

การศึกษาการขยายตัวของชุมชนเมืองสิ่งปลูกสร้างพื้นที่จังหวัดเชียงราย โดยแบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟ

The study of buildup area in Chiang Rai Province, Thailand
using Markov chain models.

ชาคริส พิทักษ์รัตนสกุล

กীরติพงษ์ เพชรดาพงศ์

Chakris Phithakrattanasakun

Keeratipong Phetchadapong

สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน)

โทรศัพท์ 02 141 4445/e-mail :chakris1988@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาการขยายตัวของชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง (Buildup Area) ในพื้นที่จังหวัดเชียงราย ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีแนวโน้มการขยายตัวอย่างต่อเนื่องในพื้นที่ภาคเหนือ เนื่องจากมีแนวเขตติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านได้แก่ ลาว และพม่า ตลอดจนมีท่าเรือและเส้นทางขนส่งสินค้าไปสู่ประเทศจีนอีกเส้นทางหนึ่ง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System) โดยใช้ข้อมูลแนวเขตชุมชนและสิ่งปลูกสร้างใน 3 ช่วงเวลาได้แก่ ปีพ.ศ. 2545 พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2555 และอาศัยแบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟ (Markov's Chain Model) เพื่อศึกษารูปแบบการขยายตัวของเมืองในอนาคต โดยใช้การประมวลผลเชิงพื้นที่ด้วยการซ้อนทับข้อมูล แนวเขตชุมชนเมือง ในช่วงปีพ.ศ. 2545-2555 จากการศึกษาพบว่า ความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง มีสัดส่วนการเปลี่ยนแปลงพื้นที่เพิ่มขึ้นและลดลงตามช่วงเวลา

คำสำคัญ: ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์, แบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟ, การขยายตัวของชุมชนเมืองและสิ่งปลูกสร้าง

ABSTRACT

The purpose of study was to identify expansion of urban area and building in Chiang Rai Province which is trend to growing up in northern of Thailand. Due to Chiang Rai Province has a border with neighbor countries such as Laos and Myanmar, along with another shipping route transport to China. Geographic Information System (GIS) is used for analyze with urban area and building data in three period, including 2537, 2547, 2557. Moreover, Markov's Chain Model was employed for the pattern of urban area expansion in the future by spatial process in overlay technique with urban area data from 2537 to 2557. The result of this study was found that Changing of urban area and building has ration of changing which is increasing and reduced incessant.

KEY WORD : Geographic Information System, Markov's Chain Model, Buildup Area

1. บทนำ

ปัจจุบันชุมชนและเมืองต่างๆ มีการขยายตัวอยู่ตลอดเวลา เนื่องจากจำนวนประชากรของประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดการแตกกระจายของประชากรในชุมชนต่างๆมีมากขึ้น นอกจากนั้นประเทศไทยยังได้เร่งรัดพัฒนาเศรษฐกิจโดยการวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 จนถึงปัจจุบัน ทำให้ประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านเศรษฐกิจ การขยายตัวทางอุตสาหกรรม พาณิชยกรรม การศึกษา ตลอดจนการคมนาคมขนส่งต่างๆอย่างมากมายเนื่องจากเมืองแต่ละเมืองมีขนาดและกิจกรรมที่แตกต่างกันทำให้เมืองนั้นๆ มีหน้าที่เฉพาะเกิดขึ้น ดังนั้นการวางแผน การกำหนดบทบาทหน้าที่ต่างๆของเมืองจะส่งผลต่อความเจริญหรือการขยายตัวของเมือง เมืองเป็นศูนย์กลางกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งมีความหลากหลายเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันและมีการเปลี่ยนแปลงเคลื่อนไหวตลอดเวลาตามสถานการณ์ทางเศรษฐกิจและสังคม[1]จังหวัดเชียงราย เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 ของภาคเหนือ (รองมาจากเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และลำปาง) อยู่ที่ประมาณ 11,678.369 ตร.กม. มีประชากรทั้งหมดประมาณ 1,204,660 คน เป็นอันดับที่ 2 ของภาคเหนือ และเป็นศูนย์กลางทางสังคม ศิลปะ และวัฒนธรรมล้านนา รวมทั้งเป็นศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ การค้า การคมนาคมและการท่องเที่ยวแห่งอนุภูมิภาคลุ่มแม่น้ำโขงระหว่างพม่า จีน และลาว ทำให้จังหวัดเชียงรายเป็นจังหวัดที่มีขนาดใหญ่ในด้านความเจริญมากที่สุดเป็นอันดับ 2 รองมาจากจังหวัดเชียงใหม่ เพราะตัวเมืองเชียงราย ได้กลายเป็นเทศบาลนครเชียงราย สืบเนื่องมาจากการขยายพื้นที่ในเขตเมือง จำนวนโรงเรียน โรงพยาบาล และมหาวิทยาลัยเพิ่มขึ้นตามลำดับ และในอนาคตอำเภอแม่สาย อำเภอเชียงแสน อำเภอเชียงของ อำเภอแม่จัน และอำเภอพาน ก็กำลังอาจจะพิจารณาแยกฐานะเป็น "เทศบาลเมือง" ในอนาคตอันใกล้ เมื่อประชาคมอาเซียนเกิดขึ้นเร็วๆ นี้ ดังนั้นจึงต้องมีการศึกษาความเปลี่ยนแปลงและทิศทางการขยายตัวของเมือง ตลอดจนทำนายผลที่อาจเกิดขึ้นในอนาคตของการขยายตัวของเมือง ทั้งนี้เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ และเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวางแผนรองรับการขยายตัวของเมืองเชียงรายในอนาคตอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องนำระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เข้ามาบริหารจัดการพื้นที่ รวมถึงการนำเอาความสามารถของ แบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟมาใช้ ศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลระหว่างช่วงเวลาที่แตกต่างกันตลอดจนศึกษาทิศทางการขยายตัวของเมืองที่อาจเกิดขึ้นอนาคต

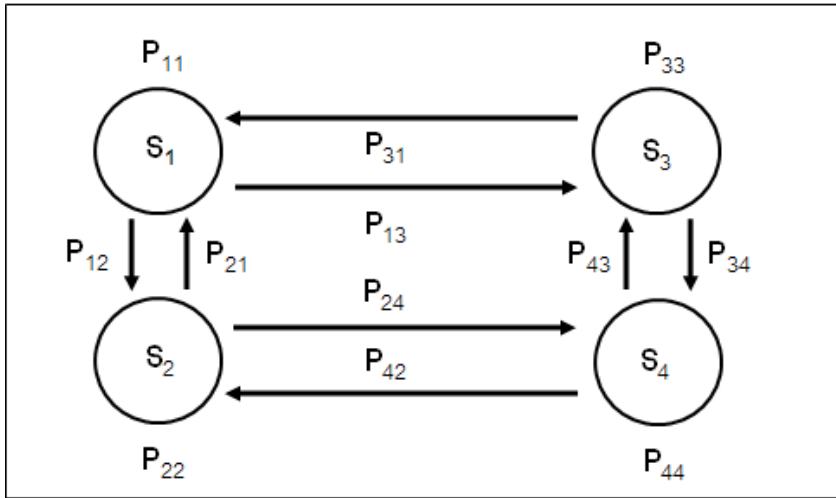
2. ทฤษฎี

แบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟ [2]เป็นรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปร เพื่อพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคตของตัวแปรนั้น และค่าความน่าจะเป็นของการเกิดแต่ละเหตุการณ์ ขึ้นอยู่กับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหน้านั้นกล่าวคือ เป็นปรากฏการณ์ของการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ที่มีลักษณะเป็นลูกโซ่ซึ่งมีความจำคือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นก่อนหน้าของเหตุการณ์ที่จะเกิดต่อไป และเหตุการณ์นั้นจะมีผลต่อการเกิดเหตุการณ์ถัดไป คุณลักษณะแบบนี้เรียกอีกอย่างว่า กระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟ เป็นสิ่งซึ่งแตกต่างจากลำดับเหตุการณ์ในลักษณะที่แต่ละเหตุการณ์เป็นอิสระคุณลักษณะและคุณสมบัติของลูกโซ่มาร์คอฟ เกี่ยวข้องกับความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรจากสถานะหนึ่งไปเป็นสถานะอื่นๆ ณ เวลาใดเวลาหนึ่ง และในระยะยาว ความน่าจะเป็นนี้จะมีลักษณะคงที่ตลอดเวลา คำว่า สถานะ หมายถึง เงื่อนไขทั้งหมดของระบบที่ศึกษาหรือสถานะที่เป็นอยู่ในเวลาใดเวลาหนึ่ง และในกระบวนการของลูกโซ่มาร์คอฟสถานะต่างๆ จะต้องหาสถานะของระบบทั้งหมดได้ (Collective Exhaustive) และระบบต้องอยู่ในสถานะใดสถานะหนึ่งเพียงอย่างเดียว ณ เวลาที่ทำการศึกษาความน่าจะเป็นทรานซิชัน (Transition Probability) หมายถึงค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงสถานะหนึ่งไปเป็นอีกสถานะหนึ่ง เช่น การเปลี่ยนแปลงจากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทป่าไม้ ไปเป็นพืชไร่เป็นต้น ตัวแปรที่กำหนดให้ใช้แทนค่าความน่าจะเป็นทรานซิชันคือ Pij โดยที่

P_{ij} คือค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงสถานะจาก S_i ไปเป็นสถานะ S_j

การแสดงค่าความน่าจะเป็นทรานซิชันของลูกโซ่มาร์คอฟ แบ่งเป็น 2 วิธี ได้แก่

2.1 การใช้แผนภาพแสดงสถานะ (State Diagram) โดยที่ $i = 1,2,3,\dots,n$ และ $j = 1,2,3,\dots,n$



รูปที่1แสดงทรานซิชันแบบไดอะแกรม

จากรูปที่ 1 กระบวนการโช่มาร์คอฟนี้ประกอบไปด้วย สถานะต่างๆ 4 สถานะ (S1, S2,S3, และ S4) และมีลูกศรชี้แสดงทิศทางพร้อมทั้งมีค่าความน่าจะเป็นทรานซิชันกำกับ เช่น P12 แสดงถึงค่าความน่าจะเป็นในการเปลี่ยนสถานะจาก S1 ไปเป็น S2

2.2 การใช้เมตริกซ์ทรานซิชัน (Transition Matrix) จะเป็นการกำหนดความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไข (Condition Probability) ของการอยู่ในสถานะอนาคต เมื่อทราบสถานะปัจจุบันลูกโช่มาร์คอฟจะเป็นการศึกษาถึงสถานะปัจจุบัน (State Space) และศึกษาถึงสถานะข้างหน้าที่กำลังจะเป็นหรือก้าวไปหา (Move) คำว่า “สถานะปัจจุบัน” หมายถึง สภาพของปัญหาในขณะที่เริ่มต้นทำการศึกษา และคำว่า “สถานะข้างหน้า” หมายถึง สภาพของปัญหาที่จะเป็นไปในอนาคตคุณสมบัติลูกโช่มาร์คอฟมีอยู่ว่า ถ้ากำหนดสถานะปัจจุบันของระบบไว้แล้ว สถานะในอนาคตของระบบจะขึ้นโดยตรงกับสถานะในปัจจุบันนี้เท่านั้น โดยที่จะไม่ขึ้นอยู่กับสถานะในอดีตที่ผ่านมา แสดงว่าเมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยกระบวนการลูกโช่มาร์คอฟ จะต้องเริ่มศึกษาจากสถานะปัจจุบันเป็นต้นไป ซึ่งอิทธิพลต่างๆ ที่มีผลต่อสถานะปัจจุบันจะต้องคงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษาวิเคราะห์ ส่วนสถานะในอดีตที่ผ่านมาอาจจะเป็นผลเนื่องมาจากปัจจัยที่ต่างไปจากปัจจุบันก็ได้ค่าความน่าจะเป็นทรานซิชัน เป็นค่าที่ได้จากการเก็บ สํารวจ รวบรวมข้อมูล และค่านี้จะใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ลูกโช่มาร์คอฟ ดังนั้นการที่จะสามารถประยุกต์ใช้แบบจำลองห่วงโช่มาร์คอฟได้นั้น จะต้องรู้ถึงค่าความน่าจะเป็นทรานซิชันเสียก่อน ในกระบวนการวิเคราะห์จึงแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นแรกเป็นการสร้างตารางเมตริกซ์ความน่าจะเป็น (ProbabilityMatrix) โดย Probability Matrix จะมีลักษณะเป็น Square Matrix มิติ n คูณ n และขั้นที่สองเป็นการหาสัดส่วนความน่าจะเป็นที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต (Proportion) ดังนี้

กำหนดให้ Pij คือค่าความน่าจะเป็นอย่างมีเงื่อนไขของการอยู่ในสถานะในอนาคตโดย บอกสถานะในปัจจุบันของ i โดย

$$i = 1,2,3,\dots,n \text{ และ } j = 1,2,3,\dots,n \text{ จะได้}$$

P = Matrix of Transition Probability หรือ

		S_1	S_2	S_3	....	S_n	
จากสถานะ	S_1	P_{11}	P_{12}	P_{13}	....	P_{1n}	1
	S_2	P_{21}	P_{22}	P_{23}	....	P_{2n}	1
	S_3	P_{31}	P_{32}	P_{33}	....	P_{3n}	1
	:	:	:	:	....	:	1
	:	:	:	:	....	:	1
	S_n	P_{n1}	P_{n2}	P_{n3}	....	P_{nn}	1

รูปที่ 2 แสดงทรานซิชันแบบเมตริกซ์

ค่าต่างๆ ในเมตริกซ์ คือ ความน่าจะเป็นทรานซิชันของการเปลี่ยนแปลงจากสถานะในแถว (Row) ไปเป็นสถานะในสดมภ์ (Column) เมตริกซ์ทรานซิชันจะต้องเป็นเมตริกซ์ที่มีจำนวนแถวเท่ากับจำนวนสดมภ์เสมอ โดยที่จำนวนแถวหรือจำนวนสดมภ์จะต้องเท่ากับจำนวนสถานะของลูกโซ่มาร์คอฟ ความน่าจะเป็นทรานซิชันในแถวเดียวกัน รวมทั้ง จะต้องมามีค่าเป็น 1 เสมอก่อนที่จะนำตารางความน่าจะเป็นเมตริกซ์ ไปใช้หาสัดส่วนความน่าจะเป็นที่มีโอกาสเกิดขึ้นในอนาคต นั้นต้องทราบสัดส่วนของแต่ละสถานะในระยะที่ 2 ก่อน

ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (Vector) : V_j ($j = 1$ ถึง n) ดังนี้

$$V_j = [V_1 \ V_2 \ V_3 \ \dots \ V_n] \dots\dots\dots (2.1)$$

จากตารางเมตริกซ์ความน่าจะเป็น (P_{ij}) ระหว่างระยะที่ 1 กับระยะที่ 2 และสัดส่วนสถานะในระยะที่ 2 แบบเวกเตอร์ (V_j (t-1)) แล้วเราสามารถนำมาทำนายหรือหาสัดส่วนความน่าจะเป็น (Proportion) ที่มีโอกาสเกิดขึ้นในระยะที่ 3 (V_j (t)) ได้ดังนี้

$$V_j (t) = V_j(t-1) P_{ij}$$

หรือ

$$V_j(t) = [V_1 \ V_2 \ V_3 \ \dots \ V_n] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & \dots & P_{2n} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & \dots & P_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ P_{n1} & P_{n2} & P_{n3} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix} \dots\dots (2.2)$$

โดย t คือช่วงเวลาใดๆที่ต้องการทำนาย

3. วิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ได้นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภท พื้นที่สิ่งปลูกสร้าง (U) จำนวน 3 ช่วงเวลา (ปี พ.ศ. 2545 2550 และ 2555) มาแปลความหมายและจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน 6 ประเภท คือ U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) U2 (หมู่บ้าน) U3 (สถานที่ราชการ) U4 (สถานศึกษา) U5 (ย่านอุตสาหกรรม) และ U6 (อื่นๆ) แล้วเปรียบเทียบหาโอกาสการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินจากประเภทหนึ่งไปเป็นอีกประเภทหนึ่งระหว่างปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2550 (ระยะห่าง 5 ปี) และปี พ.ศ. 2555 มาทำการซ้อนทับ (Overlay) เพื่อสร้างเมตริกซ์โอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆด้วยโปรแกรมทางด้านภูมิสารสนเทศ ชุดคำสั่ง Tabulate Areas ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จะมีรูปแบบดังตารางที่ 1 พร้อมกับนำผลที่ได้ไปประมาณสัดส่วนโอกาสการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี พ.ศ. 2560 โดยอาศัยแบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟและใช้ผลการจำแนกข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2550 มาเป็นข้อมูลเปรียบเทียบผลที่ได้จากการประมาณจากแบบจำลอง

ตารางที่ 2 แสดงรูปแบบเมตริกซ์โอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากระยะที่ 1 ไปเป็นระยะที่ 2

การใช้ประโยชน์ที่ดินในระยะที่ 2

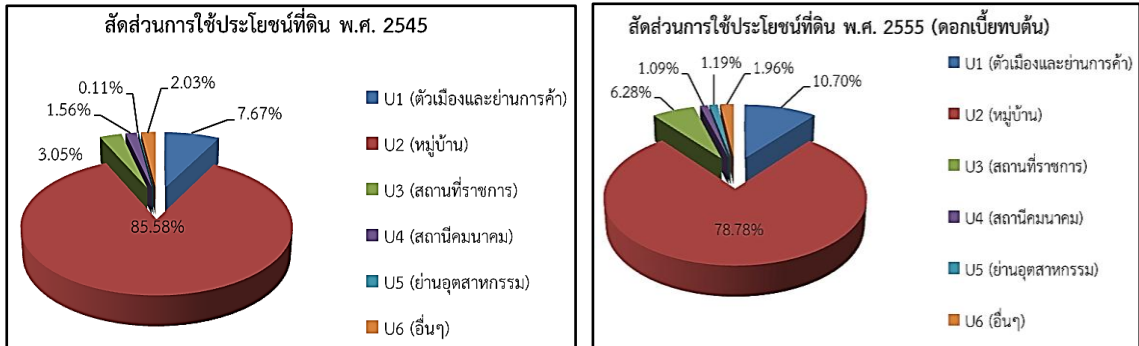
ประเภท	U1	U2	U3	F1	F2	F3	A1	A2	A3	A4	M1	M2	W
U1	U1U1	U1U2	U1U3	U1F1	U1F2	U1F3	U1A1	U1A2	U1A3	U1A4	U1M1	U1M2	U1W
U2	U2U1	U2U2	U2U3	U2F1	U2F2	U2F3	U2A1	U2A2	U2A3	U2A4	U2M1	U2M2	U2W
U3	U3U1	U3U2	U3U3	U3F1	U3F2	U3F3	U3A1	U3A2	U3A3	U3A4	U3M1	U3M2	U3W
F1	F1U1	F1U2	F1U3	F1F1	F1F2	F1F3	F1A1*	F1A2	F1A3	F1A4	F1M1	F1M2	F1W
F2	F2U1	F2U2	F2U3	F2F1	F2F2	F2F3	F2A1	F2A2	F2A3	F2A4	F2M1	F2M2	F2W
F3	F3U1	F3U2	F3U3	F3F1	F3F2	F3F3	F3A1	F3A2	F3A3	F3A4	F3M1	F3M2	F3W
A1	A1U1	A1U2	A1U3	A1F1	A1F2	A1F3	A1A1	A1A2	A1A3	A1A4	A1M1	A1M2	A1W
A2	A2U1	A2U2	A2U3	A2F1	A2F2	A2F3	A2A1	A2A2	A2A3	A2A4	A2M1	A2M2	A2W
A3	A3U1	A3U2	A3U3	A3F1	A3F2	A3F3	A3A1	A3A2	A3A3	A3A4	A3M1	A3M2	A3W
A4	A4U1	A4U2	A4U3	A4F1	A4F2	A4F3	A4A1	A4A2	A4A3	A4A4	A4M1	A4M2	A4W
M1	M1U1	M1U2	M1U3	M1F1	M1F2	M1F3	M1A1	M1A2	M1A3	M1A4	M1M1	M1M2	M1W
M2	M2U1	M2U2	M2U3	M2F1	M2F2	M2F3	M2A1	M2A2	M2A3	M2A4	M2M1	M2M2	M2W
W	WU1	WU2	WU3	WF1	WF2	WF3	WA1	WA2	WA3	WA4	WM1	WM2	WW

*จากตารางรหัส F1A1 = แสดงโอกาสที่ไม่ยึดมั่นในระยะที่ 1 จะเปลี่ยนไปเป็นพืชล้มลุก/พืชไร่ในระยะที่ 2

4. ผลการศึกษา

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทสิ่งปลูกสร้าง จำนวน 3 ช่วงเวลา 3 ปี (ปี พ.ศ. 2545, พ.ศ. 2550, และ พ.ศ. 2555) เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ประเภทสิ่งปลูกสร้าง ออกเป็น 6 ประเภท นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2545 และ พ.ศ. 2555 มาเปรียบเทียบหาโอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทและสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้ทำนายสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ. 2560 ด้วยแบบจำลองห่วงโซ่มาร์คอฟ จากนั้นใช้สมการดอกเบี้ยทบต้นในการจำลองช่วงที่ไม่มี

ข้อมูล (พ.ศ. 255 0) แล้วนำผลไปเปรียบเทียบกับภาระการใช้จ่ายประโยชน์ที่ดินที่ได้จาก กรมพัฒนาที่ดินที่มีการ
 จำแนกไว้เมื่อ ปี พ.ศ. 2550 ซึ่งผลการศึกษามีดังต่อไปนี้



รูปที่3แสดงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545-2555

ตารางที่ 1 แสดงสัดส่วนเนื่องที่การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระหว่างปี พ.ศ.2545 – 2550

เมตริกซ์การเปลี่ยนแปลง		พ.ศ. 2550							
	ประเภท	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	U2 (หมู่บ้าน)	U3 (สถานที่ราชการ)	U4 (สถานีคมนาคม)	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	U6 (อื่นๆ)	สัดส่วน (รวม)	สัดส่วน (ร้อยละ)
พ.ศ. 2545	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	21,960,000.0000	280,000.0000	220,000.0000	420,000.0000	100,000.0000	50,000.0000	23,030,000.0000	7.6690
	(%)	95.3539	1.2158	0.9553	1.8237	0.4342	0.2171	100	
	U2 (หมู่บ้าน)	18,100,000.0000	232,400,000.0000	2,960,000.0000	2,220,000.0000	480,000.0000	850,000.0000	257,010,000.0000	85.5844
	(%)	7.0425	90.4245	1.1517	0.8638	0.1868	0.3307	100	
	U3 (สถานที่ราชการ)	1,240,000.0000	1,440,000.0000	6,070,000.0000	50,000.0000	-	360,000.0000	9,160,000.0000	3.0503
	(%)	13.5371	15.7205	66.2664	0.5459	-	3.9301	100	
	U4 (สถานีคมนาคม)	-	200,000.0000	20,000.0000	4,450,000.0000	-	-	4,670,000.0000	1.5551
	(%)	-	4.2827	0.4283	95.2891	-	-	100	
	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	-	130,000.0000	130,000.0000	30,000.0000	50,000.0000	-	340,000.0000	0.1132
	(%)	-	38.2353	38.2353	8.8235	14.7059	-	100	
	U6 (อื่นๆ)	50,000.0000	660,000.0000	1,180,000.0000	40,000.0000	30,000.0000	4,130,000.0000	6,090,000.0000	2.0280
	(%)	6.40%	4.13%	1.15%	9.77%	2.36%	33.18%	100	
	สัดส่วน (รวม)	41,350,000	235,110,000	10,580,000	7,210,000	660,000	5,390,000	300,300,000	100.00
	สัดส่วน (ร้อยละ)	13.77	78.29	3.52	2.40	0.22	1.79	100	
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง									
	สัดส่วน (ร้อยละ)	6.10	-7.29	0.47	0.85	0.11	-0.23	4.30	-15.65
	เนื้อที่เปลี่ยนแปลง	18,320,000	-21,900,000	1,420,000	2,540,000	320,000	-700,000		

ตารางที่ 2 แสดงโอกาสการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2545 – 2550

		พ.ศ. 2550						
	ประเภท	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	U2 (หมู่บ้าน)	U3 (สถานที่ราชการ)	U4 (สถานีคมนาคม)	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	U6 (อื่นๆ)	รวม
พ.ศ. 2545	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	0.95	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	1
	U2 (หมู่บ้าน)	-	-	-	-	-	-	-
	U3 (สถานที่ราชการ)	0.14	0.16	0.66	0.01	-	0.04	1
	U4 (สถานีคมนาคม)	-	0.04	0.00	0.95	-	-	1
	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	-	0.38	0.38	0.09	0.15	-	1
	U6 (อื่นๆ)	0.01	0.11	0.19	0.01	0.00	0.68	1
		หมายเหตุ: ค่า 0.0000 ที่ปรากฏในตาราง ไม่สามารถแสดงด้วยทศนิยม 4 หลักได้						
		เครื่องหมาย - ที่ปรากฏในตารางแสดงว่าไม่มีข้อมูลการเปลี่ยนแปลง						

ตารางที่ 3 แสดงผลการทำนายสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2555

โอกาสการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากปี พ.ศ. 2545 - 2555								
พ.ศ. 2555								
ประเภท	(ตัวเมืองและย่านการค้า)	U2 (หมู่บ้าน)	3 (สถานที่ราชการ)	4 (สถานีสมาคม)	5 (ย่านอุตสาหกรรม)	U6 (อื่นๆ)	รวม	
พ.ศ. 2545	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	0.95	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	1
	U2 (หมู่บ้าน)	-	-	-	-	-	-	-
	U3 (สถานที่ราชการ)	0.14	0.16	0.66	0.01	-	0.04	1
	U4 (สถานีสมาคม)	-	0.04	0.00	0.95	-	-	1
	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	-	0.38	0.38	0.09	0.15	-	1
	U6 (อื่นๆ)	0.01	0.11	0.19	0.01	0.00	0.68	1
2. สัดส่วนการใช้ที่ดิน (ร้อยละ)								
ปี พ.ศ. 2545		7.67	85.58	3.05	1.56	0.11	2.03	100.00
ปี พ.ศ. 2555		10.70	78.78	6.28	1.09	1.19	1.96	100.00
ผลทำนาย ปี พ.ศ. 2565		9.73	1.24	6.08	0.51	1.20	0.86	19.63
ผลทำนาย พ.ศ. 2565 (ปรับค่า)		10.2178	1.5913	6.1890	0.7373	1.1948	1.2867	21.22

ตารางที่ 4 แสดงผลการคำนวณสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินระหว่างปี พ.ศ. 2545 และปี พ.ศ. 2555

สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินปี พ.ศ. 2545 ด้วยมาร์คอปและดอกเบี๋ยทบต้น										
ลำดับ	ปี พ.ศ.	ปีที่	U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า)	U2 (หมู่บ้าน)	U3 (สถานที่ราชการ)	U4 (สถานีสมาคม)	U5 (ย่านอุตสาหกรรม)	U6 (อื่นๆ)	รวม	วิธีการ
1	2545	0	7.6690	85.5844	3.0503	1.5551	0.1132	2.0280	100.00	มาร์คอป
2	2546	1	7.8860	83.8299	3.3309	1.5718	0.1334	2.1524	98.90	ดอกเบี๋ยทบต้น
3	2547	2	8.1092	82.1113	3.6373	1.5886	0.1572	2.2845	97.89	ดอกเบี๋ยทบต้น
4	2548	3	8.3387	80.4279	3.9719	1.6056	0.1853	2.4246	96.95	ดอกเบี๋ยทบต้น
5	2549	4	8.5747	78.7791	4.3373	1.6228	0.2183	2.5734	96.11	ดอกเบี๋ยทบต้น
6	2550 (ก่อนปรับค่า)	5	11.1074	77.6273	5.6482	1.6430	1.0486	2.9255	100.00	ดอกเบี๋ยทบต้น
7	2551	6	11.4218	77.8550	5.7622	1.4770	1.0733	2.6367	100.23	ดอกเบี๋ยทบต้น
8	2552	7	11.7450	78.0835	5.8784	1.3277	1.0987	2.3764	100.51	ดอกเบี๋ยทบต้น
9	2553	8	12.0774	78.3126	5.9969	1.1935	1.1246	2.1419	100.85	ดอกเบี๋ยทบต้น
10	2554	9	12.4193	78.5423	6.1179	1.0729	1.1511	1.9305	101.23	ดอกเบี๋ยทบต้น
11	2555	10	10.6962	78.7830	6.2817	1.0914	1.1889	1.9588	100.00	มาร์คอป
2. เปรียบเทียบผลระหว่างทำนาย และจากภาพถ่ายทางอากาศ										
สัดส่วนการใช้ที่ดินปี 2550 (หลังปรับค่า)			8.8032	80.5551	4.1851	1.6063	0.3486	2.4721	97.97	
สัดส่วนการใช้ที่ดินปี 2550 (จากข้อมูลการใช้ที่ดิน LDD)			7.6690	85.58	3.05	1.56	0.11	2.03	97.12	
ความแตกต่างระหว่างผลการทำนายและจากภาพถ่ายทางอากาศ										
จากการคำนวณ			1.0971	0.7029	1.2526	1.0714	0.1563	0.7196	5.0000	
จากข้อมูลการใช้ที่ดิน LDD			1.0502	0.7139	0.9890	0.6555	0.9444	0.6470	5.0000	
ความแตกต่าง			-0.0469	0.0109	-0.2636	-0.4158	0.7880	-0.0726		
ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMS)			0.0022	0.0001	0.0695	0.1729	0.6210	0.0053	0.0848	

จากตารางแสดงผลการวิเคราะห์พบว่า สัดส่วนการใช้ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2550 (หลังปรับค่า) และสัดส่วนการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 จากกรมพัฒนาที่ดิน (LDD) มีค่าที่ใกล้เคียงกัน โดยมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งข้อมูลการใช้ที่ดิน U1 (ตัวเมืองและย่านการค้า) U2 (หมู่บ้าน) U3 (สถานที่ราชการ) U4 (สถานีสมาคม) U5 (ย่านอุตสาหกรรม) และ U6 (อื่นๆ) มีค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMS) เท่ากับ 0.0022, 0.0001, 0.0695, 0.1729, 0.6210, 0.0053 และ 0.0848 ตามลำดับ

5. สรุป

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จำนวน 3 ช่วงเวลา 3 ปี (ปี พ.ศ. 2545 พ.ศ. 2550 และ พ.ศ. 2555) ในจังหวัดเชียงราย เพื่อจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 6 ประเภท นำข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ในปี พ.ศ. 2545-2550 และพ.ศ. 2550-2555 มาเปรียบเทียบหาโอกาสของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภท และสัดส่วนของการใช้ประโยชน์ที่ดิน เพื่อใช้ทำนายสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละประเภทในปี พ.ศ.2565 ด้วยแบบจำลองห้วงโซ่มาร์คอฟ จากนั้นใช้สมการดอกเบี๋ยทบต้นในการจำลอง ข้อมูล พ.ศ. 2565 นั้นทำให้ทราบว่า การวิวัฒนาการการใช้ประโยชน์ที่ดินของพื้นที่ศึกษาสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ

5.1 การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นจากปี พ.ศ. 2545, พ.ศ. 2550, พ.ศ. 2555 มี 2 ประเภท คือ สถานที่ราชการ (3.055.646.28) และ ย่านอุตสาหกรรม (0.111.041.18) ตามลำดับ

5.2 การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีสัดส่วนที่ไม่แน่นอน จากปี พ.ศ. 2545, พ.ศ. 2550, พ.ศ. 2555มี 4 ประเภท ได้แก่ ตัวเมืองและย่านการค้า (7.66, 11.10, 10.69) หมู่บ้าน(85.58, 77.62, 78.78) สถานีคมนาคม (1.55, 1.64 , 1.09) และอื่นๆ (2.02, 2.92, 1.95) ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2550(หลังปรับค่า) โดยแบบจำลองมาร์คอฟและดอกเบี๋ยทบต้น กับ ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 จากกรมพัฒนาที่ดิน (LDD) โดยตรงแล้วปรากฏว่า ผลการจำลองข้อมูลใกล้เคียงกับ ข้อมูลการใช้ที่ดิน ปี พ.ศ. 2550 จากกรมพัฒนาที่ดิน (LDD) โดยมีผลรวม ค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (RMS) เท่ากับ 0.8710 จากสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2555โดยแบบจำลองมาร์คอฟและดอกเบี๋ยทบต้น นำมาพยากรณ์การใช้ประโยชน์ที่ดินใน พื้นที่จังหวัดเชียงราย ในปี 2565ผลการพยากรณ์โดยใช้แบบจำลองมาร์คอฟและดอกเบี๋ย ทบต้น พบว่า ตัวเมืองและย่านการค้ามีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินสูงสุดคิดเป็นร้อยละ 10.21รองลงมา คือ สถานที่ราชการคิดเป็นร้อยละ6.18หมู่บ้านคิดเป็นร้อยละ1.59อื่นๆคิดเป็นร้อยละ1.28ย่านอุตสาหกรรมคิดเป็นร้อยละ 1.19 และสถานีคมนาคม คิดเป็นร้อยละ 0.73 โดยผลจากการคำนวณพบว่า ภายในปี 2565 จะมีสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทสิ่งปลูกสร้างรวม ร้อยละ 21.22

เอกสารอ้างอิง

[1] มารุตราชมณีและคณะ , 2550, การพัฒนาแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงพื้นที่โดยเทคนิคการสำรวจระยะไกลและแบบจำลองมาร์คอฟพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคองตอนบน, วารสารทรัพยากรธรรมชาติ.

[2] หนึ่งหทัยชัยอารุ, 2541, รายงานวิจัยเรื่อง “กระบวนการลูกโซ่มาร์คอฟและการประยุกต์”, เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

