ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝนเพื่อใช้ในแบบจำลองการเจริญเติบโตของพืช

ชื่อผู้เขียน นางสาวจุไรพร แก้วทิพย์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต เกษตรศาสตร์ (สาขาวิชาปฐพีศาสตร์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

อ.ดร. เมธี เอกะสิงห์	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร. สุนทร บูรณะวิริยะกุล	กรรมการ
ผศ.ดร. อรรถชัย จินตะเวช	กรรมการ
ผศ.ดร. ศักดิ์ดา จงแก้ววัฒนา	กรรมการ

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาฐานข้อมูลเชิงพื้นที่ของปริมาณน้ำฝน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในทางเกษตรโดยเฉพาะเป็นข้อมูลนำเข้าในแบบจำลองข้าว CERES-Rice ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลน้ำฝนในจังหวัดเชียงใหม่และจังหวัดใกล้เคียงจำนวน 201 สถานี โดยมีการบันทึกข้อมูลเป็นระยะเวลา 6-46 ปี

เนื่องจากข้อมูลปริมาณน้ำฝน ได้รวบรวมมาจากแหล่งข้อมูลที่แตกต่างกันจึงมีความแตกต่างกันทั้งในรูปแบบการบันทึกข้อมูลและโครงสร้างข้อมูล ดังนั้นจึงต้องมีการนำเข้าเป็นรูปแบบเดียวกัน พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล ในรูปแบบของกราฟ รวมถึงการหาค่าทางสถิติเชิงพรรณาเป็นรายเดือนและรายปี จากนั้นจึงจัดรูปแบบข้อมูลให้สามารถนำไปวิเคราะห์ได้กับชุดโปรแกรมย่อยวิเคราะห์ภูมิอากาศ (Weather GENerator, WGEN) ของระบบสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อการถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร (Decision Support System for Agrotechnology Transfer, DSSAT) ซึ่งมีแบบจำลองข้าว CERES – Rice เป็นองค์ประกอบหนึ่งของระบบ

ข้อจำกัดของการนำข้อมูลน้ำฝนและภูมิอากาศไปใช้ในแบบจำลองพืชของระบบ DSSAT คือ แฟ้มข้อมูลภูมิอากาศเป็นแฟ้มข้อมูลเฉพาะสถานีอุตุนิยมวิทยา ซึ่งไม่สามารถระบุเขตภูมิอากาศที่ข้อมูลเป็นตัวแทนได้อย่างแน่ชัด ถ้าพื้นที่เป้าหมายอยู่ระหว่างสถานีอุตุนิยมวิทยาหลายสถานี ผู้ใช้ต้องตัดสินใจว่าจะ

ใช้ข้อมูลของสถานีใดเอง จึงทำให้ข้อมูลภูมิอากาศที่นำไปใช้คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ณ บริเวณเป้าหมาย การศึกษานี้ได้พัฒนาฐานข้อมูลน้ำฝนเชิงพื้นที่โดยเก็บเป็นชั้นข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) เพื่อเป็นการประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล และความเหมาะสมในการเรียกใช้ จึงได้เก็บชั้นข้อมูลดังกล่าวเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายเดือน ผู้ใช้สามารถเลือกพื้นที่เป้าหมาย ณ บริเวณใด ๆ ในจังหวัดเชียงใหม่ และเรียกใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน (Rain TOTal, RTOT) และจำนวนวันที่มีฝนตกเฉลี่ย (Rain NUMber, RNUM) พร้อมทั้งนำข้อมูลน้ำฝนรายวันซึ่งสร้างขึ้นใหม่รายสถานี ไปใช้ร่วมกับแบบจำลองพืชได้

วิธีการดังกล่าวเริ่มจากนำเข้าข้อมูลน้ำฝนรายวันในโปรแกรม DSSAT ในส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลสถาพภูมิอากาศ เพื่อหาค่าเฉลี่ยน้ำฝนรายเดือนของแต่ละสถานี จากนั้นจึงศึกษาลักษณะการกระจายตัวของฝนในเชิงเวลา เพื่อเปรียบเทียบว่าคล้ายคลึงกับข้อมูลที่โปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลน้ำฝนในระบบ DSSAT ได้รับการพัฒนามาหรือไม่ โดยเฉพาะลักษณะความสัมพันธ์ในเชิงสถิติของข้อมูลสัดส่วนของวันที่มีฝนตก (fraction of wet day) และความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (conditional probability) ของโอกาสที่ฝนจะตกถ้าวันก่อนหน้านี้ฝนไม่ตก P(W/D) ในขั้นตอนนี้ใช้วิธีวิเคราะห์เชิงถดถอย (regression analysis) เพื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์ของสมการถดถอย พร้อมทั้งเปรียบเทียบกับผลการศึกษาที่ผู้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์น้ำฝนในระบบ DSSAT ได้รายงานไว้ (Geng et al., 1986) ผลการเปรียบเทียบพบว่าสัดส่วนของวันที่มีฝนตกมีความสัมพันธ์กับค่า P(W/D) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติในทุกสถานีวัดน้ำฝน (ค่า r อยู่ระหว่าง 0.943 ถึง 0.996) ค่าสัมประสิทธิ์ a ของสมการถดถอยอยู่ในช่วง –0.030 ถึง 0.015 และค่าสัมประสิทธิ์ b อยู่ในช่วง 0.546 และ 0.918 ซึ่งใกล้เคียงกับในรายงานของ Geng et al. (1986) แสดงให้เห็นว่าข้อมูลน้ำฝนที่ใช้ในกรณีศึกษานี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับที่ใช้ในการพัฒนาวิธีการวิเคราะห์น้ำฝนในระบบ DSSAT ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้อมูลน้ำฝนรายเดือนเฉลี่ยสร้างแฟ้มข้อมูลน้ำฝนรายวันขึ้นใหม่ได้

การศึกษานี้ได้นำข้อมูลปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและจำนวนวันฝนตกเฉลี่ยรายเดือนไปประมาณค่าต่อเนื่องเชิงพื้นที่โดย 3 วิธีการคือวิธีทีสเสน (Thiessen) วิธีถ่วงน้ำหนักตามค่าระยะทางผกผัน (Inverse Distance Weighting, IDW) และวิธีคริจจิ้ง (Kriging) โดย 2 วิธีแรกใช้ชุดคำสั่งของระบบ GIS เพื่อประมาณค่าและแสดงผล สำหรับวิธีคริจจิ้งได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลและประมาณค่าในโปรแกรมสถิติเชิงพื้นที่ชื่อ Splus แล้วนำมาแสดงผลในระบบ GIS

เมื่อนำผลการประมาณค่าจากทั้ง 3 วิธีการมาเปรียบเทียบกันด้วยค่า Root Mean Square Error (RMSE) ของปริมาณน้ำฝนรายเดือนที่ได้จากการประมาณค่า ณ สถานีที่ทราบค่าปริมาณน้ำฝนจากการจดบันทึก พบว่าวิธีคริจจิ้งให้ผลการประมาณค่าที่ใกล้เคียงกับที่จดบันทึกไว้เนื่องจากมีค่า RMSE ต่ำที่สุด

ส่วนการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการนำเข้าข้อมูลน้ำฝนในแบบจำลองพืชนั้น การศึกษานี้ได้ใช้กรณีศึกษาการจำลองผลผลิตข้าวเป็นตัวอย่างโดยได้สร้างหน่วยแผนที่เพื่อการจำลองผลผลิตข้าว (Simulation Mapping Unit, SMU) ให้เป็นชั้นข้อมูลใน GIS โดยการวิเคราะห์เชิงซ้อนทับระหว่างพื้นที่เพาะปลูกข้าวกับกลุ่มชุดดิน เมื่อได้หน่วยแผนที่เพื่อการจำลองแล้วนำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนเชิงพื้นที่ที่สร้างขึ้นโดยวิธีทีสเสนอย่างเดียว และวิธีคริจจิ้งผนวกกับเขตน้ำฝนที่ได้จากวิธีทีสเสนเพื่อสร้างสถานีน้ำฝนเสมือน (Virtual Rainfall Station. VRS) สำหรับเก็บข้อมูลน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนเพื่อนำไปสร้างแฟ้มข้อมูลน้ำฝนรายวัน ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการนำเข้าข้อมูลน้ำฝนในแบบจำลองพืชของทั้งสองวิธีพบว่า วิธีคริจจิ้งที่ใช้เขตน้ำฝนทีสเสนจะให้จำนวนหน่วยแผนที่เพื่อการจำลองที่ไม่ซ้ำกัน (Unique Simulation Mapping Unit, USMU) เท่ากันกับวิธีทีสเสน จึงใช้เนื้อที่ในการจัดเก็บและเวลาในการจำลองระบบพืชเท่ากับวิธีทีสเสน แต่มีข้อได้เปรียบที่สามารถให้รายละเอียดการกระจายของฝนในเชิงพื้นที่อย่างต่อเนื่องดีกว่าวิธีทีสเสน พร้อมทั้งสามารถสรุปเป็นค่าเฉลี่ยและค่าสถิติอื่น ๆ ซึ่งสามารถนำไปสร้างเป็นแฟ้มข้อมูลน้ำฝนรายวันซึ่งเป็นข้อมูลนำเข้าที่จำเป็นในแบบจำลองพืชและใช้ประโยชน์ในการวางแผนการเกษตรได้ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

Thesis Title	A Spatial Database of Rainfall for Crop Simulation Model
Author	Churaiporn Kaewtip
M.S.	Agriculture (Soil Science)

Examining Committee

Dr. Methi Ekasingh	Chairman
Asst. Prof. Dr. Soonthorn Booranaviriyakul	Member
Asst. Prof. Dr. Attachai Jintrawet	Member
Asst. Prof. Dr. Sakda Jongkaewwattana	Member

Abstract

This study aimed to develop a spatial database of rainfall for agricultural planning and management particularly for CERES-Rice crop model. Six to 46 years of rainfall data were gathered from 201 rainguage stations in Chiang Mai and nearby provinces. The collected rainfall data obtained from many sources with different formats and structures were organized in the same format prior to further analysis using graphic display and descriptive statistics. Prepared data were then analyzed with WGEN, a weather generator module in DSSAT (Decision Support System Agrotechnology Transfer) in which CERES – Rice is one of its component.

One of the limitation of DSSAT is that weather data are represented spatially by the point data at the weather station where data were collected, not by the well-defined climatic zone. If a raingauge is not installed in the target area, the user cannot easily make decision on which station to be selected for running the model, hence gives rise to unnecessary error. In this study, a spatial database of rainfall was developed as coverage in GIS (Geographic Information System) with average monthly rainfall stored as attributes to facilitate storage and retrieval. The user can select any target area in Chiang Mai and

retrieves average monthly rainfall (RTOT) and mean rainy days for each month (RNUM) and later generates new sets of daily rainfall data to be employed in a crop model.

The first step in development was to input daily data into WGEN module in DSSAT for calculating mean monthly rainfall of each station. To confirm that temporal rainfall distribution is similar to the data set from which the algorithm of rainfall analysis in DSSAT was developed, the relationship between fraction of wet day and conditional probability of a wet day following a dry day (P(W/D)) was assessed using regression analysis. The results were compared with those generated from Geng et al. (1986). The outcome of comparison confirmed that fraction of wet day significantly relate to P(W/D) for all raingauge stations ($r^2 = 0.943 - 0.996$) while the coefficients a ranged between –0.030 to 0.015 and the coefficients b were between 0.546 to 0.918. The results were consistent with those reported by Geng et al. (1986) indicating that the method for generating daily rainfall data set from mean monthly rainfall in DSSAT can be applied to rainfall data set used in this study.

Three interpolation techniques were used to generate rainfall surfaces based on RTOT and RNUM, they were Thiessen, Inverse Distance Weighting (IDW) and Kriging. The implementation of Thiessen and IDW methods were done in GIS, while Kriging was achieved by using Splus, a spatial statistics program. Comparing the root mean square error (RMSE) of the interpolation at the selected location and time where rainfall data were recorded revealed that Kriging method yielded the lowest RMSE.

In order to compare the efficiency of using rainfall data in the crop model, rice yield simulation was used as an example. The Simulation Mapping Units (SMU) were created using rice area with soil series in GIS. Spatial overlay analysis in GIS was used to link SMU with the monthly rainfall surfaces created by Thiessen and Kriging techniques. The virtual rainfall stations (VRS) were created to store mean monthly rainfall and mean rainy days which are necessary for generating daily rainfall data in DSSAT. The comparison between two techniques of creating VRS indicating that Kriging with the utilization of rainfall zone created by Thiessen method was the most efficient one. This method produced the same number of unique simulation mapping unit (USMU) as Thiessen method alone but

having an advantage of containing rainfall surface and statistics which can be furthur used in generating daily rainfall files for running a crop model and for agricultural planning activities.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University