทาน ส่วนในฤดูฝนก็สามารถนำมาใช้ได้ เพียงแต่อาจจะต้องมีการปรับค่าตัวแปรต่างๆที่ใช้ในการคำนวณของรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ให้เหมาะสม เช่น ค่าคงที่ตัวแปรต่างๆของดินชนิดของพืชกับตัวแปรของการคายน้ำสูงสุด รวมถึงการตรวจวัดทางอุตุนิยมวิทยาเป็นต้น ซึ่งตัวแปรต่างๆเหล่านี้มีผลต่อการนำมาใช้ในการคำนวณการใช้น้ำที่ถูกต้องโดยรูปแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นโดยโปรแกรมภาษาเบสิกได้ (คณัย, 2544)

## กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดินประจำปีของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ปี 2541-2543

### เอกสารอ้างอิง

- คณัยศุภโกศล. 2544. รูปแบบจำลองอย่างง่ายของ คุณภาพน้ำในดินสำหรับกาแฟอราบิก้า สายพันธุ์คาร์ติมอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. สาขาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 158 หน้า.
- บัณฑูรย์ วาฤทธิ์. 2541. วิเคราะห์สมมูลของน้ำในดินโดยใช้เทคนิคจากการใช้โปรแกรม MBASIC. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 74 น.
- Doorenbos, J. and W.O. Pruitt. 1977. Guidelines for predicting crop water requirements. FAO Irrig. Drain. Paper #24. FAO, Rome, Italy.
- Driesen, P. M. 1986. The water balance of soil, p. 76-116. In H. van Keulen and J. Wolf, (eds). Modelling of Agricultural Production Weather, Soil and Crop. Pudoc, Wageningen. The Netherlands.
- Warrit, B. 1988. Study on crop water requirement and effect of water stress on growth of *Coffea arabica* L. In Proceedings of International Seminar on Coffee Technology. Chiang Mai, Thailand. February 3-5 1988. p. 168-183.