

climate	location	web site
SST (Sea Surface Temperature) or ENSO, JMA this value is from the J a p a n Meteorological Agency (JMA)	Tropical pacific: 4°S-4°N, 150°W-90°W	http://www.coap.fsu.edu/pub/JMA_SST_INDEX
Multivariate ENSO Index (MEI)		http://www.cdc.noaa.gov/~kew/MEI/table.html

3.3 การกำหนดพื้นที่ศึกษา

การกำหนดพื้นที่ศึกษาที่เหมาะสมนั้นมีข้อพิจารณาดังนี้

ไม้ที่มีชีวิต

- เป็นพื้นที่ป่าธรรมชาติที่มีไม้สักและไม้สนสองใบ-สนสามใบเป็นไม้เด่นของสังคมพืช
- เป็นพื้นที่ที่มีการกระจายของชนิดไม้ดังกล่าวสม่ำเสมอ (homogeneity) มีร่องรอยการถูกรบกวนจาก

ปัจจัยภายนอกน้อยที่สุด

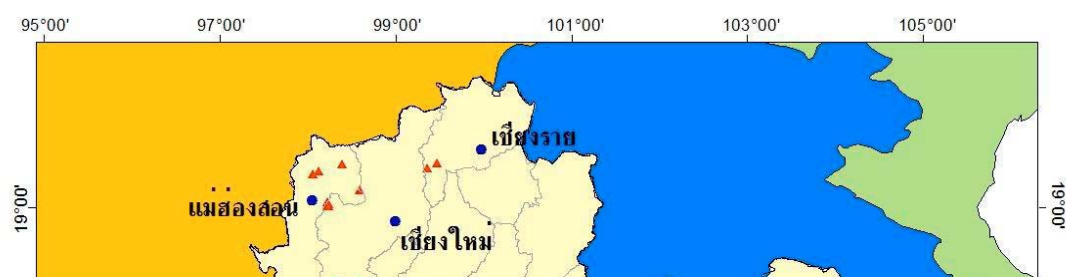
ไม้ที่ไม่มีชีวิต

ตัวอย่างไม้ที่ไม่มีชีวิต ได้แก่ ไม้ที่หลงเหลืออยู่ในพื้นที่ ต้นไม้ที่ถูกตัดทิ้งในพื้นที่ ต้นไม้ที่ถูกตัดฟันแล้ว ซักหลากรวมที่หมอนไม้ ตัวอย่างเหล่านี้อาจได้มาจากแหล่งต่าง ๆ กัน เช่น พื้นที่ป่าที่เคยผ่านการทำสัมปทานป่าไม้ หน่วยป่าไม้ต่าง ๆ ในกรณีที่ไม้มีการเคลื่อนย้ายมาจากที่อื่นควรที่จะทราบถึงแหล่งที่มา

ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงเน้นไปที่พื้นที่ป่าอนุรักษ์ และจากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิที่บ่งบอกถึงสภาพป่าธรรมชาติ ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้ใช้อักษรย่อ T แทนตัวอย่างไม้สัก HT แทนตัวอย่างไม้สักที่ไม่มีชีวิตและตัดมาเป็นเชิงสำหรับ CT คือไม้สักที่ไม่มีชีวิตและจะมาเป็นคอร์ PM แทนตัวอย่างไม้สน 2 ใบ PK แทนตัวอย่างไม้สน 3 ใบ และตามด้วยตัวอักษร 2-3 ตัว เพื่อจะบอกชื่อพื้นที่เก็บตัวอย่าง ข้อมูลได้มาจากพื้นที่ศึกษาดังต่อไปนี้ พื้นที่ป้องกันรักษา หน่วยป่าไม้ ชร.16 หน่วยต้นน้ำโป่งสลิ อ.แม่สลุย จ.เชียงราย ให้อักษรย่อเป็น TCR และ PSL เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า สันปันแดน พื้นที่ศึกษาบริเวณลำน้ำของ ให้สัญลักษณ์สำหรับไม้ที่มีชีวิตเป็น TNK ที่ตั้งของศูนย์ส่งเสริมพืชสมุนไพร ของกรมอุทยานแห่งชาติ พืชพันธุ์ และสัตว์ป่า (เดิมกรมป่าไม้)ตั้งอยู่ที่บ้านน้ำกาด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน ให้อักษรย่อ TNG สำหรับไม้มีชีวิต HTNG สำหรับเชิงไม้สัก และ CTNG สำหรับต่อไม้สักที่จะมาเป็นคอร์ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ให้อักษรย่อเป็น PMCD พื้นที่ศึกษาโครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ ให้อักษรย่อคือ PMWJ1, PKWJ2, PKWJ3, PKWJ4, PMWJ4, PMWJ5 และ PKWJ6 พื้นที่อนุรักษ์พันธุ์ไม้ สน อ.ฮอด จ. เชียงใหม่ ให้อักษรย่อคือ PMHB, PMBK และ PKNT อุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัดสุพรรณบุรี ให้อักษรย่อ PMPT ป่าชุมชนบ้านโรง อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี ให้อักษรย่อ PMTY จำนวนตัวอย่าง ชนิดไม้ และรายเอียด พื้นที่ศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 3-3 และรูปที่ 3-2

ตารางที่ 3-3 รายละเอียดของพื้นที่ศึกษา

จังหวัด	พื้นที่ศึกษา	ชนิดไม้	อักษรย่อ	พิกัด	จำนวนตัวอย่าง ต้น (คอร์)	ระดับความสูงจาก น้ำทะเล (ม)
เชียงราย	โป่งสลิ	สัก	TPSL	19° 49" N, 99° .47" E	23 (44)	401
	ชร16	สัก	TCR	19° 43" N, 99° .36" E	8 (20)	476
แม่ฮ่องสอน	น้ำของ	สัก	TNK THNK	19° 40" N, 98° .12" E	21 (80)	769
	น้ำกัต	สัก	TNG TCNG THNG	19° 48" N, 98° .39" E	18(68) 20(70) 25(74)	473
	ทุ่งสาแล	สัก	TSL	19° 36" N, 98° .06" E	20(38)	769
เชียงใหม่	วัดจันทร์ 1	สนสองใบ	PMWJ1	19° .07".48'N, 98°.18".09'	28(46)	828
	วัดจันทร์ 2	สนสามใบ	PKWJ2	19° 04"43' -98°17"11'	22(44)	1,114
	วัดจันทร์ 3	สนสามใบ	PKWJ3	19° 03"02' -98°18"51'	24(45)	1,068
	วัดจันทร์ 4	สนสองใบ	PMWJ4	19° 04"00' -98°17"51'	7(10)	1,047
	วัดจันทร์ 4	สนสามใบ	PKWJ4	19° 04"00' -98°17"51'	14(24)	1,047
	วัดจันทร์ 5	สนสองใบ	PMWJ5	19° 06"02' -98°18"24'	24(44)	1,037
	วัดจันทร์ 6	สนสองใบ	PMWJ6	19° 03"20' -98°17"11'	31(52)	1,152
	เขียงดาว	สน	PMCD	19° 19" N, 98° .59" E	29 (62)	2,000
	ห้วยบง	สน	PMBL	18° 16" N, 98° .42" E	7 (22)	1,025
	บ่อแก้ว	สน	PMBK	18° 16" N, 98° .36" E	8 (21)	1,036
สุพรรณบุรี	พุเตย	สน	PMPT	15° 28" N, 98° .43" E	33 (61)	793
	เพชรบุรี	สน	PMTY	12° 77" N, 99° .78" E	40 (72)	110
รวมจำนวนตัวอย่าง ไม้สัก 90 ต้น 250 ตัวอย่าง ไม้สักไม่มีชีวิต 45 ต้น 144 ตัวอย่าง ไม้สนสองใบ 207 ต้น 390 ตัวอย่าง สนสามใบ 80 ต้น 188 ตัวอย่าง						



สภาพทั่วไป พื้นที่ศึกษาอยู่ในเขตบ้านน้ำกาด ภายในบริเวณที่ตั้งของศูนย์ส่งเสริมพืชสมุนไพรของกรมอุทยานแห่งชาติ พืชพันธุ์ และสัตว์ป่า (เดิมกรมป่าไม้) พื้นที่ครอบคลุมประมาณ 4-5 ไร่ อยู่ในเขตการปกครองของ ต.บ้านน้ำกาด อ.เมือง จ. แม่ฮ่องสอน พื้นที่ด้านหน้าศูนย์ทดลองปลูกพืชสมุนไพรชนิดต่างๆ บริเวณด้านหลังศูนย์และด้านข้างเป็นเขตพื้นที่ป่าสงวนเดิมซึ่งมีร่องรอยของการทำป่าสัมปทานไม้สักในอดีต สังเกตได้จากต่อไม้สักที่มีขนาดใหญ่ยังหลงเหลือในพื้นที่ พื้นที่เป็นที่ค่อนข้างราบ ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 500-600 เมตร

ตัวอย่างไม้สักในพื้นที่ศึกษาได้เก็บตัวอย่างทั้งไม้ที่มีชีวิต และต่อไม้ นอกจากนี้ตัวอย่างไม้สักที่มีชีวิตในพื้นที่นี้ได้เคยเก็บตัวอย่างแล้วและสร้างเส้นดัชนีไม้สักขึ้นมา 2 เส้น ใช้ชื่อย่อว่า MAE1 และ MAE2 ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้จะได้นำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลไม้สักชุดใหม่

3.4.2 อุทยานแห่งชาติพุเตย

สภาพทั่วไปอุทยานแห่งชาติพุเตย บริเวณเขาพุเตย อำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี (พื้นที่พิกัด 2541; ส่วนอุทยานแห่งชาติ, ม.ม.ป) บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ ณ ตำแหน่งที่ 15° 28' 99" 43", มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 650-793 เมตร พื้นที่เป็นภูเขาสูงมีความลาดชันประมาณ 20 องศา มีทิศด้านลาดทิศตะวันออกเฉียงเหนือพื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าเต็งรังผสมสนเขา ไม้สนสองใบเป็นไม้เด่น มีความสูงเฉลี่ยประมาณ 20-30 เมตร ความกว้างเรือนยอดประมาณ 9 เมตร บริเวณที่ต้นสนสองใบขึ้นกระจายอยู่ ครอบคลุม 2-3 ตารางกิโลเมตร จากการสำรวจโดยเจ้าหน้าที่ป่าไม้อุทยานแห่งชาติพุเตย มีไม้สนสองใบขนาดใหญ่ขึ้นอยู่ประมาณ 1,300 ต้น ต้นสนขนาดใหญ่มีความสมบูรณ์ ถูกทำลายน้อย พื้นที่บริเวณป่าสนเกิดไฟไหม้เกือบทุกปีในช่วงฤดูแล้ง สำหรับพื้นที่ที่ระดับความสูงต่ำลงมาส่วนใหญ่จะเป็นป่าเบญจพรรณ

อุทยานแห่งชาติพุเตย ตั้งอยู่ในจังหวัดสุพรรณบุรี ครอบคลุมพื้นที่ 198,422 ไร่ หรือ 317 ตารางกิโลเมตร ที่ตั้ง อาณาเขต ดังนี้

ทิศเหนือ จรด เขตอำเภอบ้านไร่ จังหวัดอุทัยธานี

ทิศใต้ จรด ห้วยตะเพิน ห้วยวังน้ำเขียว และอ่างเก็บน้ำลำตะเพิน

ทิศตะวันออก จรด ห้วยซับปลากั้ง ห้วยชะลอม ห้วยขมิ้น

ทิศตะวันตก จรด เขตอำเภอสรีสวัสดิ์ จังหวัดกาญจนบุรี

ลักษณะภูมิประเทศ อุทยานแห่งชาติพุเตย มีลักษณะภูมิประเทศเป็นลูกคลื่นลอนลาด สลับกับสันเขาจนถึงเทือกเขาสูงชัน เป็นเทือกเขาติดต่อกับเขาตะนาวศรี ประกอบไปด้วยภูเขาสูง มียอดเขาสูงที่สุดใกล้กับบ้านห้วยหินคำ ตำบลวังยาว มีลำธารเล็กๆ หลายสายไหลผ่านลงสู่ห้วยกระเสียว ซึ่งอยู่ในที่ราบหุบเขา ถัดจากที่ราบหุบเขา ลงมาทางด้านทิศตะวันตกจะเป็นเนินเขา มีลักษณะเป็นลูกคลื่นลอนชันถึงเนินเขา แล้วค่อยๆ ลาดเทลงมาทางทิศตะวันออกจนถึงแม่น้ำท่าจีนจึงมีสภาพเป็นที่ราบ

ลักษณะทางธรณีวิทยา อุทยานแห่งชาติพุเตย มีเทือกเขาสลับเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีความลาดชันระหว่าง 10-30 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ผิวดินเป็นดินเหนียว มีปูนมาร์ลปะปนในดิน องค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก้อนหิน เศษหิน ทราย กรวด กรวดขนาดใหญ่ และก้อนหินขนาดใหญ่ในเนื้อดินเหนียวถึงดินเหนียวปนทราย แร่ธาตุสำคัญในพื้นที่ ได้แก่ ดินบุกรุก ภูมิลำเอน และลิกไนต์

ลักษณะภูมิอากาศ มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่านในเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านในเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม นอกจากนี้ยังมีลมตะวันออกเฉียงใต้พัดผ่านเข้ามาในช่วงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงกลางเดือนพฤษภาคม จากอิทธิพลของลมมรสุมดังกล่าวทำให้เกิดฤดูกาล 3 ฤดู คือ ฤดูฝน เริ่มจากเดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนตุลาคม ฤดูหนาวเริ่มจาก

ปลายเดือนตุลาคม ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ ถึงพฤษภาคม (พื้นที่ 2541) ในรอบ 30 ปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1,195 มิลลิเมตร จำนวนวันฝนตกเฉลี่ยทั้งปี 106 วัน เดือนกันยายนเป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุด คือมีปริมาณฝนเฉลี่ย 292.5 มิลลิเมตร เดือนมกราคม ฝนตกน้อยที่สุด เฉลี่ย 53.0 มิลลิเมตร อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี ระหว่าง 25.3-30.8 องศาเซลเซียส เดือนเมษายนเป็นเดือนที่มีอุณหภูมิสูงสุด คือประมาณ 36.4 องศาเซลเซียส และมีอุณหภูมิต่ำสุดในเดือนมกราคม ประมาณ 12-13 องศาเซลเซียส

ทรัพยากรป่าไม้ ประกอบด้วย ป่าดิบชื้น อยู่บริเวณทิศเหนือ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ ป่าสนสองใบธรรมชาติ อยู่กลางพื้นที่อุทยานฯ บนเทือกเขาพุเตย ป่าเต็งรัง ส่วนใหญ่อยู่กลางพื้นที่อุทยานฯ ด้านทิศใต้ ป่าเบญจพรรณ จะขึ้นสลับกับป่าเต็งรัง สำหรับป่าสนสองใบธรรมชาติที่ขึ้นในพื้นที่นี้จะอยู่ที่บริเวณเทือกเขาพุเตย ที่ระดับความสูง 763 เมตร เหนือระดับน้ำทะเล มีต้นสนสองใบประมาณ 1,300 ต้น (ส่วนอุทยานแห่งชาติ, มมป) และจะขึ้นปนกับไม้หลายชนิด เช่น รัก พะยอม กระเจา เหียง เต็ง เหมือด สารภีดอย เป็นต้น

3.4.3 ป่าชุมชนบ้านโรง

สภาพทั่วไปป่าชุมชนบ้านโรง (นิพล ไชยสาส์, 2545) บริเวณชุมชนบ้านโรง ตำบลเขากระปุก อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี บริเวณพื้นที่ศึกษาอยู่ ณ ตำแหน่งที่ 12° 77' N, 99° 78' E มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 60-110 เมตร พื้นที่ศึกษามีลักษณะเป็นป่าเต็งรังผสมสนเขา ไม้สนสองใบและไม้เหียงเป็นไม้เด่นในพื้นที่ ต้นสนสองใบมีการกระจายเพียง 1-2 ตารางกิโลเมตร ต้นสนทั่วไปมีขนาดลำต้นเล็ก มีร่องรอยการโดนทำลาย โดยเฉพาะเจาะเอายาง และไฟไหม้ พื้นที่บริเวณนี้ได้รับอันตรายจากไฟป่าแทบทุกปี

ตั้งอยู่ในพื้นที่ตำบลเขากระปุก อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 338 ไร่ มีอาณาเขตดังนี้

ทิศเหนือ จรด บ้านห้วยหินเพลิง ตำบลเขากระปุก อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศใต้ จรด บ้านทุ่งเกลือ ตำบลเขากระปุก อำเภอกำแพง จังหวัดเพชรบุรี

ทิศตะวันออก จรด ป่าสงวนแห่งชาติ ป่าชะอำ-บ้านโรง (สวนป่าดอนขุนห้วย)

ทิศตะวันตก จรด พื้นที่ของชะอำรีสอร์ท

ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณป่าชุมชน มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเนินเขาเตี้ยๆ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 80-107 เมตร มีร่องห้วยแห้ง ตรงกลางพื้นที่ เมื่อฝนตกหนักน้ำไหลลงห้วยหินเพลิง บางส่วนเป็นที่ราบและลาดลงสู่ร่องห้วย พื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย ลักษณะดินเป็นดอนทราย ดินร่วนปนทราย ประกอบด้วยหินก้อนกรวดเล็กๆ มีลักษณะเป็นก้อนมนกลมอยู่กระจายเหนือพื้นดินและใต้ดินเป็นจำนวนมาก

ลักษณะทางธรณีวิทยา ดินเป็นดินร่วนปนทราย และดินลูกรัง มีหินกรวดก้อนเล็ก ๆ หลายขนาด สวยงาม มีลักษณะเคยถูกกัดกร่อน ก้อนมนกลม อยู่เหนือผิวดินและปะปนใต้ดินจำนวนมาก

ลักษณะภูมิอากาศ ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบมรสุมเขตร้อนแบ่งได้เป็น 3 ฤดู คือ ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงกลางเดือนพฤศจิกายน ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ถึงเดือนกุมภาพันธ์ อากาศหนาวเย็นและแห้ง ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในช่วงฤดูฝนได้รับอิทธิพลจากลมทางทิศตะวันตกเฉียงใต้และทิศตะวันตก ส่วนฤดูหนาวได้รับอิทธิพลจากลมทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูร้อนได้รับอิทธิพลจาก ลมทางทิศตะวันออกเฉียงใต้และทิศใต้ ข้อมูลจากสถานีตรวจอากาศหัวหิน ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีในคาบ 50 ปี ฝนตกมากสุดในเดือนตุลาคม 237.5 มิลลิเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี เท่ากับ 1,008.6 มิลลิเมตร สำหรับอุณหภูมิเฉลี่ยปานกลางในคาบ 50 ปี 27.6 องศาเซลเซียส โดยอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุดในเดือนมีนาคม - เมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยต่ำสุดเดือนธันวาคม - มกราคม (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2545)

ทรัพยากรป่าไม้ บริเวณพื้นที่ป่าชุมชนบ้านโรง มีลักษณะเป็นป่าเต็งรัง ผสมกับป่าสนเขา มีไม้สนสองใบและไม้เหียงเป็นไม้เด่นนำ ลักษณะเป็นสังคมพืช แบบป่าเต็งรังผสมสน นอกจากนี้ยังมีพันธุ์ไม้ที่ขึ้นอยู่อีกหลายชนิด ไม้สนสองใบขึ้นอยู่เป็นกลุ่มๆ ละ 3-7 ต้น การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้ชนิดต่างๆ เป็นไปด้วยดี ยกเว้นไม้สนสองใบเป็นไปได้น้อยมากหรือเกือบเป็นไปไม่ได้เลย เพราะ cone ของไม้สนสองใบไม่มีเมล็ด หรือมีแต่ไม่สมบูรณ์ พันธุ์ไม้ที่ขึ้นปนกับสนสองใบได้แก่ ไม้เหียง มะม่วงป่า เป็นต้น (นิพล ไชยสาส์, 2545)



รูปที่ 3-3 ป่าสนสองใบ อุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัดสุพรรณบุรี



รูปที่ 3-4 ป่าสนสองใบ ป่าชุมชนบ้านโรง จังหวัดเพชรบุรี

3.4.4 ป่าสงวนแห่งชาติจังหวัดเชียงราย

สภาพทั่วไป พื้นที่ศึกษาที่จังหวัดเชียงรายแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือบริเวณพื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ 16 สภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบ ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 400 เมตร สภาพพื้นที่ทั่วไปถูกตัดแปลงให้ตั้งเป็นหน่วยป้องกันป่าไม้ มีไม้สักขึ้นอยู่กระจายรอบๆพื้นที่ ไม่หนาแน่น ตัวอย่างที่เก็บได้จากพื้นที่ศึกษานี้ใช้ชื่อย่อว่า "TCR" และอีกพื้นที่หนึ่งที่เก็บข้อมูลได้แก่ บริเวณป่าสักใกล้ที่ตั้งหน่วยต้นน้ำ สภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ค่อนข้าง

ข้างราบ ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 350-400 เมตร มีไม้สักขึ้นอยู่กระจายทั่วไป จากการสอบถามเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ดังกล่าวถึงประวัติของป่าสักบริเวณสถานีหน่วยต้นน้ำ พบว่าเป็นพื้นที่ป่าสักเดิม แต่มีสภาพเสื่อมโทรม และมีการปลูกเพิ่มเติมเมื่อหน่วยต้นน้ำเข้ามาใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นสถานที่ตั้งที่ทำการ ตัวอย่างในพื้นที่ที่สองใช้ตัวย่อเป็น PSL



รูปที่ 3-5 หน่วยต้นน้ำ โป่งสลิ อ.แม่สลาย จ.เชียงราย



รูปที่ 3-6 พื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร 16

3.4.5 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่

ป่าเชียงดาว เป็นป่าเขาสูงชันมาก ในสมัยก่อนชาวบ้านท้องถิ่นไม่กล้าที่จะขึ้นไปเที่ยว เพราะเชื่อกันว่าเป็นป่าที่ลึกลับซับซ้อน ผู้ที่ขึ้นไปแล้วมักจะกลับลงมาไม่ได้ แต่เดิมป่าเชียงดาวอุดมสมบูรณ์ไปด้วยป่าดงดิบ มีสัตว์ป่านานาชนิดอาศัยอยู่ชุกชุมมาก ต่อมาได้มีชาวเขาเผ่าต่าง ๆ โดยเฉพาะเผ่าม้งหรือเผ่าขิ่นไปอาศัยอยู่และถางป่าลงเพื่อปลูกฝิ่นเป็นจำนวนมาก ทำให้เป็นอันตรายต่อป่าไม้ สัตว์ป่า และสภาพป่า ตลอดถึงสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก กรมป่าไม้จึง

ได้เข้าดำเนินการจัดการป่าเชียงดาวให้เป็นป่าสงวนแห่งชาติ ตามกฎกระทรวง ฉบับที่ 537 (พ.ศ. 2516) ออกตามความใน พระราชบัญญัติป่าสงวนแห่งชาติ พ.ศ. 2507 แต่กฎกระทรวงฉบับนี้ก็ได้แต่เพียงควบคุมและป้องกันเฉพาะชาวบ้านพื้นเมืองเท่านั้น ส่วนชาวเขาก็นั่งถากถางไร่เลื่อนลอยอยู่ทั่วไป ประกอบกับทางกรมป่าไม้ยังได้วางโครงการทำไม้ในรูปแบบป่าสัมปทานทับเข้าไปอีกด้วย โดยให้สัมปทานทำไม้สักแก่ ออ.ป. เมื่อวันที่ 24 มีนาคม 2515 และให้สัมปทานไม้กระยาเลยแก่บริษัท ป่าไม้จังหวัด เมื่อวันที่ 5 กันยายน 2516 จึงเป็นเหตุทำให้ป่าไม้ในบริเวณป่าเชียงดาวถูกตัดฟันถากถางลงอีกเป็นทวีคูณ การที่จะรักษาสภาพป่าและสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รวมถึงสัตว์ป่าให้คงอยู่ได้ ก็จำเป็นจะต้องดำเนินการจัดการป่าไม้ให้เป็นในรูปแบบของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า โดยอาศัย พ.ร.บ.สงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2503 เป็นแม่บทหรือเป็นหลักในการดำเนินการ ทั้งนี้เพื่อยุติการทำไม้ การแผ้วถางป่าและการลักลอบล่าสัตว์ป่า รวมถึงการทำลายภาวะสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ลงโดยเด็ดขาดและสิ้นเชิง ดังนั้น จึงได้จัดส่งเจ้าหน้าที่เข้าดำเนินการสำรวจข้อมูลเพื่อประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า เมื่อปี พ.ศ. 2519 และได้จัดส่ง เจ้าหน้าที่เข้าปฏิบัติงานประจำเขตฯ ตั้งแต่ปลายปี พ.ศ. และต่อมาก็ได้ประกาศเป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ โดยลงในราชกิจจานุเบกษาฉบับพิเศษ หน้า 19-21 เล่มที่ 95 ตอนที่ 87 เมื่อวันที่ 24 สิงหาคม 2521 ครอบคลุมพื้นที่ป่าบางส่วนในท้องที่ตำบลเชียงดาว ตำบลแม่นะ ตำบลเมืองคอง ตำบลเมืองงาย อำเภอเชียงดาว และบางส่วนของท้องที่ตำบลเมืองแหง กิ่งอำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ รวมเนื้อที่ประมาณ 521 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 325,625 ไร่ มีอาณาเขตโดยรอบดังนี้

ทิศเหนือ จรดถนน ร.พ.ช.สายแม่จาง-เวียงแหง

ทิศใต้ จรดลำห้วยแม่นะ และลำห้วยแม่กอกน้อย

ทิศตะวันออก จรดป่าโครงการแม่นะ (ขม.7) และที่ทำกินของราษฎรหมู่บ้านแม่จาง บ้านหนองบัว บ้านปากกอง เชียงเขาดอยนาง เชียงเขาดอยหลวง-เชียงดาว บ้านยางทุ่งโป่ง หมู่บ้านถ้ำ และสบห้วยแม่นะ

ทิศตะวันตก จรดลำห้วยแม่แตะ สบห้วยแม่แตะ-ลำน้ำแม่แดง เลียบตามลำน้ำ แม่แดงฝั่งซ้าย (หันหน้าตามน้ำ) จรดที่ทำกินราษฎรหมู่บ้านสันป่าสัก บ้านเหล่า-เมืองคอง บ้านหลวงเมืองคอง บ้านยางห้วยบ้าน บ้านวังมะริว บ้านยางแม่เมิน บ้านยางหนองบัว และ สบห้วยแม่กอกน้อย-ลำน้ำแม่แดง

ลักษณะภูมิประเทศ

ภูมิประเทศของป่าเชียงดาวประกอบไปด้วยป่าเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อน ยอดเขาที่สูงที่สุดคือ ยอดดอยหลวงเชียงดาว สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 2,275 เมตร นับว่าเป็นยอดเขาสูงเป็นที่ยาวของประเทศ (ยอดเขาสูงที่สุดของประเทศคือ ยอดดอยอินทนนท์ อำเภอจอมทอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่รองลงมาคือ ยอดดอยอ่างขาง อำเภอฝาง-อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่) บนยอดดอยหลวงเชียงดาว มักจะมีเมฆหมอกปกคลุมอยู่ตลอดเวลา สภาพทั่ว ๆ ไป ภูเขาเป็นภูเขาหินปูน จึงประกอบไปด้วยหุบเขาและโพรงถ้ำ มีถ้ำใหญ่ที่สวยงาม คือ ถ้ำเชียงดาว เทือกเขาใหญ่ ๆ ที่สำคัญ นอกจากดอยหลวงเชียงดาวแล้ว ก็มียอดดอยนาง ดอยนางแตะ ดอยผาแดง ดอยโป่ง ดอยแม่สันกลาง ดอยกัวลม ดอยปี ดอยสันคมพรา ฯลฯ สภาพป่าบนยอดเขาจะเป็นป่าดงดิบและป่าเบญจพรรณ อันเป็นต้นน้ำลำธาร และลำห้วยที่สำคัญหลายสาย อาทิ ลำห้วยแม่งาย ห้วยละครหรือห้วยแม่ซ้อน ห้วยแม่กิด ห้วยแม่กะ ห้วยแม่นะ ซึ่งมีน้ำไหลหล่อเลี้ยงตลอดปี ไหลลงสู่แม่น้ำปิงทางด้านทิศตะวันออก และมีลำห้วยแม่เหือง ห้วยฮ่อม ห้วยหญ้าไทร ห้วยบ้านช้าง ห้วยขี้เหล็ก ห้วยแม่หมื่น ลำน้ำแม่คอง ห้วยแม่เมิน และห้วยแม่กอกน้อย ไหลลงสู่ลำน้ำแม่แดง ซึ่งเป็นแควน้ำใหญ่ที่สุดที่ไหลลงสู่แม่น้ำปิงด้านทิศตะวันตก

ลักษณะภูมิอากาศ

เนื่องจากภูมิประเทศประกอบด้วยเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อนและอยู่ในภาคเหนือ ความสูง ๆ จากระดับน้ำทะเลปานกลางกว่า 2,000 เมตร โดยเฉพาะยอดดอยหลวงเชียงดาวที่มีเมฆหมอกปกคลุมอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้สภาพ

ดินฟ้าอากาศหนาวเย็นลักษณะคล้ายกิ่งเมืองหนาว อากาศโดยทั่ว ๆ ไปจะหนาวเย็นตลอดฤดูหนาวและฤดูฝน มีความชุ่มชื้นมาก ในเวลา กลางวันอากาศจะค่อนข้างร้อน แต่ระยะช่วงกลางคืนจะหนาวเย็นเป็นอย่างมาก

ชนิดป่าและพรรณไม้

ป่าเชียงดาว มีลักษณะที่ประกอบไปด้วยป่าดิบชื้นผสมป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา ป่าเบญจพรรณเขา ป่าสน ป่าเต็งรังเขาสูง ป่าเบญจพรรณต่ำเชิงเขา ไม้พื้นล่างในที่สูงชันจะเป็นพวกมอส เฟิร์นต่าง ๆ หวาย กล้วยป่า ว่านสมุนไพรหลากหลายชนิด ในส่วนที่ต่ำลงไปประกอบด้วยป่าไผ่ชนิดต่าง ๆ อาทิ ไผ่หก ไผ่ขาง ไผ่หนาม ไผ่บงป่า ไผ่ไร่และไผ่ข้าวหลาม พันธุ์ไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ สนสองใบ สนสามใบ สัก เต็งรัง เหียงพลวง ชิงชัน ประดู่ แดง เก็ด ไม้ก่อชนิดต่าง ๆ สมอ กะบาก หว้า ตะแบก เสลา ส้าน มะม่วงป่า กระท้อนป่า มะยมป่า มะไฟป่า มะกอกป่า จั้วป่า และปอชนิดต่าง ๆ

การเดินทาง

จากจังหวัดเชียงใหม่มีเส้นทางรถยนต์สู่ตัวอำเภอเชียงดาว ระยะทางประมาณ 72 กม. มีรถยนต์ประจำทาง และรถยนต์รับจ้างสองแถวขนาดเล็กวิ่งตลอดเวลา และจากตัวตลาดอำเภอเชียงดาวมีเส้นทางรถยนต์ถึงที่ทำการเขต ฯ ระยะทางประมาณ 6 กม. และมีรถยนต์รับจ้างสองแถวขนาดเล็กวิ่งรับจ้างตลอดวันเช่นกัน



รูปที่ 3-7 ตัวอย่างป่าสนและการเก็บตัวอย่างที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว

3.4.6 โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์

พื้นที่ศึกษาตั้งอยู่ในบริเวณพื้นที่โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ ต.บ้านจันทร์ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่ โดยมีระยะทางห่างจากตัวเมืองเชียงใหม่ 165 กม. บนเส้นทางหลวงหมายเลข 1095 และ 1265 (สายเชียงใหม่-แม่มาลัย-ปาย-โครงการหลวง) หรือ 155 กม. จากตัวเมืองเชียงใหม่บนเส้นทางหลวงหมายเลข 107 และ 1096 (สายเชียงใหม่-สะเมิง-บ่อแก้ว-ดงสามหมื่น-โครงการหลวง) และอยู่ห่างจากตัวอำเภอแม่แจ่ม เป็นระยะทาง 65 กม. บนเส้นทางจาก ต.บ้านจันทร์ ถึง อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน โดยเป็นเส้นทางที่อยู่ระหว่างกำลังก่อสร้าง โดยอนาคตอันใกล้จะเป็นเส้นทางคมนาคมที่ใกล้ที่สุดในการเดินทางจาก จ.เชียงใหม่ถึง จ.แม่ฮ่องสอน โดยทางรถยนต์

พื้นที่ศึกษาอยู่ท่ามกลางหุบเขาและที่ราบสูง ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 900-1,300 ม. ประมาณเส้นรุ้งที่ 19 ถึง 20 องศาเหนือ และเส้นแวงที่ 98 ถึง 99 องศาตะวันออก โครงการหลวงฯ มีพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 151,250 ไร่ (242 ตร.กม หรือ 24,200 เฮกเตอร์) โดยแบ่งเป็น

พื้นที่เพื่อการอนุรักษ์ จำนวน 41,276 ไร่ (66 ตร.กม/6,604 เฮกเตอร์)

พื้นที่ป่าเพื่อการผลิต จำนวน 100,012 ไร่ (160 ตร.กม/ 16,002 เฮกเตอร์)

พื้นที่เพื่อการเพาะปลูกและที่อยู่อาศัย 9,962 ไร่ (159 ตร.กม/1,594 เฮกเตอร์)

อาณาเขตติดต่อ

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน

ทิศตะวันออก ติดต่อ อ.สะเมิง จ.เชียงใหม่และ อ.ปาย จ.แม่ฮ่องสอน

ทิศใต้ ติดต่อ อ.แม่แจ่ม จ.เชียงใหม่

ทิศตะวันตก ติดต่อ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

ปัจจุบันพื้นที่โครงการหลวงฯนี้ ประกอบด้วย 3 ตำบล ได้แก่ ต. บ้านจันทร์ ต. แจ่มหลวง และ ต.แม่แดด ประกอบด้วย 17 หมู่บ้าน

สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่โดยทั่วไปมีลักษณะเป็นภูเขา สลับกับที่ราบหุบเขา โดยมีพื้นที่บางตอนเป็นเนินเขาใหญ่่น้อยสลับกัน และมีแหล่งน้ำซับกระจายอยู่ทั่วไปภายในพื้นที่ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 900-1300 ม. ซึ่งเป็นความสูงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพันธุ์ไม้เมืองหนาว โดยเฉพาะประเภทสน สองใบและสนสามใบ ทำให้พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าสนตามธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุดและคงเหลืออยู่เพียงแห่งเดียวของประเทศไทย

ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 6 พื้นที่ ดังแสดงในตารางที่ 3-3 ซึ่งประกอบด้วยไม้สนสองใบและสนสามใบซึ่งเป็นไม้เด่นในพื้นที่



รูปที่ 3-8 ป่าสนที่บ้านวัดจันทร์

3.4.7 โครงการอนุรักษ์พันธุ์ไม้สน ห้วยบง บ่อแก้ว และหนองกระทิง

บริเวณนี้ประกอบด้วย 3 พื้นที่ศึกษา ที่ติดต่อกัน พื้นที่แรกได้แก่ พื้นที่อนุรักษ์และรวบรวมพันธุ์ไม้สน หน่วยห้วยบง ตั้งอยู่ประมาณ เส้นรุ้งที่ 18° 16' N และเส้นแวงที่ 98° 42' E ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 1025 ม. บนเส้นทาง เชียงใหม่-ฮอด-แม่สะเรียง ประมาณหลักกิโลเมตรที่ 32 หน่วยห้วยบงเป็นพื้นที่ปลูกสนหลากหลายสายพันธุ์

พื้นที่ป่าดั้งเดิม เป็นป่าสน ซึ่งยังพอเหลือตัวอย่างไม้สน 2 ใบให้ศึกษาบ้าง แต่สภาพโดยทั่วไปต้นสนถูกเจาะเอาหน่อยาง และอยู่ในสภาพที่ไม่สมบูรณ์นัก ตัวอย่างไม้สนสองใบในพื้นที่นี้ค่อนข้างน้อย ได้ให้อักษรย่อเป็น PMHB

พื้นที่ศึกษาที่สองคือบริเวณบ่อแก้ว ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 1036 ม. อยู่ห่างจากบริเวณหน่วยห้วยบงประมาณ 4 กม. เป็นสถานีวิจัยทางการปลูกป่าโดยเฉพาะไม้สน ทั้งตามธรรมชาติดั้งเดิมและมีการปลูกเพิ่มเติม ไม้สนสองใบที่พบอยู่ในสภาพที่ไม่ค่อยสมบูรณ์ โดยเก็บตัวอย่างได้ประมาณ 8 ต้น 21 ตัวอย่าง ได้ให้อักษรย่อเป็น PMBK

พื้นที่ศึกษาที่สามได้แก่หน่วยหนองกระทิง เป็นหน่วยอนุรักษ์เมล็ดพันธุ์ไม้สน 3 ใบ อยู่บนถนนที่แยกเข้ามาที่อ.กัวลม ประมาณหลักกิโลเมตรที่ 23 ความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1070 ม. พื้นที่ศึกษานี้มีระยะทางห่างจากหน่วยห้วยบงประมาณ 40 กม. ไม้สนสามใบเป็นไม้ปลูกที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ สีส้มจำนวนมาก ตัวอย่างที่นำมาศึกษาทั้งสิ้น 20 ต้น 75 ตัวอย่าง ได้ให้อักษรย่อเป็น PKNT



รูปที่ 3-9 ป่าสนที่บ่อแก้ว (ซ้าย) และที่หนองกระทิง จ.เชียงใหม่ (ขวา)

3.4.8 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จ.แม่ฮ่องสอน

เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน มีที่ตั้งของที่ทำการอยู่ประมาณกม. ที่ 2 บนถนน น้ำของ-ปางคอง ซึ่งแยกจากถนนสายหลัก เชียงใหม่แม่ฮ่องสอน เป็นเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าที่เชื่อมโยงกับเขตอนุรักษ์อื่นๆได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นเทือกเขาสลับที่ราบลุ่มระหว่างลำน้ำ มีชายแดนติดต่อกับประเทศพม่า พื้นที่ป่าโดยทั่วไปจัดว่ามีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งหนาแน่นไปด้วยไม้สักและไม้สน

ตัวอย่างไม้ที่เก็บในพื้นที่ดังกล่าวได้แก่ตัวอย่างไม้สักที่ริมฝั่งน้ำของ บริเวณพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างเป็นภูเขาไม้สักขึ้นอยู่เป็นไม้เด่น พบถ้ำหลายถ้ำซึ่งเป็นถ้ำทางโบราณคดี ไม้สักขึ้นอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์ แต่พบร่องรอยการกานต้นไม้ และตอเก่าของไม้สักค่อนข้างมาก โดยให้อักษรย่อว่า TNK

พื้นที่ศึกษา ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน อีกพื้นที่หนึ่งคือ บริเวณตรงข้ามบ้านทุ่งสาแล ซึ่งอยู่ด้านเดียว กับพื้นที่ไม้สักบริเวณลุ่มน้ำของ บริเวณนี้เป็นภูเขาที่เทือกเดียวกันซึ่งมีถ้ำทางโบราณคดีค่อนข้างมาก และพบว่าในถ้ำส่วนมากจะมีโลงไม้ซึ่งเป็นหลักฐานทางโบราณคดีที่สำคัญที่ทำมาจากไม้สัก ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจและควรที่จะมีการศึกษาถึงความเชื่อมโยงของไม้สักตั้งแต่ในอดีตถึงปัจจุบัน โดยให้อักษรย่อของตัวอย่างที่เก็บมาว่า TSSL1

3.5 การเก็บตัวอย่างไม้

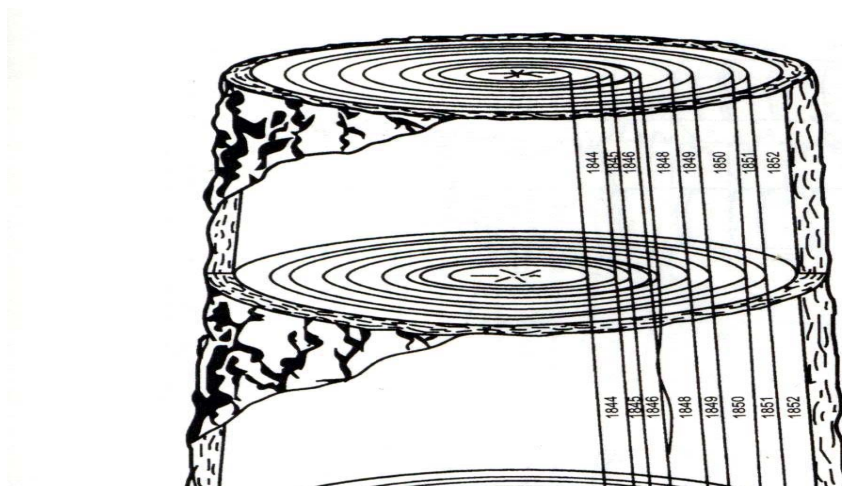
3.5.1 หลักการเก็บตัวอย่างไม้

การเจริญเติบโตของต้นไม้แต่ละต้น วงปีของต้นไม้ที่เติบโตขึ้นในเวลา 1 ปี มีผลมาจากปัจจัยรวมด้านต่างๆ ได้แก่ สภาพพื้นที่ อายุของต้นไม้ สภาพภูมิอากาศของปีนั้นที่เกิดขึ้นในพื้นที่แห่งนั้น ปัจจัยภายในของต้นไม้เอง เช่น ลักษณะทางพันธุกรรม ฮอร์โมน ปัจจัยภายนอก เช่น ไฟป่า แมลงทำลาย สัตว์กัดแทะ และกระบวนการเสียอย่างอื่นที่ไม่ได้กล่าวถึง สามารถเขียนเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโตของต้นไม้ ดังนี้ (Fritts, 1976)

	R_t	=	$A+C+D_1+D_2+E$
เมื่อ	R_t	=	ความกว้างของวงปี
	A	=	อายุ
	C	=	สภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน และอุณหภูมิ)
	D_1	=	ปัจจัยภายในเช่น ฮอร์โมน พันธุกรรม
	D_2	=	ปัจจัยภายนอก เช่น ไฟป่า แมลงกัดแทะ
	E	=	ความคลาดเคลื่อนอื่นๆ

การศึกษาค้นคว้าของของความกว้างวงปีไม้ต่อสภาพภูมิอากาศ ในครั้งนี้ ปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตที่ต้องการศึกษา คือ สภาพภูมิอากาศ (C) ดังนั้นปัจจัยด้านอื่นได้แก่ อายุ (A) ปัจจัยภายใน (D_1) ปัจจัยภายนอก (D_2) และความคลาดเคลื่อนอื่นๆ (E) จะพยายามลดให้เหลือน้อยที่สุด

สำหรับไม้ที่มีชีวิต จึงใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกตัวอย่างไม้เป็นแบบเฉพาะเจาะจง (purposive selection) เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา โดยตัวอย่างไม้ที่เลือกควรขึ้นอยู่ในพื้นที่ที่มีน้ำและอุณหภูมิเป็นปัจจัยจำกัด (C) และมีลักษณะภายนอกโดยทั่วไปมีรูปทรงดี เปลือกกลม ตรง เรือนยอดสมบูรณ์ พยายามหลีกเลี่ยงต้นไม้ที่ได้รับอันตรายจากไฟป่า แมลง สัตว์กัดแทะให้มากที่สุด เพื่อลดปัจจัยภายนอกอย่างอื่น (D_2) ที่ไม่ใช่ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ สำหรับปัจจัยทางด้านอายุ (A) จะถูกลดในขั้นตอนการคำนวณเพื่อสร้างเส้นดัชนี



รูปที่ 3-10 แสดงลักษณะวงปีในแนวตั้ง

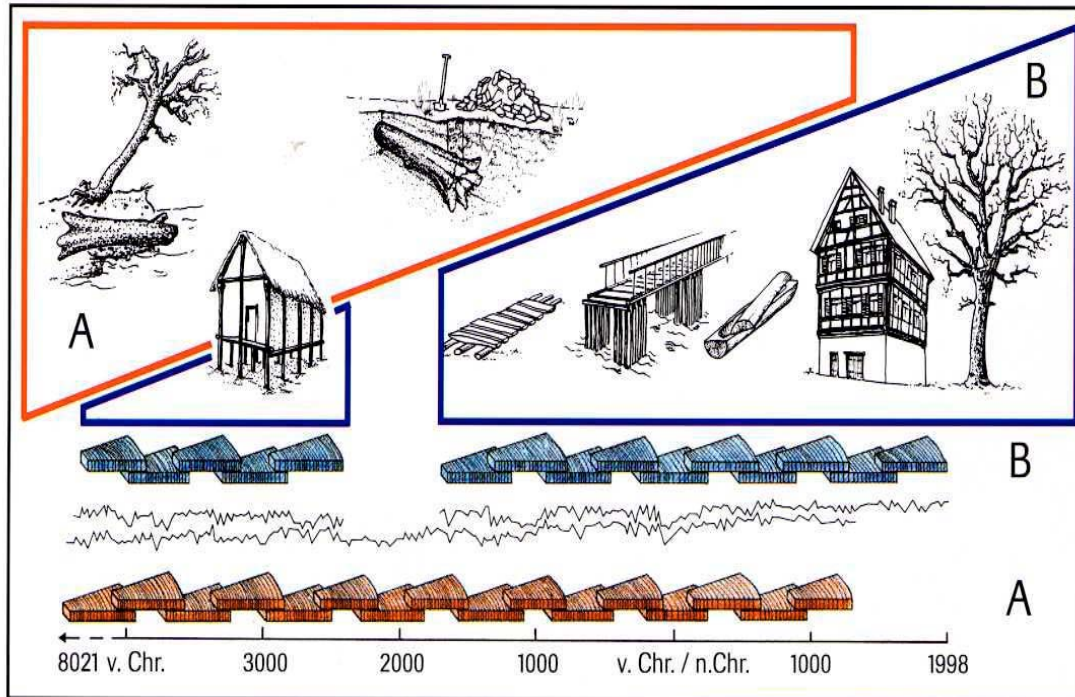
3.5.2 จำนวนตัวอย่าง

ในการเก็บตัวอย่างไม้ที่มีชีวิตเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ ในแต่พื้นที่/หมู่ไม้ควรเก็บตัวอย่างไม้น้อยกว่า 30 ต้น เก็บตัวอย่างต้นละอย่างน้อย 2 ตัวอย่าง ในทิศทางตรงกันข้าม รวม 60 ตัวอย่าง นำมา สร้างเส้นดัชนีที่เป็นตัวแทนที่ดีของสังคมพืชนั้น ในกรณีที่สังคมพืชนั้นมีต้นไม้ที่มีอายุมาก แต่จำนวนตัวอย่างทั้งสังคมพืชอาจไม่ถึง 30 ต้น ให้หมายเหตุไว้ให้ชัดเจน ในพื้นที่แต่ละแห่ง ขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างดังนี้

1. เลือกต้นไม้ สัก/สนที่มีลำต้นขนาดใหญ่ ลักษณะภายนอกทั่วไปรูปทรงดี เปลือกมตรึง เรือนยอดสมบูรณ์ พยายามหลีกเลี่ยงต้นไม้ที่ได้รับอันตรายจากไฟป่าและการถูกทำลายต่างๆ ให้มากที่สุด
2. ใช้เครื่องมือ increment borer ซึ่งยาวประมาณ 30-50 เซนติเมตร และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่าง โดยเลือกเก็บตรงบริเวณที่สูงประมาณ 1.30 เมตร โดยทำการเก็บต้นละ 2 ตัวอย่างในทิศทางตรงกันข้าม โดยเจาะให้มีมุมตั้งฉากกับลำต้นของไม้จากด้านนอก (เปลือก) จนถึงประมาณแก่นไม้ (หมุนเครื่องเจาะในทิศตามเข็มนาฬิกา)
3. เครื่องเจาะตัวอย่างแบบใช้เครื่องยนต์ มีดอกสว่านที่สามารถถอดเข้า-ออกได้ เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 ซม. สำหรับใช้กับไม้ที่ตายแล้ว
4. เมื่อเจาะถึงแก่นไม้แล้วจึงใช้ลิ้นของเครื่องมือ increment borer ดึงตัวอย่างไม้ออกมา และบรรจุตัวอย่างไม้ลงในหลอดพลาสติก ทำการปิดปลายหลอดทั้งสองข้าง
5. บันทึกชื่อสถานที่เก็บตัวอย่าง และหมายเลขตัวอย่าง และวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง
6. หมุนเครื่องเจาะไม้ออกจากลำต้น (ควรรีบหมุนออกเนื่องจากยางไม้อาจมาเกาะที่เครื่องเจาะทำให้ไม่สามารถหมุนออกได้)
6. ทำความสะอาดเครื่องเจาะไม้

3.6 หลักเกณฑ์ในการศึกษา Dendrochronolog

โดยทั่วไปแล้วการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ควรจะเริ่มต้นจากการศึกษาไม้ที่มีชีวิต เพื่อที่จะเข้าใจเกี่ยวกับพื้นฐานต่างๆ แล้วจึงเพิ่มตัวตัวอย่างไม้จากแหล่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-11 แสดงการเชื่อมต่อเส้นดัชนีจากไม้ที่มีชีวิตไปยังหลักฐานอื่นๆ

3.7 ขั้นตอนการศึกษาทาง Dendrochronology

3.7.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างไม้ที่เก็บมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้ความชื้นที่สะสมอยู่ในตัวอย่างระเหยออกไป วางตัวอย่างไม้ลงบนแท่นรองที่มีขนาดพอเหมาะกับขนาดของตัวอย่าง (supported wood) โดยให้ด้านหน้าตัดขวาง (cross-section) ขึ้นข้างบน ติดตัวอย่างไม้กับแท่นรองด้วยกาว และพันให้แน่นด้วยเทปกาว ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 2-3 วัน ชัดตัวอย่างด้วยกระดาษทราย เพื่อให้เห็นวงปีได้ชัดเจน หรือหากเป็นเชียงไม้ ต้องขัดผิวหน้าด้วยกระดาษทราย หยาบ-ละเอียด ตามลำดับ

3.7.2 การวัดความกว้างวงปี

ตัวอย่างไม้ที่เตรียมไว้นำมาทำการวัดความกว้างวงปี โดยใช้อุปกรณ์ในการวัดและนับวงปี ซึ่งประกอบด้วยแท่นรองตัวอย่างที่เลื่อนได้ (moving stage) ต่อกับกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งมีกำลังขยายอยู่ระหว่าง 4x-40x ซึ่งต่อตรงเข้ากับคอมพิวเตอร์ เพื่อสะดวกในการบันทึกข้อมูล และในการปรับแก้ข้อมูล ซึ่งค่าในการวัดมีความละเอียดถึง 0.01 มิลลิเมตร (รูปที่ 3-12 แสดงอุปกรณ์ในการวัดความกว้างวงปี) โดยการวัดความกว้างวงปี ทำการวัดเริ่มจากด้านแก่นไม้จนถึงด้านเปลือกของแต่ละตัวอย่าง

3.7.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ

1. การตรวจสอบบนโต๊ะแสง ข้อมูลจากการวัดความกว้างวงปีของแต่ละตัวอย่างจะพิมพ์ออกมาเป็นกราฟเส้น โดนแกน x เป็นปี และแกน y เป็นความกว้างวงปี ในการพิมพ์กราฟข้อมูลใช้โปรแกรมสำเร็จรูป TSAP (Rinn, 1989) นำกราฟเส้นของแต่ละตัวอย่างมาเทียบหาความเหมือนบนโต๊ะแสง โดยหลักการทางชีววิทยา ต้นไม้ส่วนมากที่มาจากพื้นที่ที่มีสภาพแวดล้อมใกล้เคียงกัน หรือแหล่งเดียวกันรูปแบบการเจริญเติบโตควรเหมือนกัน ในการศึกษานี้ต้องตรวจสอบทุกตัวอย่าง หากตัวอย่างใดผิดปกติไปจากตัวอย่างส่วนมากต้องกลับไปตรวจสอบกับตัวอย่างไม้อีกครั้ง และเมื่อตรวจสอบด้วยสายตาเรียบร้อยแล้ว จึงนำไปตรวจสอบความถูกต้องทางสถิติด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป COFECHA (Homles et al., 1986)

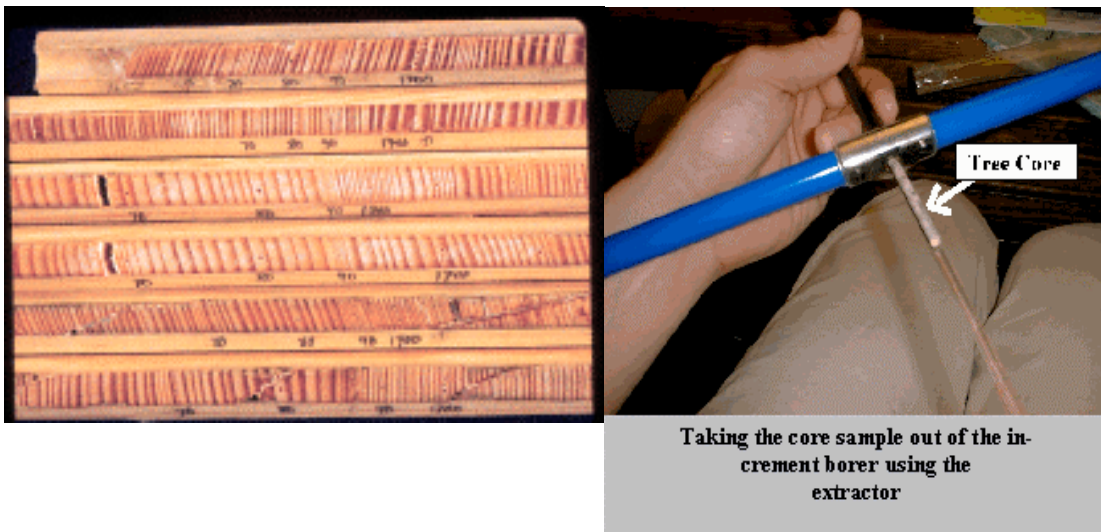
2. การตรวจสอบความถูกต้องโดยโปรแกรมสำเร็จรูป COFECHA (Homles et al., 1986) โดยใช้สถิติการหาความสัมพันธ์อย่างง่าย หลักการในการทำงานของโปรแกรมคือนำข้อมูลของทุกตัวอย่างไปสร้างกราฟเส้นจำลองขึ้นมา (master curve) แล้วนำกราฟเส้นจำลองนี้มาเปรียบเทียบกับความสัมพันธ์กับข้อมูลแต่ละตัวอย่าง ผลลัพธ์บอกถึงค่าความสัมพันธ์แต่ละช่วงที่มีการกำหนดให้มีการตรวจสอบทุกๆ 40 ปี หรือช่วงเวลาที่กำหนดช่วงการซ้อนทับ (lag) จนสิ้นสุดความยาวของตัวอย่าง หาก ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) ระหว่างกราฟเส้นจำลองกับข้อมูลดิบมีค่าสถิติน้อยกว่าค่าที่มีความน่าเชื่อถือ ต้องกลับไปศึกษาตัวอย่างอีกครั้ง (ซึ่งขึ้นอยู่กับค่า lag ที่กำหนดค่า lag กว้าง จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ยอมรับได้ต่ำ ค่า lag น้อย จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ยอมรับได้สูง)

3.7.4 การสร้างเส้นดัชนี (Chronology Index)

เมื่อข้อมูลผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว ตัวอย่างไม้ทั้งหมดที่มีค่าความสัมพันธ์ทางสถิติที่เชื่อถือได้ จะรวมอยู่ใน 1 แฟ้มข้อมูล ในการศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป ARSTAN (Cook and Kairiukstis, 1989) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการวิเคราะห์ข้อมูล 2 ขั้นตอน คือขั้นแรกเป็นการคำนวณสถิติความสัมพันธ์แบบ Linear Regression หรือ Negative Exponential ขึ้นอยู่กับลักษณะของข้อมูล เพื่อที่จะปรับลดขนาดความกว้างวงปีอันเนื่องมาจากปัจจัยบางอย่างนอกเหนือจากปัจจัยด้านภูมิอากาศ และความแตกต่างของความกว้าง วงปีในช่วงที่มีอายุน้อยกับอายุมากออกไป ขั้นที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ Spline Function ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ กำหนดค่าที่ 66 สำหรับไม้สัก และ 128 สำหรับไม้สน เนื่องจากข้อมูลความกว้างวงปีของไม้สักโดยทั่วไปมีค่าความอ่อนไหวสูงมากกว่าไม้สน ซึ่งหมายความว่า กราฟเส้นที่สมการคำนวณขึ้นมาใหม่จะสัมผัส (flexible) กับข้อมูลดิบมากที่สุด และกราฟที่ได้ใหม่นี้จะเก็บรายละเอียดของข้อมูลไว้ 50 % เมื่อเสร็จสิ้นการคำนวณทั้งสองขั้นตอนแล้ว ผลลัพธ์สุดท้ายจะได้กราฟเส้นของดัชนี(Chronology Index) ซึ่งเป็นตัวแทนความกว้างของวงปีแต่ละพื้นที่ที่ศึกษาออกมา 3 เส้น คือ Arstan Chronology, Residual Chronology และ Standard Chronology ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ Residual Chronology เพราะเป็นการคำนวณที่ขจัดค่าความสัมพันธ์ในตัวเองออกไป (Removed Auto correlation) รูปที่3-14 และรูปที่ 3-15



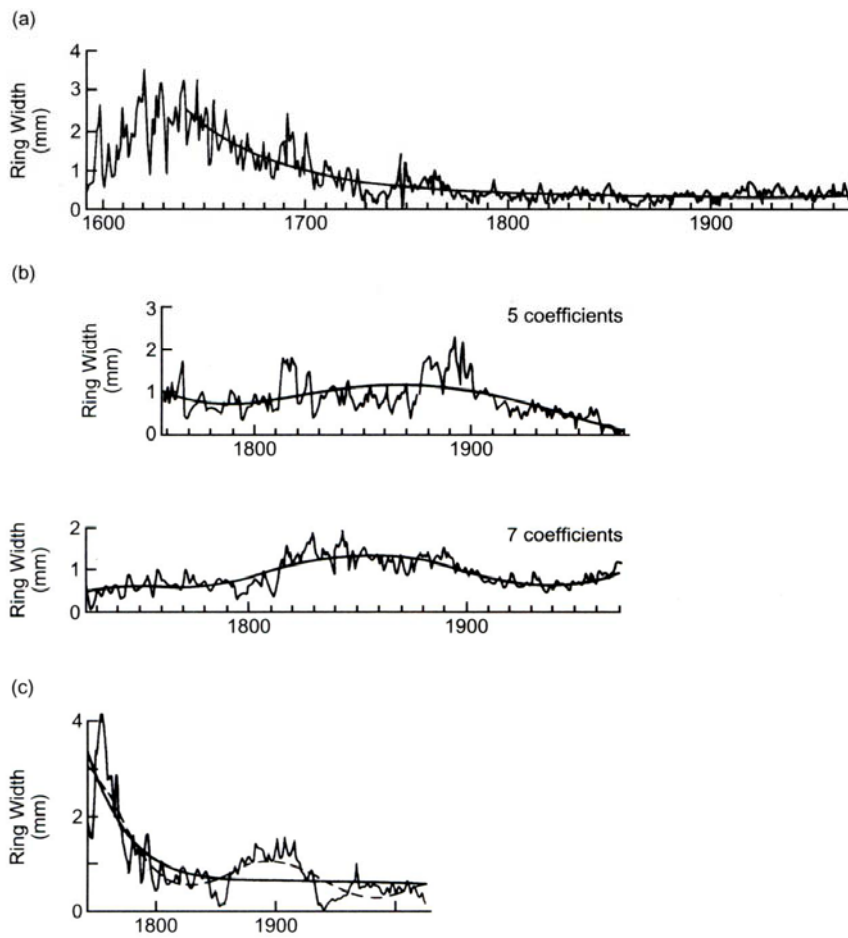
รูปที่ 3-12 อุปกรณ์เครื่องมือวัดขนาด/นับจำนวนวงปี ต่อตรงเข้ากับชุดคอมพิวเตอร์



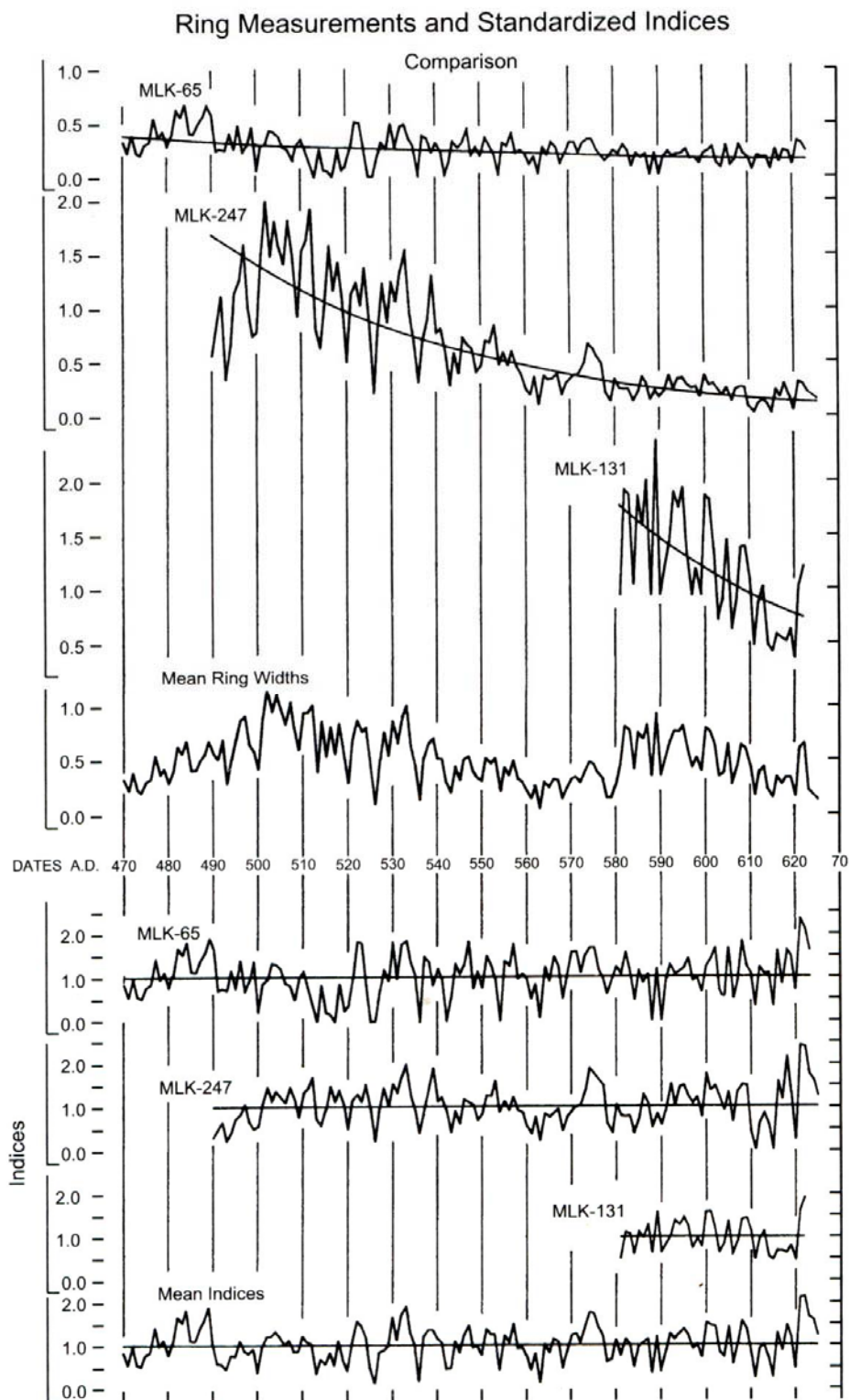
)

ข)

รูปที่ 3-13 ก) ตัวอย่างไม้สนจากคอร์ ข) ตัวอย่างการเอาคอร์ออกจากเครื่องมือเจาะตัวอย่างไม้



รูปที่ 3-14 แสดงการลดความแตกต่างของอายุในช่วงที่ไม่มีอายุมากและไม่มีอายุน้อยโดยการ detrending ที่มา: Fritts (1976)



รูปที่ 3-15 แสดงการสร้างเส้นดัชนีไม้
 ที่มา: Fritts (1976)

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 เส้นดัชนีไม้

4.1.1 เส้นดัชนีไม้สัก

1) เส้นดัชนีไม้ที่มีชีวิต

เส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิตที่สร้างขึ้นใหม่ จำนวน 5 เส้น เส้นที่ 1 เส้นดัชนีไม้สักที่หน่วยต้นน้ำโป่งสลิ จ. เชียงราย มีความยาว ระหว่าง พ.ศ. 2438-2544 (ค.ศ.1895-2001) เส้นที่ 2 พื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ขร. 16 จ. เชียงราย มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2240-2544 (ค.ศ. 1697-2001) เส้นที่ 3-5 พื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จ. แม่ฮ่องสอน ซึ่งในพื้นที่นี้ได้ สร้างเส้นดัชนีไม้ที่มีชีวิต 3 เส้น คือ เส้นดัชนีไม้สักน้ำของ มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2418-2546 (ค.ศ.1875-2003) เส้นดัชนีไม้สักน้ำกาด มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2445-2546 (ค.ศ. 1902-2003) และเส้นดัชนีไม้สักที่บ้านทุ่งสาแล1 ความยาวระหว่าง พ.ศ. 2355 -2548 (ค.ศ. 1812-2003)

2)เส้นดัชนีไม้สักที่ไม่มีชีวิต

ตัวอย่างไม้สักจากตอไม้ที่หลงเหลืออยู่ในพื้นที่บ้านน้ำกาด อ.เมือง จ. แม่ฮ่องสอน ได้เก็บตัวอย่างทั้งแบบเฉียงไม้และเจาะเป็นคอร์ ได้สร้างเส้นดัชนีขึ้นมา 2 เส้น โดยเบื้องต้นยังไม่สามารถกำหนดค่าอายุได้ ซึ่งเรียกว่าเส้นดัชนีลอย โดยเส้นดัชนีที่สร้างจากตัวอย่างที่ตัดมาเป็นเฉียง มีจำนวนวงปีทั้งสิ้น 208 วง และเส้นดัชนีที่เจาะมาเป็นคอร์มีจำนวนวงปีทั้งสิ้น 304 วง

ค่าสถิติเบื้องต้นสำหรับไม้ที่มีชีวิตได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 4-1 โดยที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) หมายถึง ขนาดความกว้างวงปีของแต่ละตัวอย่างแตกต่างจากค่าเฉลี่ยของขนาดความกว้างวงปีมากน้อยเท่าไร โดยทั่วไปค่าที่ไม่สูงมากจะเป็นค่าที่ดี ค่าความสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation) หมายถึง ขนาดความกว้างของวงปีแต่ละปีขึ้นอยู่กับขนาดความกว้างของวงปีของปีที่ผ่านมาแล้วมากน้อยเท่าไร ซึ่งโดยทั่วไปไม้ใบกว้างเช่นไม้สักจะมีค่าความสัมพันธ์ในตัวเองน้อยกว่าไม้ใบแคบ เช่นไม้สน เนื่องจากไม้สักจะทิ้งใบในช่วงฤดูแล้งและช่วงเวลาดังกล่าวต้นสักจะหยุดการเจริญเติบโตและต้นสักจะเจริญเติบโตอีกครั้งหนึ่งเมื่อฤดูฝนเริ่มต้น ซึ่งไม้สนที่เป็นไม้ใบแคบจะไม่ทิ้งใบในช่วงฤดูแล้ง ดังนั้นกิจกรรมบางอย่างของไม้สนอาจดำเนินอยู่ และการพึงพาอาหารภายในต้นที่สะสมของปีที่ผ่านมาจะช่วยในการเจริญเติบโตของไม้สนในปีปัจจุบัน ดังนั้นโดยทั่วไปไม้สักจะมีค่าความสัมพันธ์ในตัวเองค่อนข้างต่ำและความอ่อนไหวซึ่งหมายถึงค่าการตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกของไม้สักจะมีมากกว่าไม้ใบแคบ ส่วน % variance in 1 eigenvector หมายถึง ความสามารถในการอธิบายสภาพภูมิอากาศของดัชนีวงปีไม้

รูปที่ 4-1 แสดงเส้นดัชนีของไม้สักในพื้นที่ศึกษา

4.1.2 เส้นดัชนีไม้สน

ดัชนีไม้สน สร้างขึ้นมาจากไม้ที่มีชีวิตอย่างเดียว เนื่องจากไม้สนที่โคนล้มในพื้นที่มีการผุพังอย่างมากจนไม่สามารถที่จะเก็บตัวอย่างได้

เส้นดัชนีไม้สนที่สร้างขึ้นใหม่จาก จ.เชียงใหม่มีจำนวนทั้งสิ้น 11 เส้น เส้นที่ 1 ดัชนีไม้สน 2 ใบจากบ้านวัดจันทร์ 1 มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2233-2544 (ค.ศ.1690-2001) เส้นที่ 2 เป็นสนสามใบ จากบ้านวัดจันทร์ 2 มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2352-2544 (ค.ศ.1809-2001) เส้นที่ 3 เป็นดัชนีไม้สนสามใบจากบ้านวัดจันทร์ 3 มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2469-2544 (ค.ศ. 1926-2001) เส้นที่ 4 เป็นดัชนีไม้สน 2 ใบ สร้างจากพื้นที่

ที่วัดจันทร์ 4 มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2293-2544 (ค.ศ. 1750-2001) เส้นที่ 5 เป็นเส้นดัชนีไม้สน จากบ้าน
วัดจันทร์ 4 เช่นกันแต่เป็นดัชนีไม้สน 3 ใบ มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2445-2544 (ค.ศ.1902-2001) เส้นที่ 6
เป็นดัชนีไม้สน 2 ใบที่สร้างจากบ้านวัดจันทร์ 5 มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2330-2544 (ค.ศ.1787-2001) และ
เส้นที่ 7 เป็นดัชนีไม้สน 2 ใบ มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2482-2544 (ค.ศ.1939-2001) เส้นดัชนีไม้สนสองใบ
จากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว มีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2340-2546 (ค.ศ.1797-2003) เส้นดัชนีไม้สน
สองใบที่ห้วยบงมีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2398-2546 (ค.ศ.1855-2003) เส้นดัชนีไม้สนสองใบที่บ่อแก้วมี
ความยาวระหว่าง พ.ศ. 2414-2546 (ค.ศ.1871-2003) เส้นดัชนีไม้สนสามใบจากหนองกระทิงมีความยาว
ระหว่าง พ.ศ. 2458-2546 (ค.ศ.1915-2003) เส้นดัชนีไม้สน 2 ใบที่อุทยานแห่งชาติพุเตย จ. สุพรรณบุรี มี
ความยาวระหว่าง พ.ศ. 2265-2544 (ค.ศ.1722-2001) และเส้นดัชนีไม้สนจากป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรีมี
ความยาวระหว่าง พ.ศ. 2366-2544 (ค.ศ. 1823-2001)

ค่าสถิติเบื้องต้นได้นำเสนอไว้ในตารางที่ 4-1 และเส้นดัชนีนำเสนอในรูปที่ 4-2

ตารางที่ 4-1 สรุปสถิติเบื้องต้นสำหรับไม้สักและไม้สน (หมายเหตุ * คือจำนวนวงปีของไม้สักที่เหลื่อมอยู่ของต่อไม้)

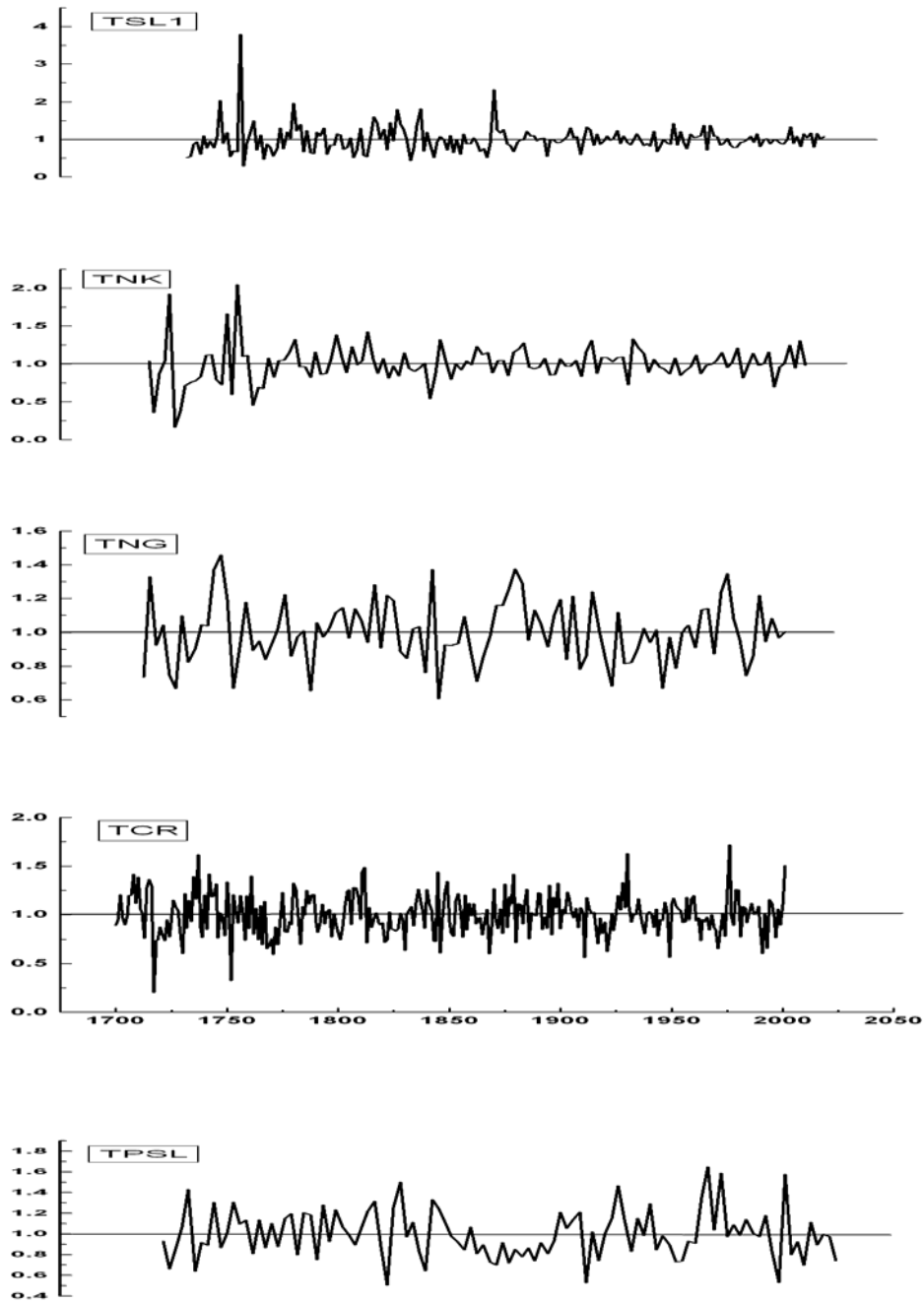
จังหวัด	พื้นที่ ศึกษา	อักษรย่อ	ชนิดไม้	Raw data								standardization	
				จำนวน ต้น	จำนวน ตัวอย่าง	ปี	ช่วงอายุ	ค่าเฉลี่ย ความ กว้างวง ปี (มม)	ค่าเบี่ยง เบนมาตรฐาน	ค่าความอ่อนไหว	ค่าความ สัมพันธ์ ใน ตัว เอง	variance	in eigenvector
เชียงใหม่	โป่งสไล	TPSL	สัก	23	44	107	พ.ศ. 2438-2544 (ค.ศ.1895-2001)	1.86	1.44	.40	.71	31.78	
	ขร.16	TCR16	สัก	8	20	305	พ.ศ. 2240-2544 (ค.ศ.1697-2001)	1.77	1.01	.32	.72	43.17	
	น้ำของ	TNK	สัก	21	80	129	พ.ศ. 2418-2546 (ค.ศ.1875-2003)	3.24	1.84	.28	.71	31.67	
	น้ำก๊าด	TNG	สัก	18	68	102	พ.ศ. 2445-2546 (ค.ศ.1902-2003)	2.76	1.55	.33	.68	34.68	
หนองคาย	บ้านสา แล1	TSL1	สัก	20	38	193	พ.ศ. 2355-2547 (ค.ศ.1812-2004)	2.31	1.50	.31	.72	29.48	
	เข็ ย ง บ้านน้ำ ก๊าด	HNG	สัก	25	74	208*							
	ค อ ร ี บ้านน้ำ ก๊าด	CNG	สัก	20	70	304*							

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) สรุปสถิติเบื้องต้นสำหรับไม้สักและไม้สน (หมายเหตุ * คือจำนวนวงปีของไม้สักที่เหลืออยู่ของต่อไม้)

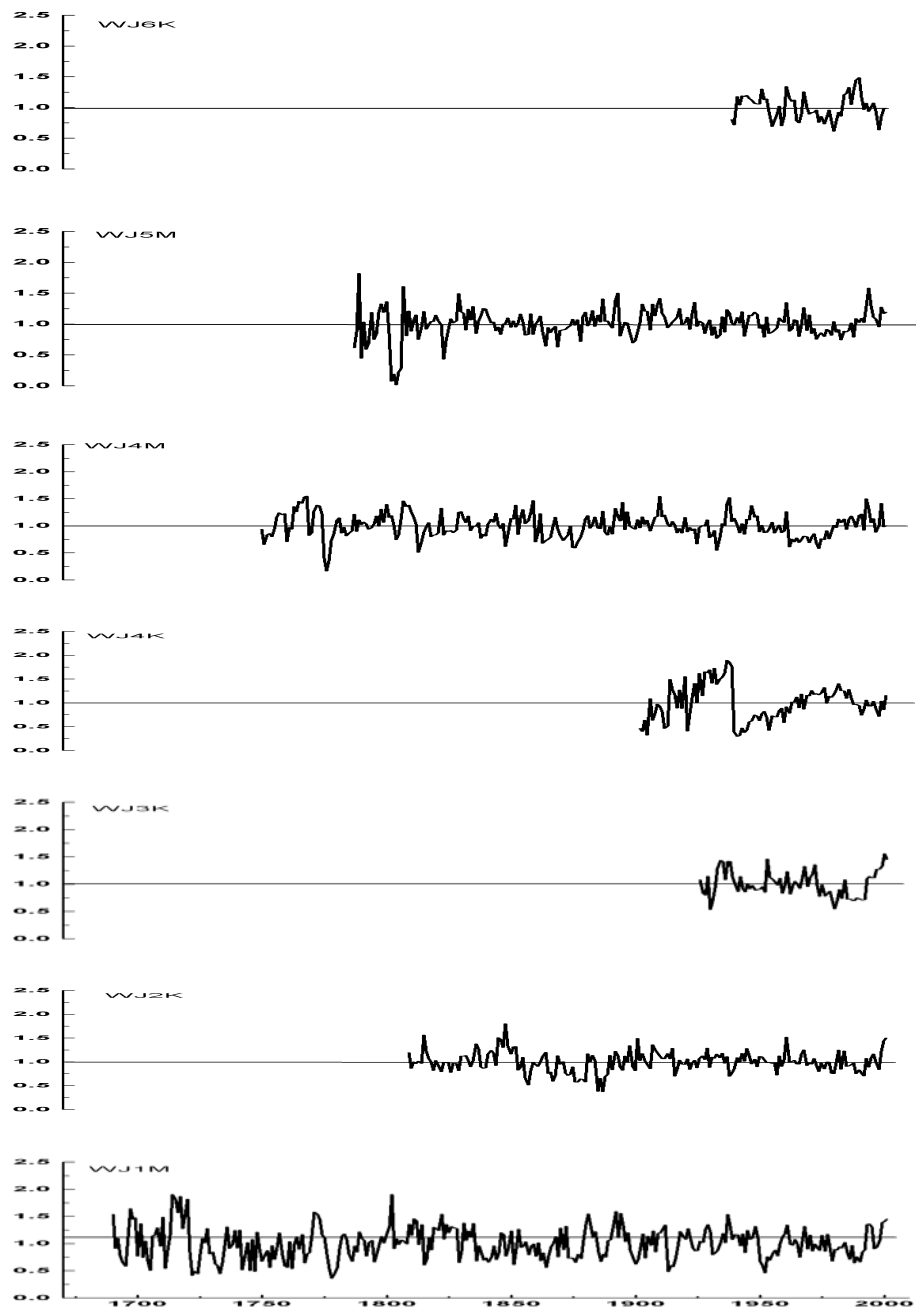
จังหวัด	พื้นที่ศึกษา	อักษรย่อ	ชนิดไม้	Raw data								standardization variance in 1 eigenvector
				จำนวน ตัวอย่าง	ปี	ช่วงอายุ	ค่าเฉลี่ย กว้างวง ปี (มม)	ค่าเบี่ยง เบนมาตรฐาน	ค่าความอ่อนไหว	ค่าความสัมพันธ์ ใน ตัว เอง		
เชียงใหม่	วัด จันทร์ 1	PMWJ1	สนสอง ใบ	46	312	พ.ศ. 2233-2544 (ค.ศ.1690-2001)	.90	.48	.34	.60	29.96	
	วัด จันทร์ 2	PKWJ2	สนสาม ใบ	44	193	พ.ศ. 2352-2544 (ค.ศ.1809-2001)	1.92	1.03	.29	.68	35.91	
	วัด จันทร์ 3	PKWJ3	สนสาม ใบ	45	76	พ.ศ. 2469-2544 (ค.ศ.1926-2001)	2.43	1.35	.26	.76	38.26	
	วัด จันทร์ 4	PMWJ4	สนสอง ใบ	10	252	พ.ศ. 2293-2544 (ค.ศ.1750-2001)	1.26	.76	.25	.80	37.29	
	วัด จันทร์ 4	PKWJ4	สนสาม ใบ	24	100	พ.ศ. 2445-2544 (ค.ศ.1902-2001)	2.77	1.22	.28	.64	27.99	
	วัด จันทร์ 5	PMWJ5	สนสอง ใบ	44	215	พ.ศ.2330-2544 (ค.ศ.1787-2001)	1.07	.56	.28	.70	28.51	
น่าน	วัด จันทร์ 6	PMWJ6	สนสอง ใบ	52	63	พ.ศ. 2482-2544 (ค.ศ.1939-2001)	2.82	1.33	.28	.66	30.55	

ตารางที่ 4-1 (ต่อ) สรุปสถิติเบื้องต้นสำหรับไม้สักและไม้สน (หมายเหตุ * คือจำนวนปีของไม้สักที่เหลืออยู่ของต้นไม้)

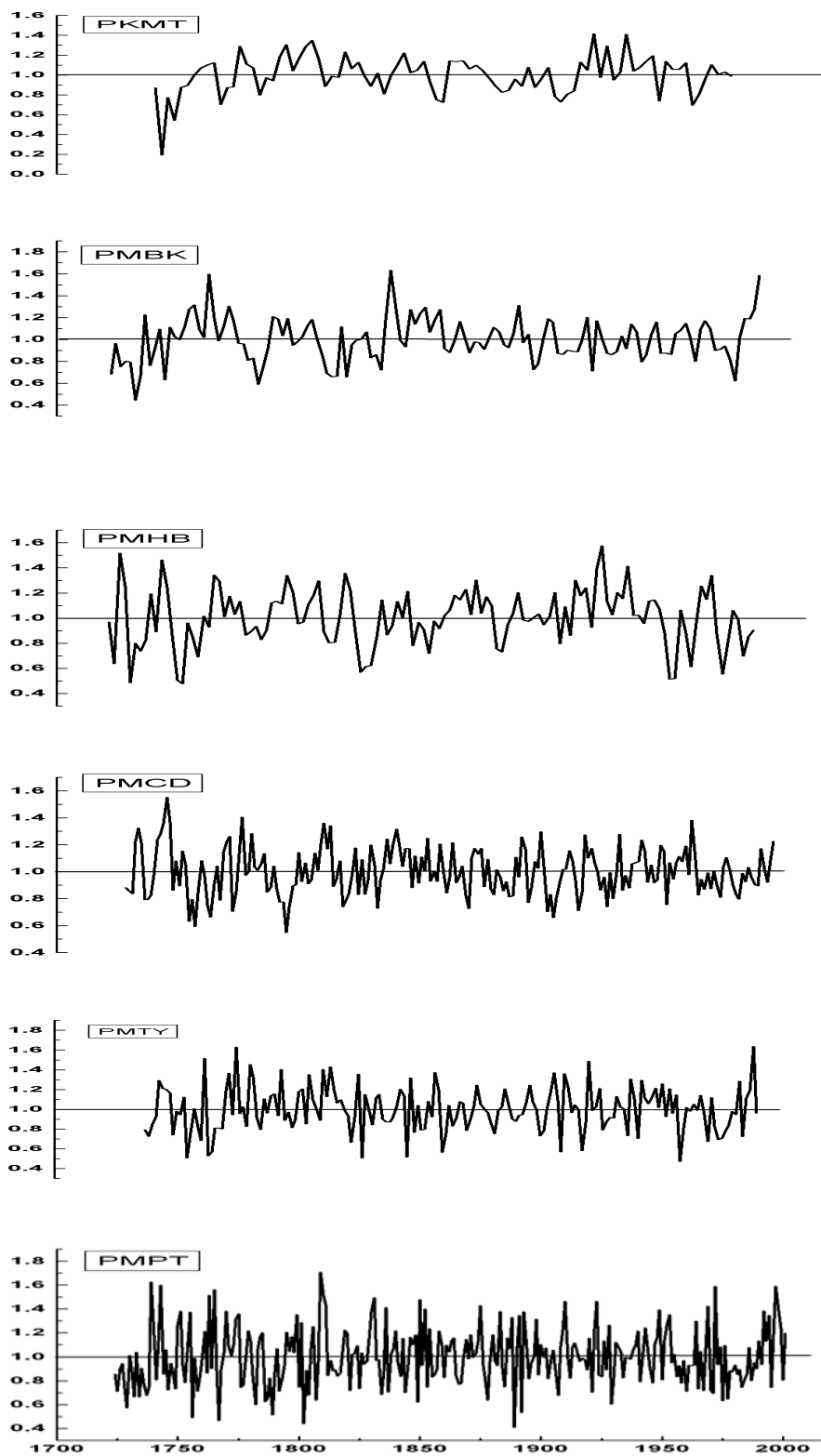
จังหวัด	พื้นที่ ศึกษา	อักษรย่อ	ชนิดไม้	Raw data								standardization variance in eigenvector
				จำนวน ต้น	จำนวน ตัวอย่าง	ปี	ช่วงอายุ	ค่าเฉลี่ย กว้างวง ปี (มม)	ค่าเบี่ยง เบนมาตรฐาน	ค่าความอ่อนไหว	ค่าความ สัมพันธ์ ใน ตัว เอง	
เชียงใหม่	เชียงใหม่	PMCD	สนสอง ใบ	23	62	207	พ.ศ. 2340-2546 (ค.ศ.1797-2003)	1.47	0.92	.28	.73	27.97
	หัวฝาง	PMHB	สนสอง ใบ	7	25	149	พ.ศ. 2398-2546 (ค.ศ.1855-2003)	2.35	1.11	.32	.57	27.46
	บ่อแก้ว	PMBK	สนสาม ใบ	9	21	133	พ.ศ.2414-2546 (ค.ศ.1871-2003)	2.07	10.6	.28	.63	27.45
	หนอง กระพิง	PKNT	สนสาม ใบ	20	73	89	พ.ศ.2458-2546 (ค.ศ.1915-2003)	4.17	1.88	.27	.67	30.87
	พุดเตย	PMPT	สนสอง ใบ	33	61	280	พ.ศ.2265-2544 (ค.ศ.1722-2001)	1.04	.66	.34	.68	36.60
ภูเก็ต	ป่าชุมชนบ้าน โรง	PMTY	สนสอง ใบ	39	72	179	พ.ศ.2366-2544 (ค.ศ.1823-2001)	1.23	.58	.30	.59	45.24



รูปที่ 4-1 แสดงดัชนีวงปีไม้สัก ไปงสลิ (TPSL), ชร.16 (TCR16), น้ำกาด (TNG) , น้ำของ (TNK) และ บ้านสาแล 1 (TSL1)



รูปที่ 4-2 แสดงดัชนีวงปีไม้สน วัดจันทร์ 1 (PMWJ1), PKWJ2, PKWJ3, PMWJ4, PKWJ4, PMWJ5, PMWJ6



รูปที่ 4- 2 (ต่อ) ดัชนีไม้สน พุเตย (PMPT), ชุมชนบ้านโรง (PMTY) เชียงดาว (PMCD) ห้วยบง (PMHB) บ่อแก้ว (PMBK) และหนองกระเทียม (PKNT)

4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนี

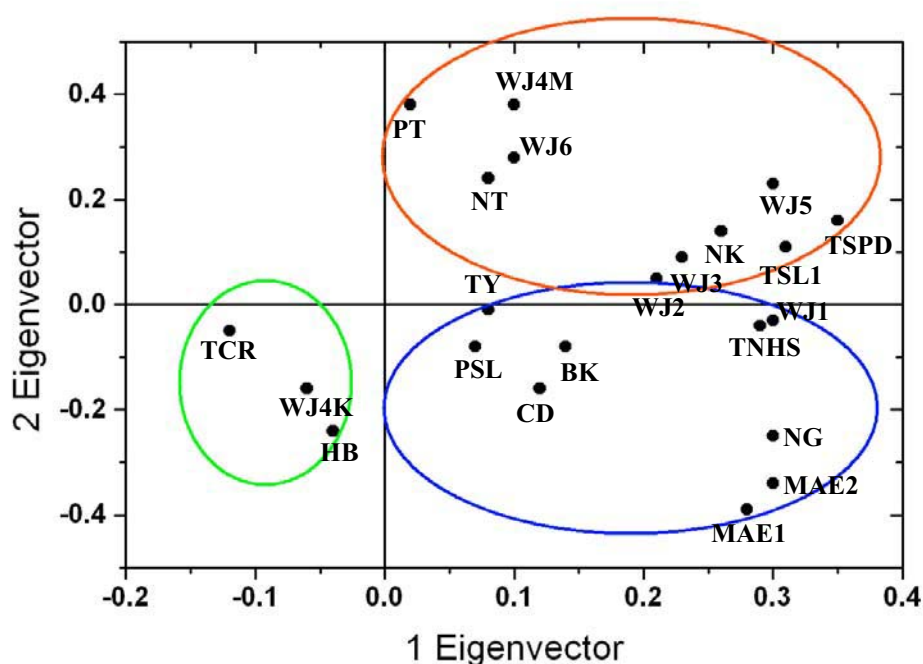
ตารางที่ 4-2 แสดงความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างเส้นดัชนีไม้สัก ในการนำเสนอได้เพิ่มตัวอย่างเส้นดัชนีไม้สัก อีก 4 เส้น ที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียง คือ MAE1, MAE2 บริเวณบ้านน้ำกาด THNS ดัชนีไม้สักจากอุทยานแห่งชาติถ้ำปลา-ผาเสื่อ และ TSPD ดัชนีสักจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน และความสัมพันธ์อย่างง่ายของดัชนีไม้สน โดยภาพรวมดัชนีไม้สักมีความสัมพันธ์ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนทั้งหมดค่อนข้างสูง ยกเว้นไม้สักจากจังหวัดเชียงรายมีค่าความสัมพันธ์ที่แตกต่างออกไป สำหรับดัชนีไม้สนพบว่าไม้สนชนิดเดียวกันมีความสัมพันธ์กันสูงกว่าต่างชนิด

ตารางที่ 4-2 ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างเส้นดัชนี

ดัชนี ไม้	PMBK	PMCD	PMHB	PMPT	PMTY	PMWJ1	PKWJ2	PKWJ3	PKWJ4	PMWJ4	PMWJ5	PMWJ6	PKNT	TNHS	ESPD	TCR	TMAE1	TMAE2	TNG	TPSL	TNK	TSL1
1	1.0																					
2	.28	1.0																				
3	-.28	-.05	1.0																			
4	-.23	-.21	-.13	1.0																		
5	.10	.13	-.01	.12	1.0																	
6	.20	.37	.12	-.07	.10	1.0																
7	.27	.38	-.03	-.13	.24	.38	1.0															
8	.08	.27	.04	.19	.33	.37	.49	1.0														
9	-.16	.02	.16	-.11	-.07	-.07	-.19	1.0														
10	-.02	-.14	-.15	.15	-.20	.27	.15	-.02	-.15	1.0												
11	.16	.08	-.01	.20	.06	.67	.27	.38	-.21	.52	1.0											
12	.04	.03	-.08	.15	-.01	-.07	.35	.02	-.25	.32	.26	1.0										
13	.03	.13	-.20	.04	-.08	.07	.18	.14	.13	.29	.14	.09	1.0									
14	.07	-.07	-.13	.07	.11	.29	-.04	.14	.01	.18	.39	.10	.04	1.0								
15	.16	.09	-.17	.25	.12	.51	.25	.40	-.03	.15	.53	.18	.12	.63	1.0							
16	-.14	-.00	-.01	-.07	-.08	-.11	-.12	-.18	.06	-.07	-.08	-.19	-.17	-.13	1.0							
17	.26	.17	.05	-.16	.06	.36	.18	.16	-.06	-.12	.22	-.07	-.10	.56	.33	1.0						
18	.18	.19	.10	-.12	.13	.33	.30	.23	-.04	-.06	.24	.13	-.02	.54	.34	.88	1.0					
19	.16	.18	.11	-.13	-.10	.46	.19	.20	-.06	.07	.48	.13	.00	.44	.41	-.09	.68	.71	1.0			
20	-.04	.02	-.04	-.21	-.10	.13	.05	.01	.35	.16	.01	-.17	.23	.11	.07	-.25	.07	.07	.16	1.0		
21	.15	.05	-.13	.12	.10	.28	.18	.25	-.05	.07	.28	.17	.18	.45	.65	-.29	.25	.27	.17	.06	1.0	
22	.23	.06	-.12	.11	.13	.42	.21	.42	.08	.07	.48	.03	.21	.50	.75	-.06	.28	.24	.37	.21	.56	1.0

4.3 Principal component

ในการวิเคราะห์ principal component หรือ PCA เพื่อต้องการทราบว่าดัชนีไม้ชนิดไหนจะมีค่าตอบสนองกับสภาพภูมิอากาศมากน้อยอย่างไร และรูปแบบการเจริญเติบโตของไม้มีความคล้ายคลึงกันหรือไม่ ในการคำนวณ ได้รวมข้อมูลดัชนีไม้ทั้งหมดที่ต้องการวิเคราะห์ ต่อจากนั้นใช้โปรแกรม DPL เมนู PCA ผลลัพธ์ที่ได้จะได้ค่าถ่วงน้ำหนักของดัชนีไม้ต่างๆซึ่งแสดงออกมาเป็นค่า eigenvector โดยทั่วไป ค่า Eigenvector 1 จะหมายถึงค่าที่ดัชนีไม้ตอบสนองกับสภาพภูมิอากาศมากที่สุด และ eigenvector 2 เป็นค่าการตอบสนองรองลง ได้แปลงค่า 1 eigenvector และ 2 eigenvector มาจัดทำเป็น scattergram และอธิบายการกระจายของดัชนีไม้ที่อยู่ใกล้ แกน x (1 eigenvector) และ แกน y (2 eigenvector)



รูปที่ 4-3 scattergram ของดัชนีไม้ 22 เส้น

จากรูปที่ 4-3 สามารถแบ่งกลุ่มเส้นดัชนีไม้ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 อยู่ล่างขวา ใกล้กับแกน x (1 eigenvector) ประกอบด้วย ดัชนีไม้ทั้งสิ้น 9 ดัชนี เป็นดัชนีไม้สัก 5 เส้น ได้แก่ ดัชนีไม้สักที่บ้านน้ำกาด (MAE1, MAE2 และ NG) ดัชนีไม้สัก ที่ถ้ำปลา-ผาเสื่อ (TNHS) และไม้สักที่โป่งสลิ (TPSL) ดัชนีไม้สน 4 เส้น ได้แก่ ไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ 1 (PMWJ1) ไม้สนที่เชียงดาว (PMCD) ไม้สนที่บ่อแก้ว (PMBK) และไม้สนที่ชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี (PMTY) โดยที่ ไม้สักที่บ้านน้ำกาดอยู่ใกล้แกน x มากที่สุด ซึ่งหมายถึง ดัชนีของไม้ได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอก ในที่นี้คือสภาพภูมิอากาศมากที่สุด กลุ่มที่ 2 ที่อยู่บนด้านขวามือ ประกอบด้วย จำนวนดัชนีไม้ทั้งสิ้น 10 ดัชนี เป็นไม้สัก 3 เส้นดัชนีที่วางตัวอยู่ใกล้กัน ได้แก่ ดัชนีไม้สักน้ำของ (TNK) ดัชนีไม้สักบ้านสาแล1 (TSL1) ดัชนีไม้สักสันปันแดน (TSPD) นอกนั้นเป็นดัชนีไม้สนจำนวน 7 เส้น ได้แก่ ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 2 (PMWJ2) ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3) ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 5 (PMWJ5) ไม้สนหนองกระทิง (PKNT) ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 6 (PMWJ6) ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) และไม้สนที่พุเตย จ.สุพรรณบุรี (PMPT) โดยที่ไม้สักจะจับกลุ่มอยู่ใกล้กันมาก เช่นเดียวกับไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ 2 (PKWJ2) และ

บ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3) บ่งบอกถึงรูปแบบการเจริญเติบโตและการตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกที่คล้ายคลึงกัน กลุ่มที่ 3 ทางด้านซ้ายมือ เป็นกลุ่มที่ประกอบด้วยเส้นดัชนี 3 เส้น ได้แก่ เส้นดัชนีไม้สักที่พื้นที่ป่าป้องกันหน่วย ชร. 16 (TCR) ดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ (PKWJ4) และดัชนีไม้สนที่ห้วยบง (PMHB) ในกลุ่มที่ 3 อธิบายได้ว่าการเจริญเติบโตของต้นไม้ตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกโดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศน้อยมาก และมีรูปแบบการเจริญเติบโตที่แตกต่างไปจากดัชนีไม้ส่วนมาก

4.4 การตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ

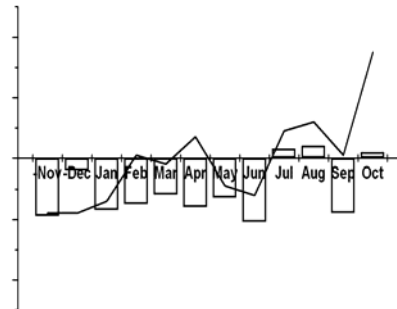
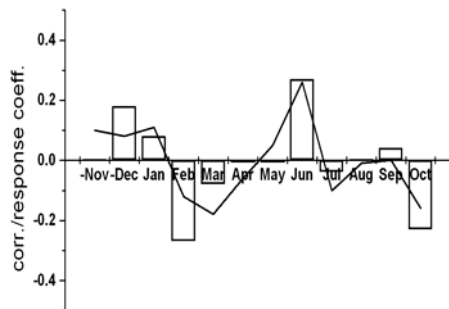
ตอบสนองของความกว้างวงปีต่อสภาพภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ) เพื่ออธิบายถึง ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิเดือนไหนมีผลต่อขนาดความกว้างวงปี หรือมีผลต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของต้นไม้

การตอบสนองของวงปีไม้สักที่เชียงราย พบว่าดัชนีไม้สักทั้ง 2 พื้นที่ศึกษา โป่งสลิ (TPSL) และพื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร. 16 (TCR) ตอบสนองต่อปัจจัยภายนอกทั้งปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิก่อนข้างต่ำ โดยดัชนีไม้สักที่โป่งสลิมีความสัมพันธ์ทางบวกกับปริมาณน้ำฝนในเดือนมิถุนายน ดัชนีไม้สักที่พื้นที่ป้องกันหน่วยป่าไม้ ชร. 16 มีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ (รูปที่ 4-4 ; A,B) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ principal component (รูปที่ 4-3) ที่ดัชนีไม้สักที่ ชร.16 อยู่ห่างไกลจากดัชนีอื่น และใกล้กับ 2. eigenvector ซึ่งต่างจากการตอบสนองของดัชนีไม้สักที่จ.แม่ฮ่องสอนต่อสภาพภูมิอากาศที่มีความคล้ายคลึงกันมาก โดยที่ดัชนีไม้สักของทั้ง 3 พื้นที่ศึกษา ตอบสนองทางบวกต่อปริมาณน้ำฝนในเดือน เมษายน (ดัชนีไม้สักที่บ้านสาแล1) เดือนพฤษภาคม (ดัชนีไม้สักบ้านน้ำกาด และน้ำของ) และในทางกลับกันดัชนีทั้งสามมีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับอุณหภูมิในเดือน พฤษภาคม (รูปที่ 4-4; C-E)

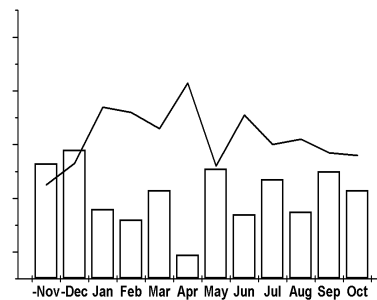
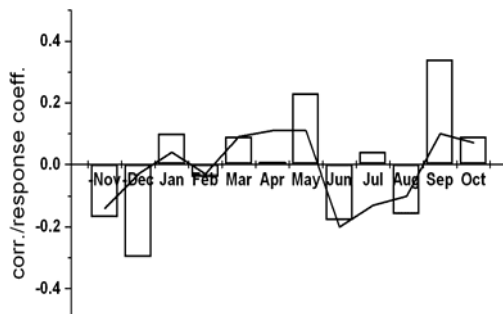
การตอบสนองของความกว้างวงปีของไม้สน ที่จังหวัดเชียงใหม่พบว่า ดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ทั้งไม้สนสองใบและสนสามใบ ตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในเดือน มีนาคมและเมษายน ยกเว้นดัชนีไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 (PKWJ4) ที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความสัมพันธ์ของดัชนีเส้นนี้กับดัชนีไม้สนเส้นอื่นที่ต่ำ (ตารางที่ 4-2) และจาก scattergram (รูปที่ 4-3) ดัชนีสนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 อยู่ห่างไกลจากดัชนีเส้นอื่น และเข้าใกล้ 2 eigenvector มาก ดัชนีไม้สนสองใบที่เขียงดาว ตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนคล้ายคลึงกับดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ 6 คือเดือนกันยายน รวมทั้งไม้สนจากอุทยานแห่งชาติพุเตย จ.สุพรรณบุรี และ จากป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี ตอบสนองทางบวกกับปริมาณน้ำฝนในช่วงปลายฤดูแล้ง (มกราคม-กุมภาพันธ์-มีนาคม และเมษายน) (รูปที่ 4-4; F-R)

โดยภาพรวมอาจสรุปได้ว่า ทั้งไม้สนสองใบและสนสามใบที่มีการเจริญเติบโตครอบคลุมสภาพภูมิประเทศที่ค่อนข้างกว้างคือตั้งแต่ จังหวัดเพชรบุรีจนถึงจังหวัดเชียงใหม่ มีรูปแบบการเจริญที่คล้ายคลึงกันและตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนที่เป็นช่วงปลายฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน) ซึ่งแตกต่างจากไม้สักซึ่งโดยรวมแล้วตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรกของฤดูฝน (เมษายน-กรกฎาคม)

A) $R^2 = 39.70$

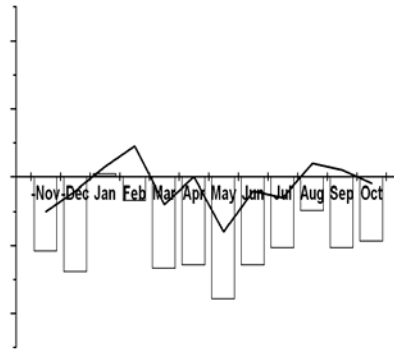
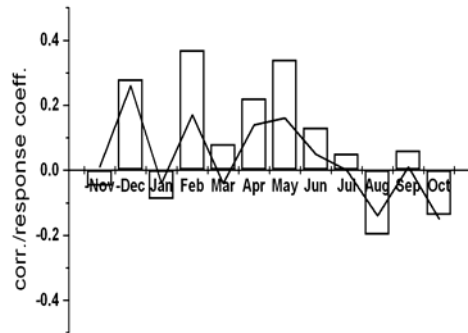


B) $R^2 = 33.75$

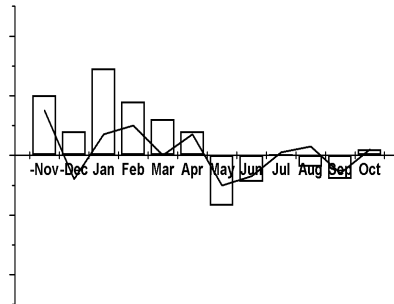
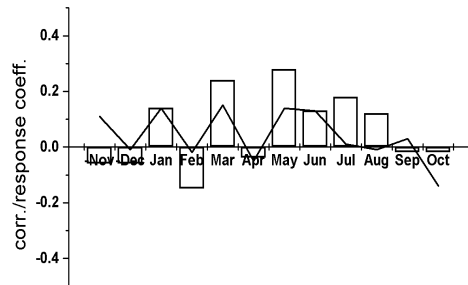


รูปที่ 4-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สักที่เชียงรายกับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.เชียงราย (ซ้าย) และอุทกภูมิ (ขวา) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น) * $p < 0.05$; A) โป่งสลิ (TPSL), B) ชร.16 (TCR) $R^2 = \text{coeff. of determination}$

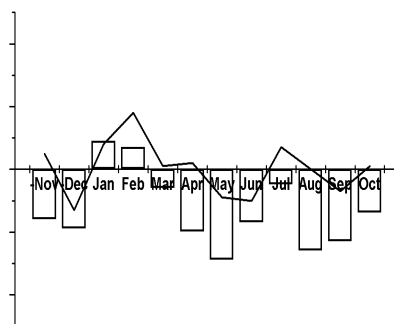
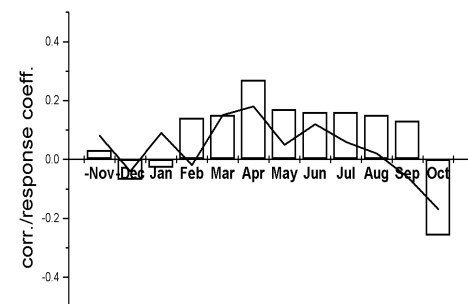
C) $R^2 = 43.61$



D) $R^2 = 23.50$

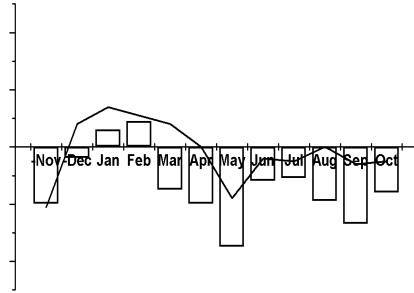
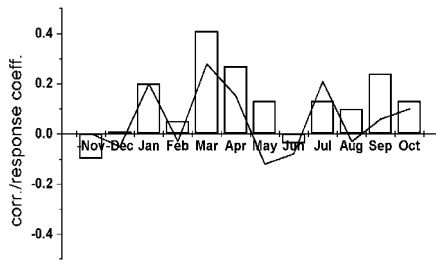


E) $R^2 = 27.05$

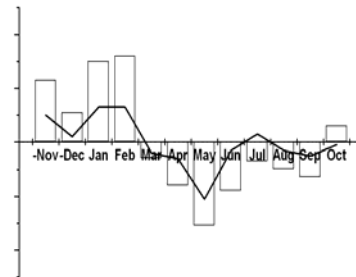
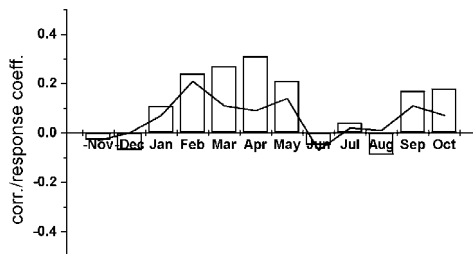


รูปที่ 4-4 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สักที่จังหวัดแม่ฮ่องสอนกับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ. เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ซ้าย) และอุณหภูมิตัว (ขวา) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น) * $p < 0.05$; C) น้ำของ (TNK), D) น้ำกัด (TNG) และ E) ทุ่งสาแล 1 (TSL1) $R^2 = \text{coeff. of determination}$

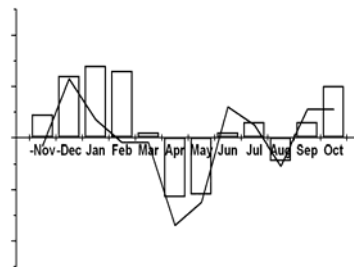
F) $R^2=44.72$



G) $R^2=37.67$

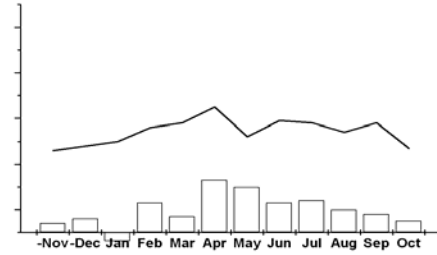
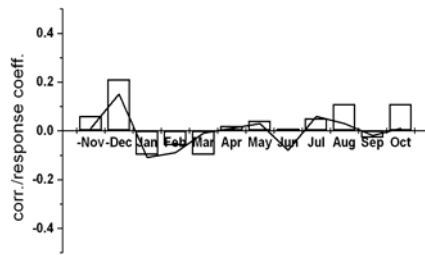


H) $R^2= 49.44$

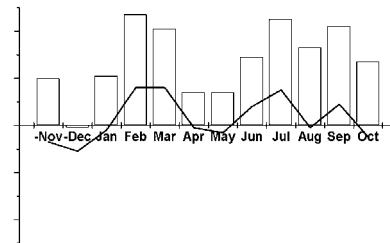
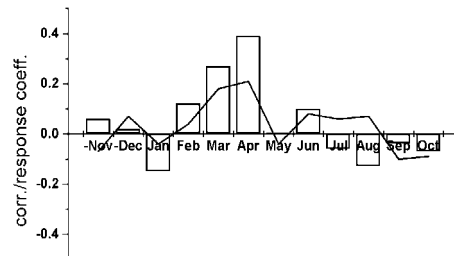


รูปที่ 4-4 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ กับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ซ้าย) และอุณหภูมิต้อง (ขวา) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น)
 * $p<0.05$; F) บ้านวัดจันทร์ 1 (PMWJ1), G) บ้านวัดจันทร์ 2 (PKWJ2) H) บ้านวัดจันทร์ 3 (PMWJ3) R^2 =
 coeff.of determinarion

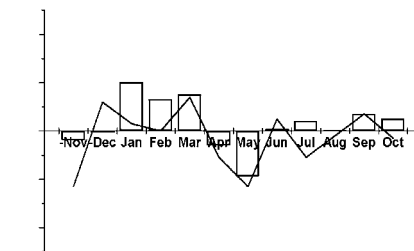
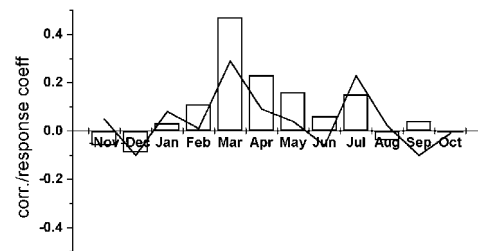
I) $R^2 = 39.82$



J) $R^2 = 56.37$

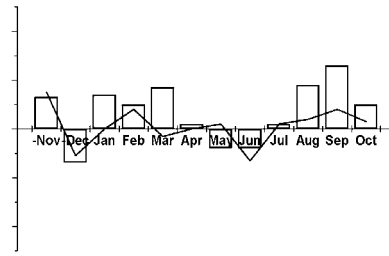
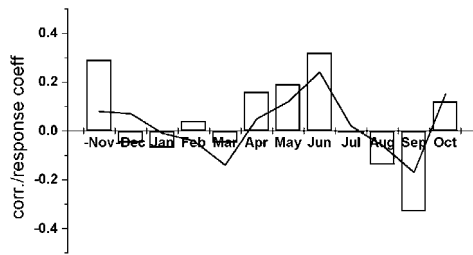


K) $R^2 = 36.41$

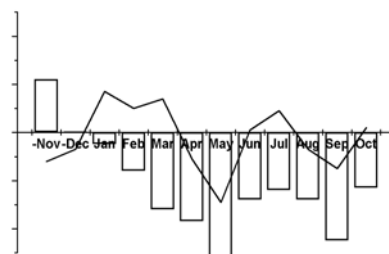
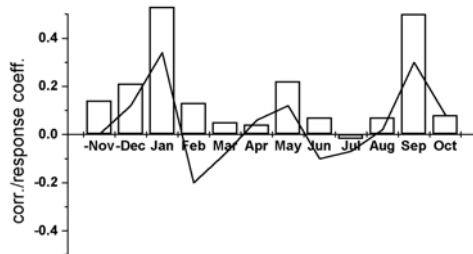


รูปที่ 4-4 (ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ กับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ซ้าย) และอุณหภูมิจ.แม่ฮ่องสอน (ขวา) corr.coef (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น)
* $p < 0.05$; I) บ้านวัดจันทร์ 4 (PKWJ4), J) บ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) K) บ้านวัดจันทร์ 5 (PMWJ5) $R^2 =$ coeff.of determinarion

L) $R^2 = 36.41$

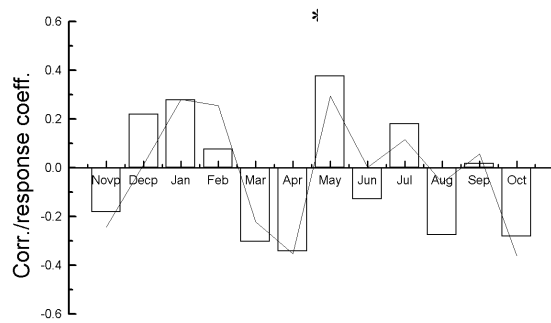


M) $R^2 = 67.66$

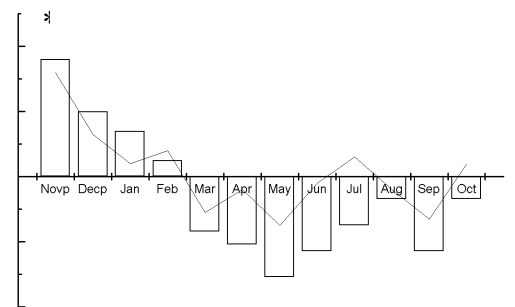
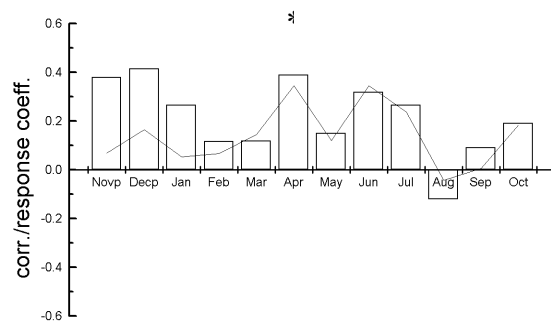


รูปที่ 4- 4(ต่อ) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์ กับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ซ้าย) และอุณหภูมิตัว (ขวา) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น)
 * $p < 0.05$; L) บ้านวัดจันทร์ 6 (PMWJ6) และ M) เชียงดาว (PMCD) ใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝนกับอุณหภูมิจาก สถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.เชียงใหม่ $R^2 = \text{coeff. of determination}$

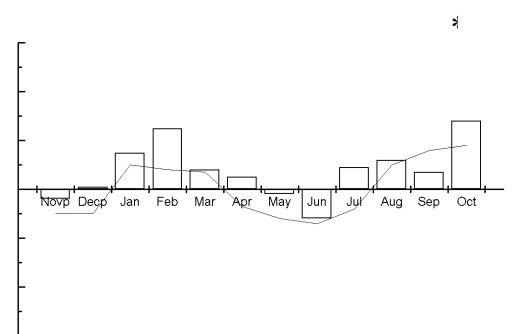
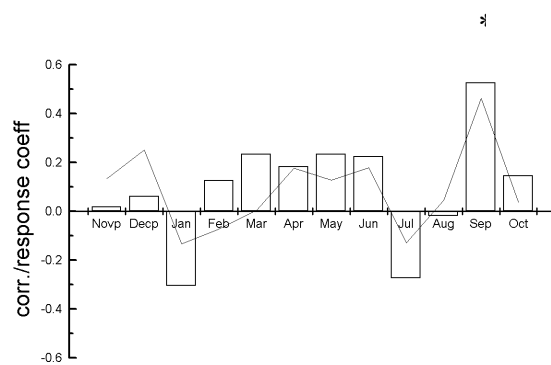
N) $R^2=58.8$



O) $R^2=64.6$

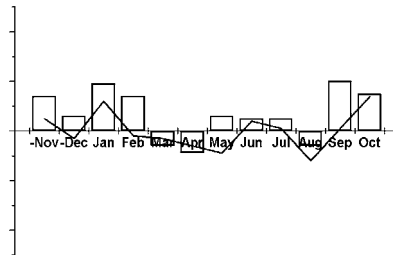
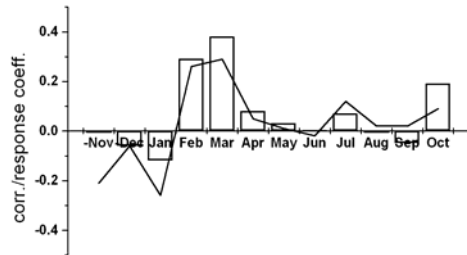


P) $R^2=68.3$

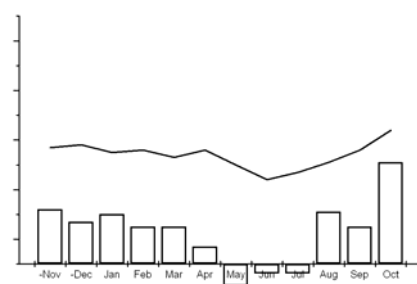
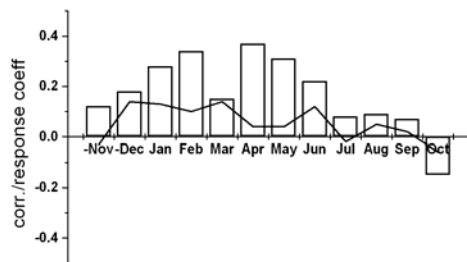


รูปที่ 4- 4 (ต่อ) : แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่เชียงใหม่ปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.อมก๋อย (ซ้าย) และอุณหภูมิตัว (ขวา) จาก จ. เชียงใหม่ corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น) * $p<0.05$; N) ห้วยบง (PMHB), O) บ่อแก้ว (PMBK) และ P) หนองกระทิง (PKNT) $R^2 = \text{coeff. of determination}$

Q) $R^2=33.26$



R) $R^2=53.02$



รูปที่ 4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่ปุเตย จ.สุพรรณบุรี ปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ. เมือง จ.สุพรรณ และ ดัชนีไม้สนที่บ้านทุ่งโรง จ. เพชรบุรี (ซ้าย) ปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.หัวหิน และ อุณหภูมิ (ขวา) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น) * $p<0.05$; Q) ปุเตย (PMPT), R) บ้านทุ่งโรง (PMTY) R^2 = coeff.of determinarion

4.5 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, MEI, NINO4 และ SST (JMA)

ผลการศึกษาการตอบสนองของดัชนีไม้กับดัชนี SOI, MEI, NINO4 และ ENSO

Southern Oscillation Index (SOI) คือค่าความกดอากาศด้านตะวันออกและตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกซึ่งมีค่าตรงกันข้าม ปกติบรรยากาศเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกใต้ทางฝั่งตะวันออกจะมีค่าความกดอากาศสูงขณะที่ทางฝั่งตะวันตกมีค่าความกดอากาศต่ำ นักอุตุนิยมวิทยาประเทศออสเตรเลียทำการวัดค่าทั้ง 2 นี้ บริเวณความกดอากาศที่เกาะตะวันออก ตาฮีติ (Eastern Island:Tahiti) ซึ่งอยู่ทางตะวันตกของอเมริกาใต้ ประมาณ 2700 ไมล์ และอีกบริเวณหนึ่งที่ตารวิน ซึ่งอยู่ทางเหนือของออสเตรเลียและค่าที่ได้จากความกดบรรยากาศของมหาสมุทรแปซิฟิกนี้นำมาคำนวณค่าดัชนี SOI

ดัชนี MEI ย่อมาจาก Multivariate ENSO Index เกิดจากความพยายามที่จะผสมผสานลักษณะของมหาสมุทร-บรรยากาศ ของปรากฏการณ์ ENSO ซึ่งอยู่บนพื้นฐานของ Multivariate ENSO Index (MEI) โดยการสังเกตตัวแปรต่างๆในบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกเขตร้อน ความเข้าใจ MEI อย่างง่าย ๆ คือค่าน้ำหนักเฉลี่ยของลักษณะสำคัญของ ENSO ประกอบด้วย 6 ตัวแปรคือ ความกดอากาศของทะเล (sea-level pressure) องค์ประกอบของลมพื้นผิวทั้งตะวันออก-ตะวันตก และเหนือ-ใต้ อุณหภูมิพื้นผิวน้ำทะเล (sea surface temperature) อุณหภูมิอากาศ (surface air temperature) และปริมาณเมฆทั้งหมด (total amount of cloudness) โดยทั่วไปค่าบวกของ MEI เป็นตัวแทนของช่วงร้อนของ ENSO หรือ El Nino นั่นเอง

สำหรับ NINO4 นักอุตุนิยมวิทยาได้ทำการแบ่งขอบเขตของค่าความผิดปกติของอุณหภูมิของน้ำทะเลออกเป็น 4 ช่วง คือ NINO1, NINO2, NINO3 และ NINO4 ครอบคลุมพื้นที่ดังนี้ NINO1+2 , 0-10 องศาใต้ 90 องศาตะวันตก -80 องศาตะวันออก NINO3, 5 องศาเหนือ-องศาใต้, 150 องศาตะวันตก-90 องศาตะวันตก NINO4 , 5 องศาเหนือ-5 องศาใต้ 160 องศาตะวันออก-150 องศาตะวันตก และ NINO3.4, 5 องศาเหนือ-5 องศาใต้ 170 องศาตะวันตก-120 องศาตะวันตก

ดัชนีที่ใกล้เคียงกับประเทศไทยมากที่สุดคือ NINO 4

SST ย่อมาจาก Sea Surface Temperature เป็นค่าการตรวจวัดความร้อนของน้ำในมหาสมุทรแปซิฟิก เมื่อเกิดปรากฏการณ์ El Nino SOI จะมีค่าเป็นลบ และ SST จะมีค่าเป็นบวก

การศึกษาเกี่ยวกับปรากฏการณ์ ENSO ในประเทศไทยโดย มันทนา พุกษะวัน (2531) สรุปว่าปริมาณฝนน้อยลงและอุณหภูมิสูงขึ้นในปี El Nino และในทางตรงกันข้ามปริมาณน้ำฝนมากขึ้นและอุณหภูมิลดต่ำลง ในปีที่เกิด La Nina ดังนั้นจึงตั้งสมมุติฐานว่าขนาดความกว้างวงปีควรจะแคบหรือการตอบสนองของดัชนีปีไม้ไม่ควรมีความสัมพันธ์ทางลบ อาจสรุปดังนี้

ตารางที่ 4-3 แสดงความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับขนาดความกว้างวงปี

สภาพภูมิอากาศและวงปีไม้	ENSO	
	ENSO warm event (Warm phase ENSO) El Nino	ENSO cold event (Cold phase of ENSO) La Nina
	SOI-	SOI+
	SSt (JMA) Index +	SST (JMA) Index -
	MEI +	MEI-
ปริมาณฝน	Low	High
อุณหภูมิ	high	Low
ความกว้างวงปี	Low	High

ผลการศึกษาพบว่าจากดัชนีไม้ทั้งหมด 18 เส้น พบว่า ไม้สักที่ทุ่งสาแล 1 จ.แม่ฮ่องสอน (TSL1) และที่โป่งสลิ จ.เชียงราย (TSPL) มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนี SOI ในเดือนมีนาคม-กรกฎาคม นอกจากนี้ยังพบดัชนีไม้สนสามใบที่หนองกระทิง (PKNT) และสนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญในเดือน พฤษภาคม และมีไม้สน 3 แห่งที่มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญคือ ดัชนีไม้สนสองใบที่เชียงดาว (PMCD) ดัชนีไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3) และดัชนีไม้สนสองใบที่ป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี (PMTY)

ผลการศึกษาการตอบสนองของดัชนีไม้ทั้ง 18 เส้นกับเส้นดัชนี MEI พบว่า ดัชนีไม้สักทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ โดยที่ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านทุ่งโรง จ.เพชรบุรี (PMTY) ดัชนีไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 2 (PKWJ2) มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญ ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์และมีนาคม ส่วนดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับเส้นดัชนี MEI ในเดือน มีนาคม เมษายน มิถุนายน และ กรกฎาคม

ผลการศึกษาการตอบสนองของดัชนีไม้ทั้ง 18 เส้นกับ ดัชนี NINO4 พบว่ามีเพียงดัชนีไม้สักที่บ้านน้ำกาด (TNG) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนี NINO4 สิงหาคม กันยายน ตุลาคม พฤศจิกายน และ ธันวาคม ของปีที่ผ่านมา และดัชนีไม้สน 3 แห่งจากอุทยานแห่งชาติพุเตย (PMPT) สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 5 (PMWJ5) และ สนสองใบจากบ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการศึกษาการตอบสนองของดัชนีไม้ทั้ง 18 เส้นกับดัชนี SST พบว่า SST มีผลทำให้ความกว้างวงปีของไม้สักที่ น้ำกาด (TNG) และที่โป่งสลิ (TPSL) มีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่ง SST มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญ กับขนาดความกว้างวงปีของไม้สน ที่เชียงดาว (PMCD) และ เพชรบุรี (PMTY)

ตารางที่ 4-4 สรุปผลการตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, SST, NINO4 และ MEI

Index	SOI		SST		NINO4		MEI	
	+	-	+	-	+	-	+	-
TPSL								
TCR								
TNK								
TNG								
TSL1								
PMWJ1								
PKWJ2								
PKWJ3								
PMWJ4								
PKWJ4								
PMWJ5								
PMWJ6								
PMCD								
PMHB								
PMBK								
PKNT								
PMPT								
PMTY								

ในเบื้องต้นสรุปได้ว่าการศึกษาดัชนีไม้ ทั้ง 18 เส้น พบว่า ดัชนี TPSL, TNG, TSL1, PKWJ2, PMWJ4, PKNT และ PMPT มีความสัมพันธ์ในลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ อย่างน้อย สัมพันธ์กับค่า SOI ในทางลบ และสัมพันธ์กับค่า NINO4, SST, และ MEI ในทางบวก (ค่า SOI - และ NINO4, MEI, SST + เป็นสภาพที่เกิดปี ENSO) ซึ่งตรงกันข้ามกับ ดัชนี PKWJ3 PMCD และ PMTY ที่สัมพันธ์กับ SOI + และ SST-, NINO4- และ MEI (-) (ค่า SOI+, MEI-, SST-, NINO4- เป็นสภาพที่เกิด La Nina)

จากตารางที่ 4-5 ปีที่เกิดปรากฏการณ์ ENSO และ La Nina รูปที่ 4-5 และ 4-6 แสดงดัชนีไม้ที่ตอบสนองปรากฏการณ์ ENSO และ La Nina โดยการตัดมาเพียงช่วงที่มีข้อมูล จากที่ตารางที่ 4-5 verification

ตารางที่ 4-5 ปี Warm Episode (ENSO) และ cold Episode Years

ที่มา : <http://climate.uvic.ca>

*ข้อมูลเพิ่มเติมจาก

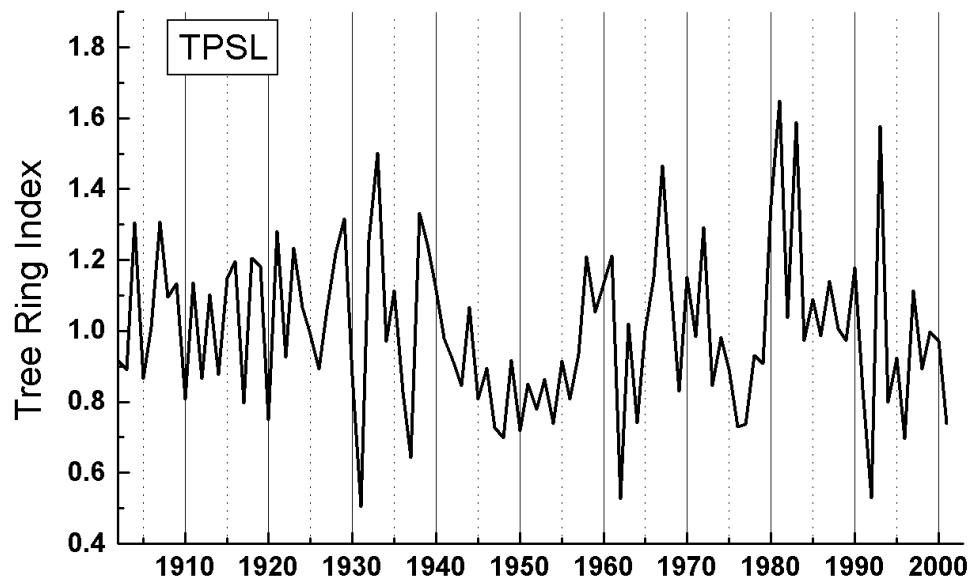
** ข้อมูลเพิ่มเติมจาก

Warm Episodes (ENSO) Years	Cold Episode Years (La Nina) Years
1902	1904
1905	1909
1911	1910
1914	1915
1918	1917
1923	1924
1925	1928
1929*	1933*
1930	1938
1932	1942*
1939	1944*
1940*	1945*
1941	1948*
1951	1947*
1953	1950
1957	1954*
1963*	1955
1965	1956
1969	1961*
1972	1964
1976	1967*
1977*	1970
1982	1971
1986	1973
1987*	1974*
1990*	1975
1991	1978*
1993*	1988
1994	1995
1997	
2002**	
2003**	

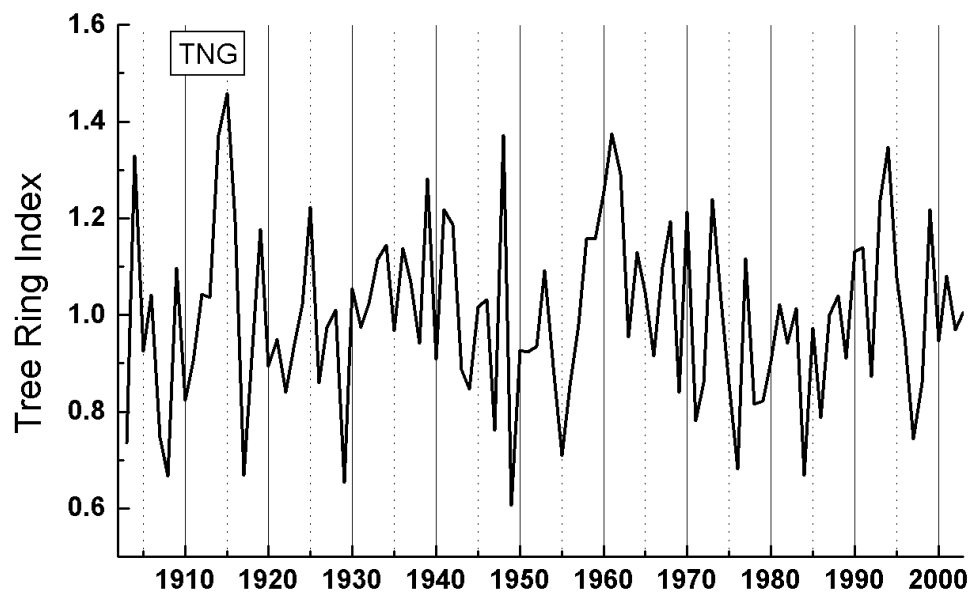
<http://www.ems.psu.edu>

<http://www.clearwest.com/> and BCC

A)

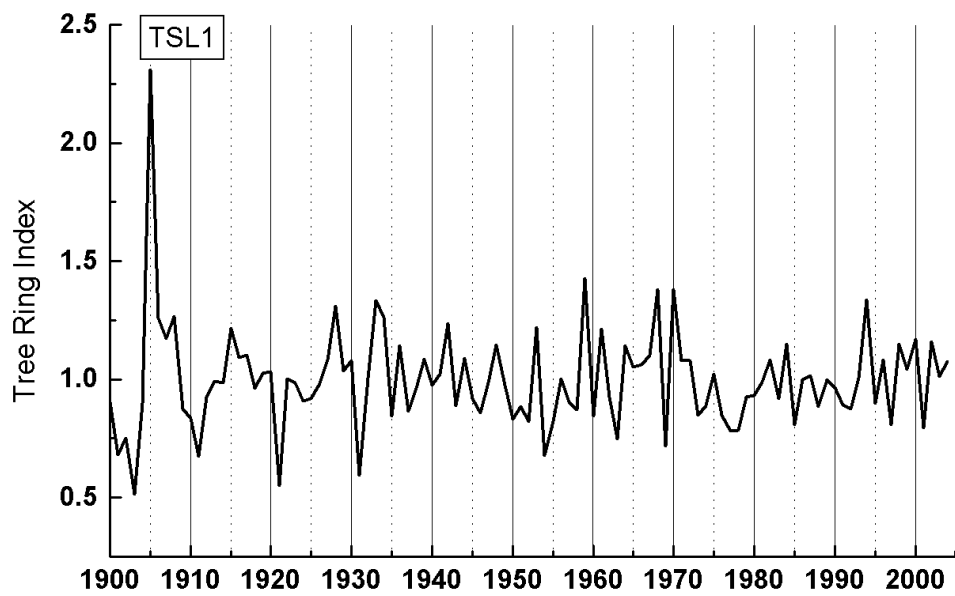


B)

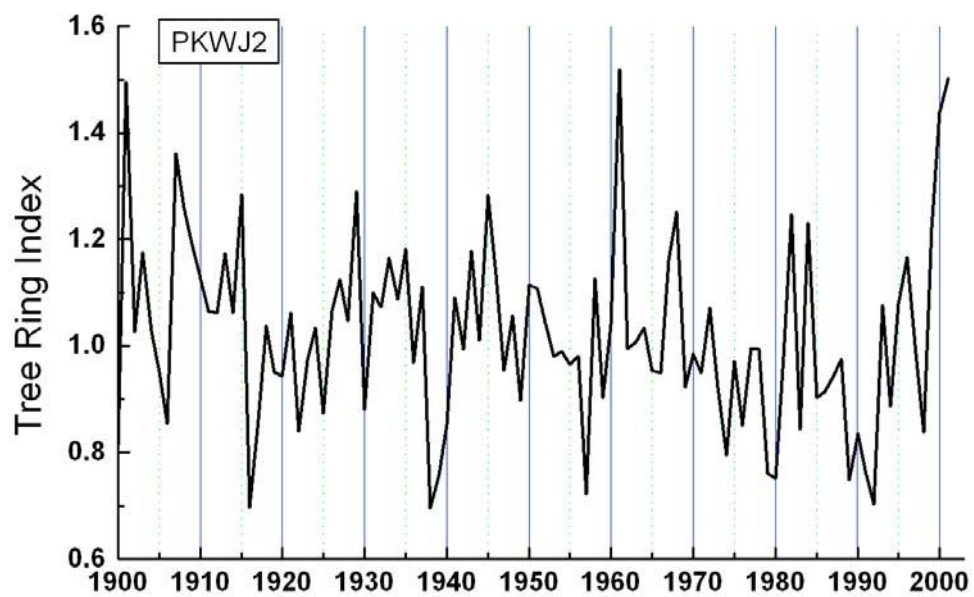


รูปที่ 4-5 แสดงเส้นดัชนี ที่สอดคล้องกับปีเกิด ENSO A) โป่งสลิ (TPSL) และ B) น้ำกั๊ด (TNG)

c)

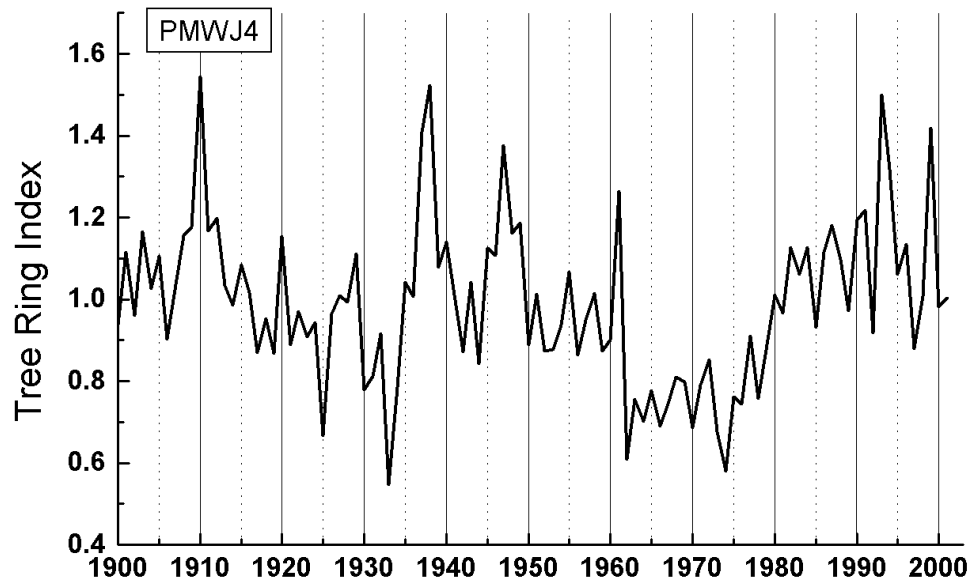


D)

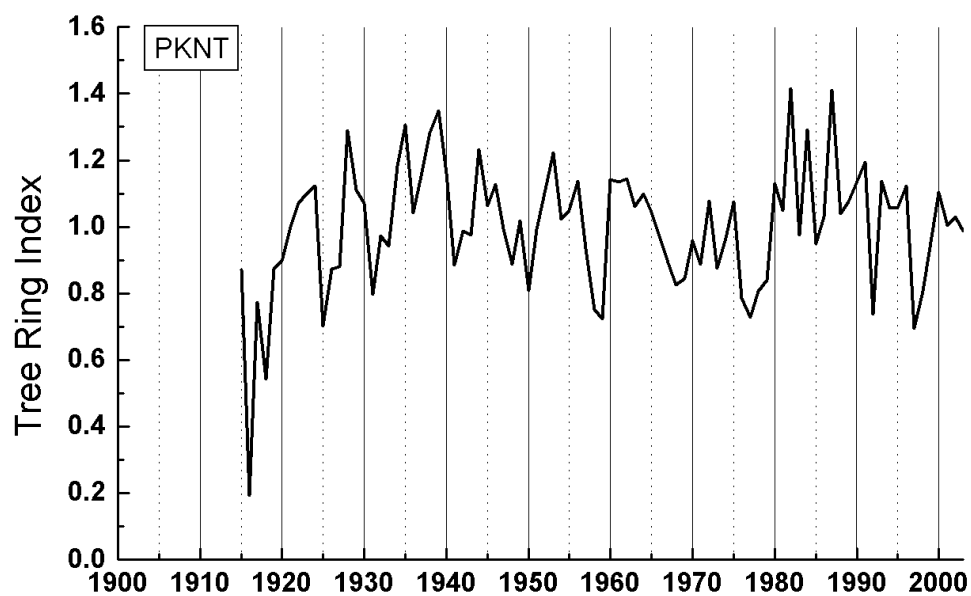


รูปที่ 4-5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO C) ทุงสาแล 1 (TSL1) และ D) ไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 2 (PKWJ2)

E)

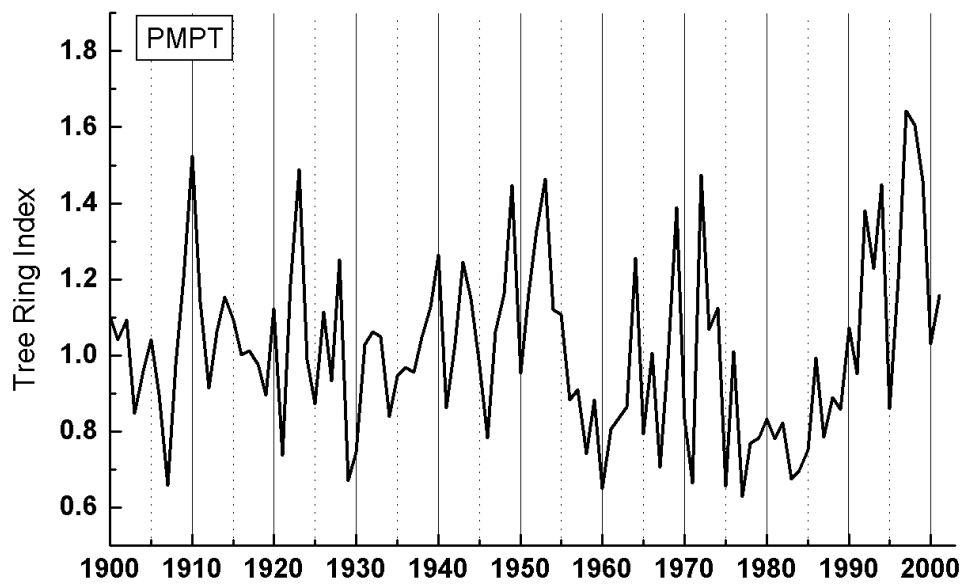


F)



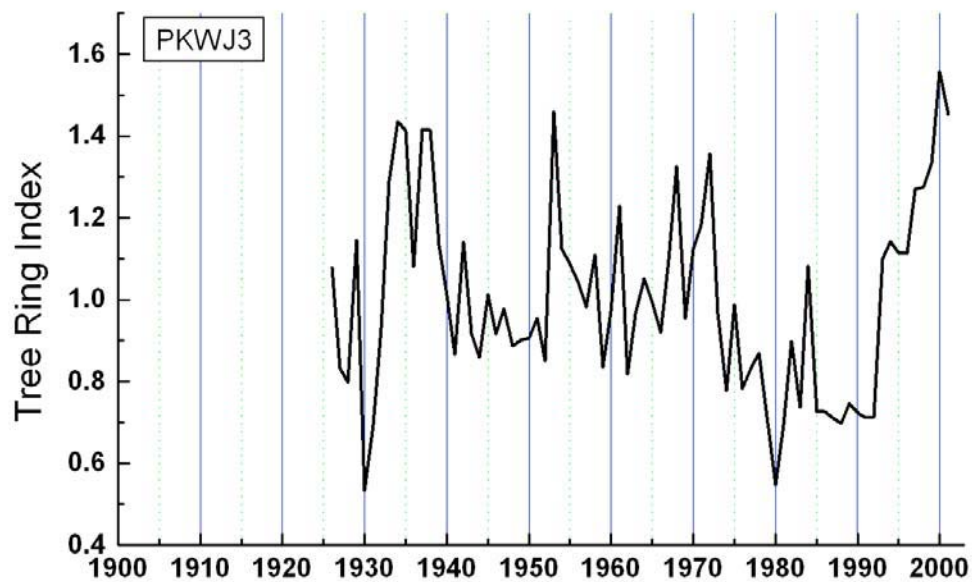
รูปที่ 4-5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO E) ไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) และ F) สนสามใบที่หนองกระทิง (PKNT)

G)



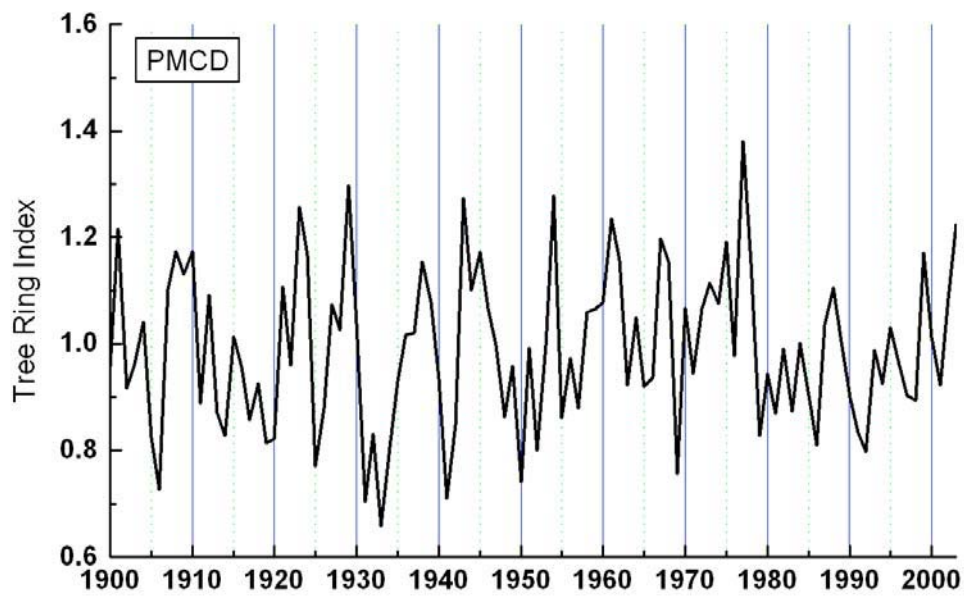
รูปที่ 4- 5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO G) พุเตย (PMPT)

A)

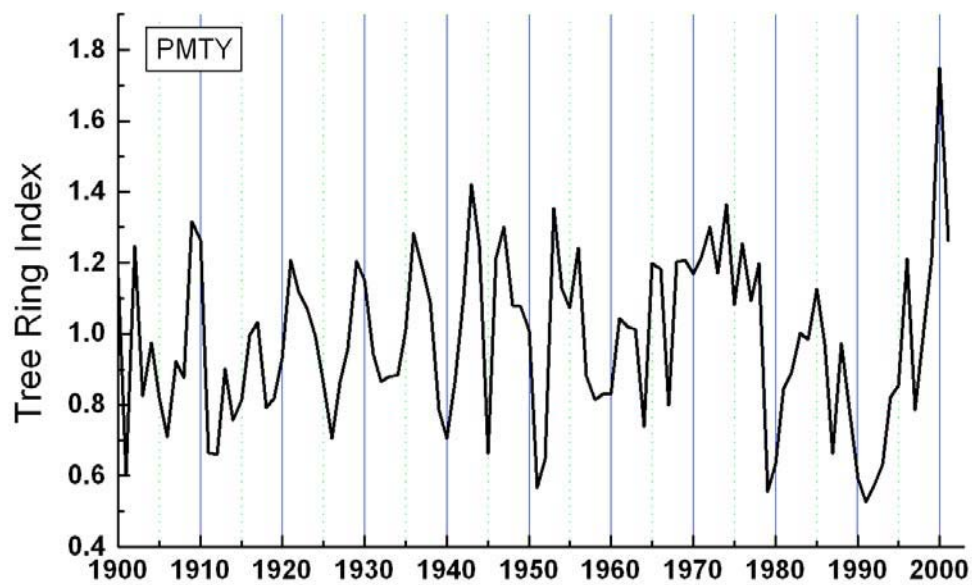


รูปที่ 4-6 แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี La Nina A) สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3)

B)



C)



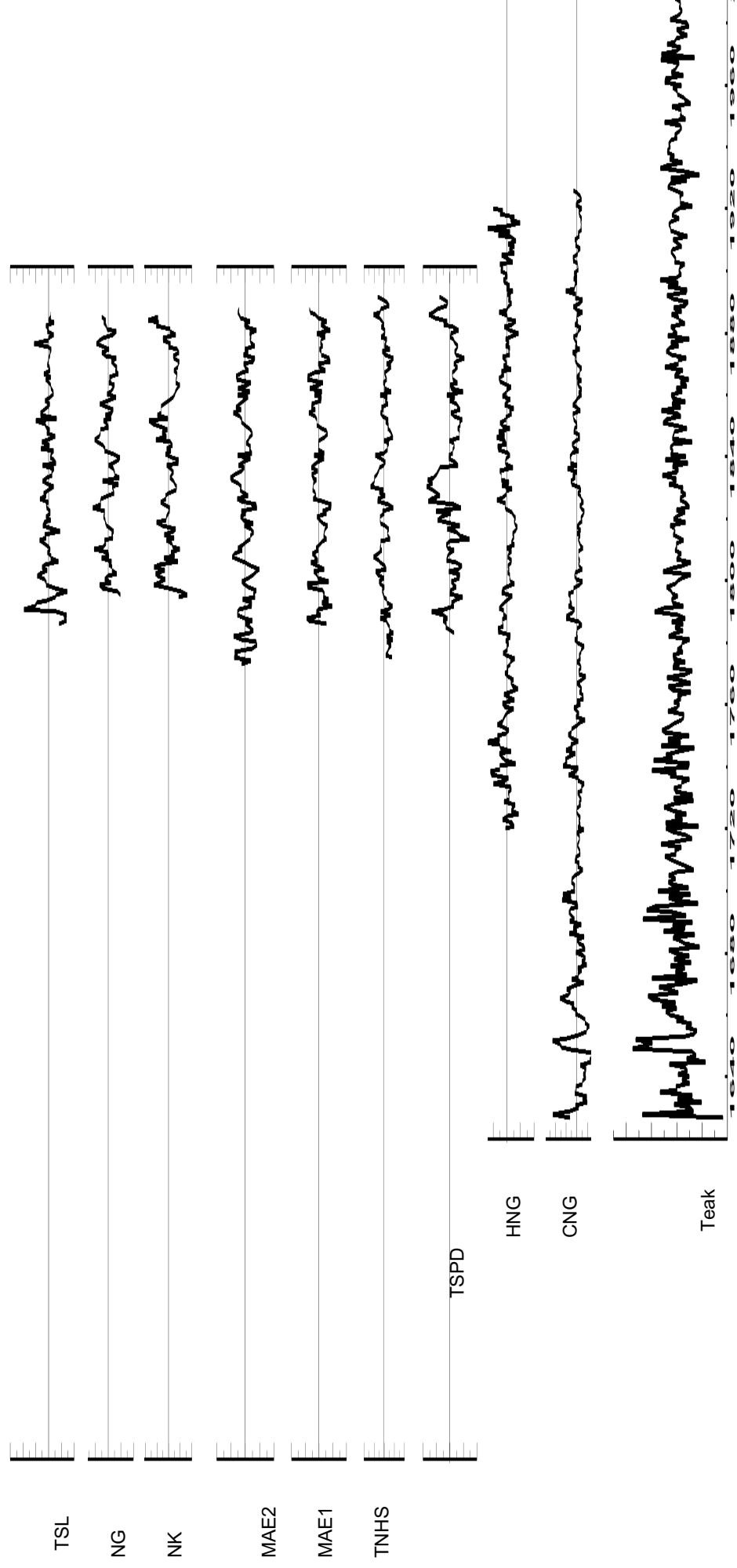
รูปที่ 4-6 แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี La Nina B) สนสองใบที่เชียงดาว (PMCD) และ C) บ้านทุ่งโรง (PMTY)

4.6 การขยายเส้นดัชนีไม้สัก

ผลจากการวัดจำนวนวงปีและสร้างเส้นดัชนีลอยของดอไม้สัก (หมายถึงเส้นดัชนีที่ยังไม่สามารถกำหนดอายุได้) จากพื้นที่บ้านน้ำกาด จากตัวอย่างทั้งสิ้น 47 ตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง 144 ตัวอย่าง เมื่อนำจำนวนตัวอย่างแต่ละตัวอย่างมาซ้อนทับกันและหารูปแบบความเหมือนของการเจริญเติบโต และตรวจสอบด้วยค่าสถิติความสัมพันธ์อย่างง่าย (COFECH menu DEP) พบว่าตัวอย่างทั้งจากเชียงใหม่และตัวอย่างที่เจาะเป็นคอร์จากดอไม้บริเวณบ้านน้ำกาด สามารถซ้อนทับกับเส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิต โดยมีค่าความสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูง โดยในเบื้องต้นได้ใช้เส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิต จำนวน 8 เส้น ในพื้นที่ จ.แม่ฮ่องสอนและใกล้เคียงกับบริเวณที่เก็บตัวอย่างดอไม้ ดังแสดงในตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 เส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิตที่นำมาวิเคราะห์เพื่อการขยายเส้นดัชนีไม้สัก

ดัชนีไม้สัก	ช่วงความยาว	ค่าการซ้อนทับ
TNHS สันปันแดน	1890-2001	40
TSPD ถ้ำปลา-ผาเสือ	1882-2001	48
MAE1 หน่วยพืชสมุนไพร (น้ำกาด)	1880-1996	50
MAE2 หน่วยพืชสมุนไพร (น้ำกาด)	1893-1996	37
NK น้ำของ	1909-2003	21
NG น้ำกาด	1910-2003	20
TSL 1 บ้านทุ่งสาแล1	1900-2004	30
ดัชนีลอยของตัวอย่างที่เจาะเป็นคอร์	1627-1930 (304)	
ดัชนีลอยของตัวอย่างที่เป็นเชียงใหม่	1724-1932 (208)	



รูปที่ 4-7 แสดงเส้นดัชนีไม้สัก Teak คือเส้นดัชนีที่ขยายต่อระหว่างไม้สักและไม้สัก

4.7 การสร้างเส้นสภาพภูมิอากาศในอดีต

4.7.1 ดัชนีไม้สัก

หลักการในการสร้างเส้นภูมิอากาศย้อนกลับไปในอดีตจะทำได้ก็ต่อเมื่อดัชนีไม้สักมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนและ/หรืออุณหภูมิอย่างมีนัยสำคัญ ในการศึกษาครั้งนี้ จากหัวข้อที่ 4.4 การตอบสนองของวงปีไม้ต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ พบว่าไม้สักจากจังหวัดแม่ฮ่องสอนมีการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกัน ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองน้ำฝนและอุณหภูมิมีดังนี้

- 1) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ปีต่อปีระหว่างดัชนีไม้สักกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิของสถานีตรวจวัดสภาพอากาศกรมอุตุนิยมวิทยา ที่ จ.แม่ฮ่องสอน โดยใช้ดัชนีไม้สักที่ต่อขยายระหว่างไม้ที่มีชีวิตและตอไม้ ซึ่งมีความยาวระหว่าง พ.ศ. 2170-2547 (ค.ศ.1627-2004)
- 2) เมื่อได้เดือนของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่มีความสัมพันธ์กับดัชนีไม้สักแล้ว จะนำเดือนนั้นมาวิเคราะห์ค่าถดถอยพหุคูณ (regression analysis 2stepwise) ต่อไป ผลการวิเคราะห์จะได้รูปแบบสมการเพื่อนำมาใช้ในการสร้างภาพจำลองปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ต่อไป
- 3) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณน้ำฝนของเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ซึ่งเป็นช่วงครึ่งแรกของฤดูฝนมีความสัมพันธ์ทางบวกอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีไม้ และอุณหภูมิของเดือน พฤษภาคมและมิถุนายน มีความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนีไม้สัก

โมเดลในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศแสดงในตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 โมเดลในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สัก

ภาพจำลอง	ปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม			อุณหภูมิของเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน
ดัชนีวงปีสัก				
ช่วงความยาว	1911-2004	1911-1950	1951-2004	1951-2004
ภาพจำลอง	1627-1910			1627-1950

ผลการศึกษาแสดงในตารางที่ 4-8 โดยมีค่าทางสถิติที่สำคัญดังนี้ ค่า R^2 เป็นค่าที่อธิบายถึงความสามารถของดัชนีไม้ในการอธิบายปริมาณน้ำฝนของเดือนที่ใช้วิเคราะห์ ค่าความสัมพันธ์ (Correlation) เป็นค่าที่บอกถึงความคล้ายคลึงของข้อมูล reduction of error หมายถึง ข้อมูลอิสระที่นำมาคำนวณร่วมกับชุดของข้อมูลจริงและค่าประมาณการณ (estimation) ค่า sign product คือการตรวจสอบความเหมือนของข้อมูลจริงกับข้อมูลที่ได้ประมาณการณ

ผลการสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม พบว่าค่าสถิติทุกตัวมีนัยสำคัญ อธิบายได้ว่า ค่าปริมาณน้ำฝนจริงและค่าที่ได้จากแบบจำลอง มีความใกล้เคียงกันมาก โดยได้แบ่งการเปรียบเทียบออกเป็น 2 ส่วนคือการ calibration และ verification จากตารางที่ 4-8 ค่า calibration ค่อนข้างสูง หมายถึงการสร้างแบบจำลองของช่วง พ.ศ. 2454-2493 (ค.ศ.1911-1950) มีความคล้ายคลึงกันมากกว่าในช่วง verification คือ พ.ศ. 2494-2544 (ค.ศ.1951-2001)

ผลการศึกษาการสร้างแบบจำลองอุณหภูมิเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน แสดงในตารางที่ 4-9

ตารางที่ 4-8 ค่าสถิติภาพจำลองปริมาณน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม โดยดัชนีไม้สัก

ค่าสถิติ	calibration (1911-1950)	verification (1951-2004)
$R^2 = .3$		
Corr.	.61*	.48*
Reduction of error	.37*	.23*
T-value	2.88*	3.66*
Sign-production	12*	12

* หมายถึงมีนัยสำคัญ

เมื่อ MJJ = $50.91899277 + 140.21542556 \cdot R$

เมื่อ MJJ = ประมาณการณน้ำในเดือน พฤษภาคม มิถุนายน และกรกฎาคม

R= ดัชนีไม้สัก

ตารางที่ 4-9 ค่าสถิติภาพจำลองอุณหภูมิตีเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน โดยดัชนีไม้สัก

ค่าสถิติ	calibration (1911-1950)	verification (1951-2001)
$R^2 = .2$		
Corr.	.36	.46*
Reduction of error	.06 >==== .10	.35*
T-value	2.43*	2.67*
Sign-production	14	6*

* มีนัยสำคัญ

EMJ = $301.72269077 - 21.21715462 \cdot R$

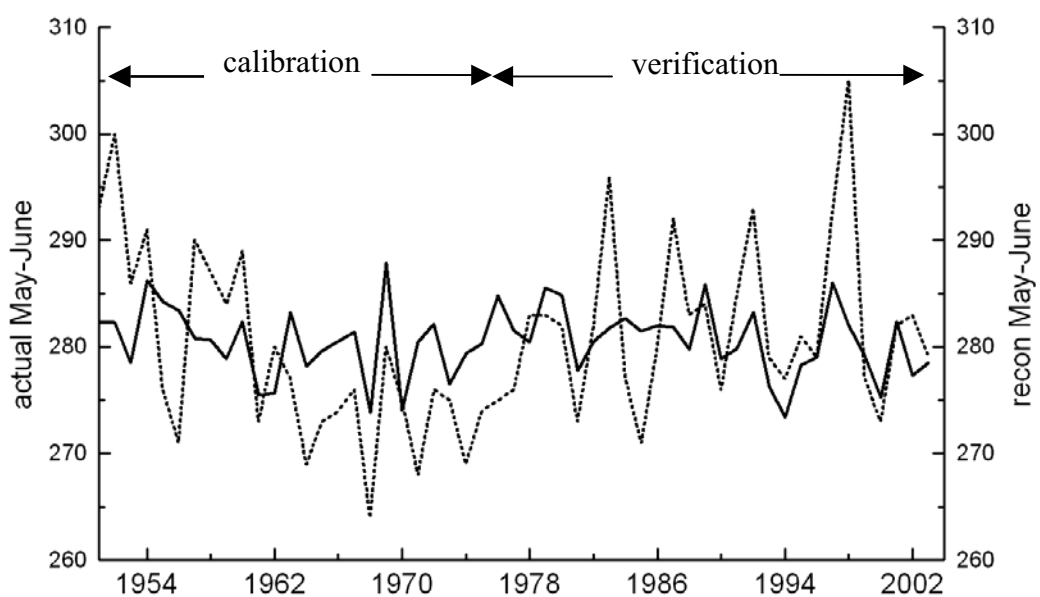
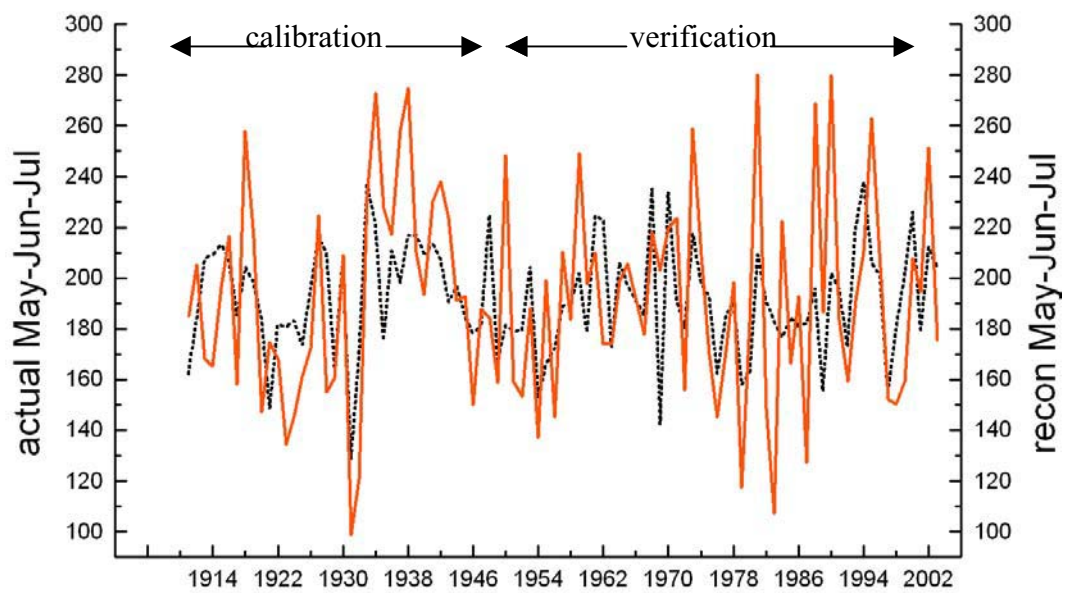
เมื่อ EMJ = ประมาณการณอุณหภูมิในเดือนพฤษภาคม และมิถุนายน

จากตารางที่ 4-9 พบว่าค่าสถิติ calibration ในช่วง พ.ศ. 2454-2493 (ค.ศ.1911-1950) อุณหภูมิจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลองมีความคล้อยคลึงกันน้อยกว่า ในช่วง verification พ.ศ. 2494-2544 (ค.ศ.1951-2001)

รูปที่ 4-8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝน ในช่วง พ.ศ. 2454-2546 (ค.ศ.1911-2003) และอุณหภูมิ ในช่วง พ.ศ. 2494-2546 (ค.ศ.1951-2003) ซึ่งเป็นค่าจริงกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง พบว่ากราฟเปรียบเทียบค่าจริงของปริมาณน้ำฝนและแบบจำลองฝนมีความคล้อยคลึงกันมากกว่าแบบจำลองอุณหภูมิและรูปที่ 4-9 กราฟเส้นแบบจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และกราฟเส้นแบบจำลองอุณหภูมิเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในช่วง เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ของปี พ.ศ.2454-2543 (ค.ศ.1911-2000) ประมาณ 191.82 มิลลิเมตร และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในช่วง พ.ศ. 2494-2543 (ค.ศ.1951-2000) เท่ากับ 28 องศาเซลเซียส พบว่าในช่วง 20ปีแรก พ.ศ.2170-2183 (ค.ศ.1627-1640) ปริมาณน้ำฝนน้อย (172.88 มม) กว่าค่าเฉลี่ยของปี พ.ศ. 2545-2543 (ค.ศ.1911-2000) ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิที่มีค่าสูง (28.57 องศาเซลเซียส) กว่าค่าเฉลี่ย ปริมาณน้ำฝนในคาบ 40 ปี ต่อมาเพิ่ม

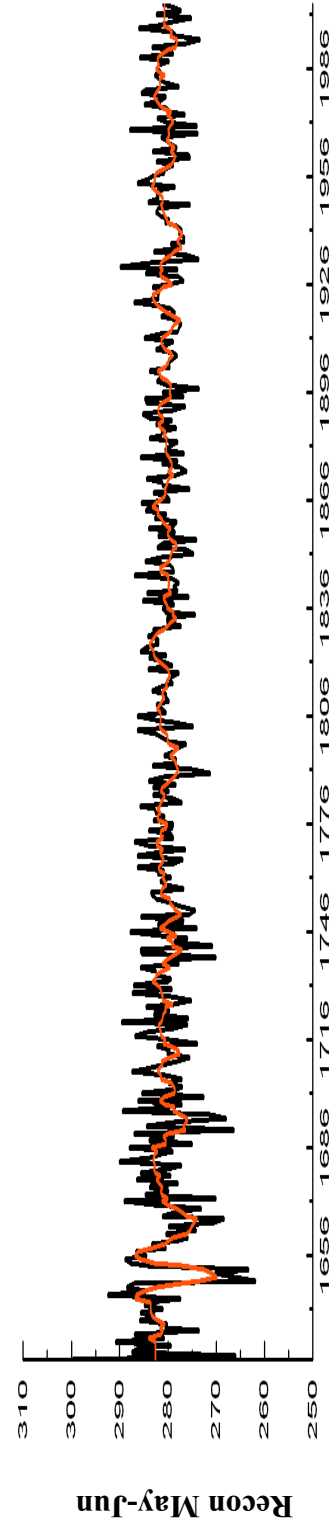
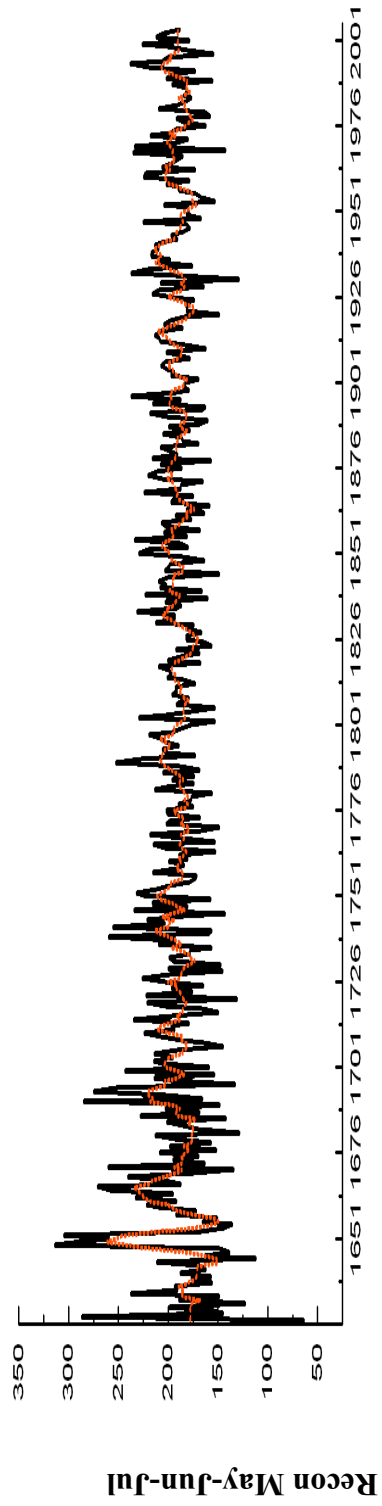
ขึ้นสูงกว่าค่าเฉลี่ย เช่นเดียวกับอุณหภูมิที่ลดลงเล็กน้อย ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยอีกช่วงหนึ่ง ระหว่างพ.ศ. 2264-2283 (ค.ศ.1721-1740) ซึ่งทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยเช่นกัน ปริมาณน้ำฝน น้อยกว่าค่าเฉลี่ยจนถึงช่วงปี พ.ศ.2383 (ค.ศ.1840) ปริมาณน้ำฝนใกล้เคียงค่าเฉลี่ยตั้งแต่ช่วงปี พ.ศ. 2404 –ปัจจุบัน (ค.ศ.1861-ปัจจุบัน) ขณะที่อุณหภูมิมีการขึ้นลงเล็กน้อย และอุณหภูมิก่อนช่วงใกล้เคียง ค่าเฉลี่ยมาตลอด คือ 28 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2404-ปัจจุบัน (ค.ศ.1861-ปัจจุบัน) เช่นกัน

โดยภาพรวมแล้ว ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับ ภาพจำลองของปริมาณน้ำฝน พ.ศ. 2170-2453 (ค.ศ.1627-1910) จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน พ.ศ. 2454-2547 (ค.ศ.1911-2004) มีเพียงช่วงปี พ.ศ.2204-2223 (ค.ศ.1661-1680) ที่ปริมาณน้ำฝนค่อนข้าง สูงมากกว่าค่าเฉลี่ยอย่างชัดเจน สำหรับอุณหภูมิในภาพรวมค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (28.05 องศาเซลเซียส) ใน ช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบกับ ใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน พ.ศ. 2494-2544 (ค.ศ.1951-2001) คือ 28 องศาเซลเซียส ในช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา ภาพจำลองของค่าเฉลี่ย อุณหภูมิในช่วงพฤษภาคม-มิถุนายน พบว่าอุณหภูมิจะมีค่าขึ้นลงเล็กน้อย อยู่ระหว่างประมาณ 27 -28 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4- 8 บนกราฟเส้นแสดงข้อมูลน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมจริง (เส้นประ) และกราฟเส้นแสดงภาพจำลองน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม (เส้นทึบ)

ล่างกราฟเส้นแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนจริง (เส้นประ) และภาพจำลองอุณหภูมิเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (เส้นทึบ)



รูปที่ 4-9 บนกราฟเส้นจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ล่าง กราฟเส้นจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ระหว่างปี พ.ศ. 2170-2547 (ค.ศ. 1627-2004)

4.7.2 ดัชนีไม้สน

เนื่องจากผลการตอบสนองของขนาดความกว้างวงปีของไม้สน ต่างไปจากไม้สักและระหว่างสน 2 ใบกับสน 3 ใบ ก็ยังมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ดังนั้นในการสร้างแบบจำลองเส้นน้ำฝนและอุณหภูมิย้อนกลับของไม้สน จึงได้เลือกไม้สน ที่ให้ผลการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศที่คล้ายคลึงกัน ดังแสดงในตารางที่ 4-10

ตารางที่ 4-10 แสดงดัชนีไม้สนสองใบในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอดีต

ดัชนีไม้สน	ปีเริ่มต้นและสิ้นสุด	อายุ (ปี)
บ่อแก้ว (PMBK)	1871-2003	133
เชียงดาว (PMCD)	1797-2003	207
ห้วยบง (PMHB)	1855-2003	149
วัดจันทร์ 1 (PMWJ1)	1690-2001	312
วัดจันทร์ 4 (PMWJ4)	1750-2001	252
วัดจันทร์ 5 (PMWJ5)	1787-2001	215

จากตัวอย่างของดัชนีไม้สนสองใบทั้ง 6 พื้นที่ ซึ่งมาจากจังหวัดเชียงใหม่แต่เป็นพื้นที่ที่ติดต่อกับจังหวัดแม่ฮ่องสอน ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์อย่างง่าย ของดัชนีไม้สนกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ เพื่อที่จะเลือกเดือนที่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญมาทำการศึกษาค้นคว้าต่อไปนั้น ข้อมูลวงปีและข้อมูลสภาพภูมิอากาศต้องวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปีต่อปี เนื่องจากดัชนีไม้สนมีช่วงอายุเริ่มต้นและสิ้นสุดที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องทำการลบความยาวของเส้นดัชนีให้เหลือเท่ากัน ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้ความยาวของดัชนีไม้สนที่บ่อแก้ว (133 ปี) เป็นมาตรฐาน โดยเริ่มต้นปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ.1871) และสิ้นสุดปี พ.ศ. 2544 (ค.ศ. 2001) เมื่อคำนวณความสัมพันธ์อย่างง่ายพบว่า ดัชนีไม้สนทั้ง 6 พื้นที่ที่มีความสัมพันธ์อย่างง่ายกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่ค่อนข้างต่ำ โดยมีเพียง ดัชนีไม้สนบ้านวัดจันทร์ 1, 4 และ 5 มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูงกับน้ำฝนในเดือน มีนาคม และเมษายน และมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์

โมเดลที่ใช้ในการสร้างเส้นน้ำฝนและอุณหภูมิ ดังแสดงในตารางที่ 4-11

ตารางที่ 4-11 โมเดลในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สน

ภาพจำลอง	ปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน			อุณหภูมิของเดือนกุมภาพันธ์
ดัชนีวงปี	สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 1, 4			สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 4
ช่วงความยาว	1911-2001	1911-1950	1951-2001	1951-2001
ภาพจำลอง	1871-1910 1750-1910	1871-1950	1951-2001	1871-1950

ตารางที่ 4-12 และ 4-13 แสดงสถิติจากการวิเคราะห์แบบจำลองเส้นน้ำฝนและอุณหภูมิ พบว่าในการเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนจริงและปริมาณน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลอง และอุณหภูมิจริงกับอุณหภูมิที่ได้จากแบบจำลอง พบว่าสถิติภาพจำลองของอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ให้ค่าทางสถิติทุกตัวที่สูง

ตารางที่ 4-12 ค่าสถิติภาพจำลองฝนเดือนมีนาคม-เมษายนโดยดัชนีไม้สน

ค่าสถิติ	calibration (1911-1950)	verification (1951-2001)
$R^2 = .13$		
Corr.	.21	.37*
Reduction of error	.28*	.19*
T-value	2.72*	1.18>===1.72
Sign-production	9 < ==8	9< ==7

$$EMA = -28.15861016 + 32.28213751 \cdot V4 + 27.93359678 \cdot V5$$

เมื่อ EMA = ประมาณการค่าปริมาณน้ำฝนเดือนมีนาคมและเมษายน

V4 = ดัชนีไม้สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 1

V5 = ดัชนีไม้สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 4

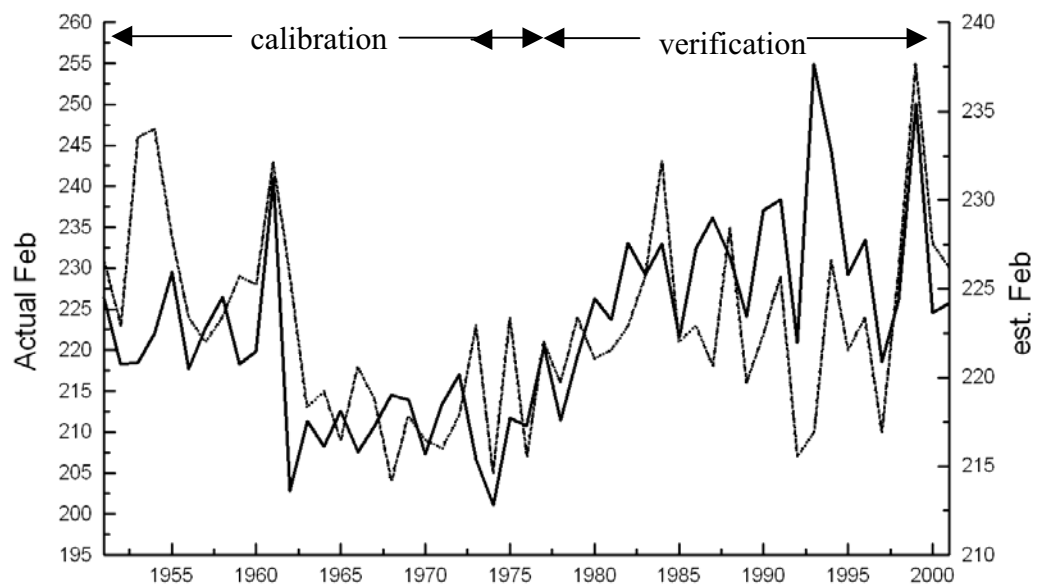
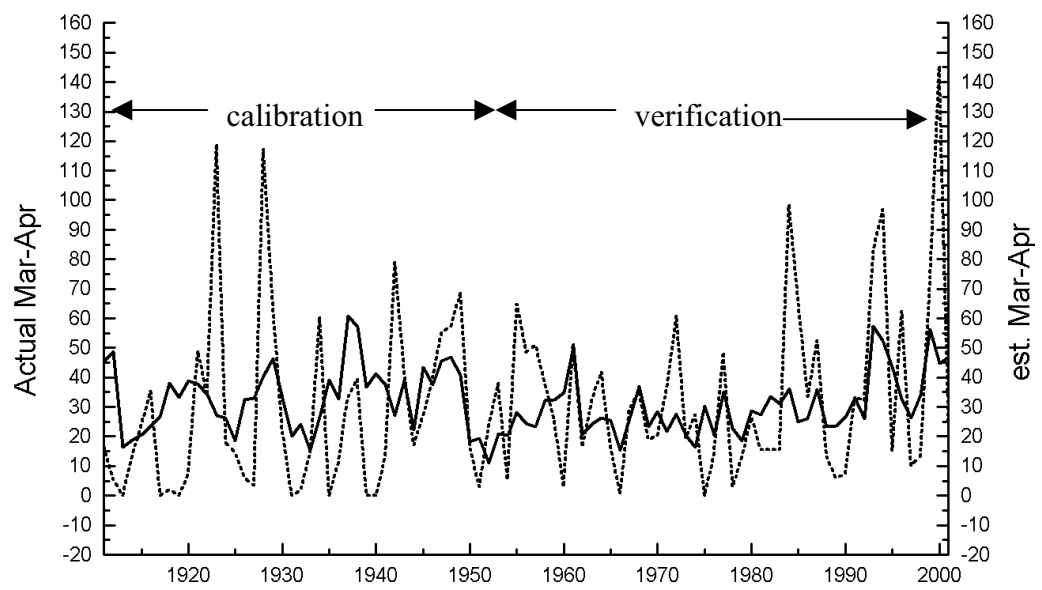
ตารางที่ 4-13 แสดงค่าสถิติภาพจำลองอุณหภูมิเดือน กุมภาพันธ์

ค่าสถิติ	calibration (1951-1977)	verification (1978-2001)
$R^2 = .2$		
Corr.	.61*	.37*
Reduction of error	.28*	.19*
T-value	2.72*	1.18>===1.72
Sign-production	9 < ==8	9< ==7

$$EF = 197.17306868 + 26.97642713 \cdot V5$$

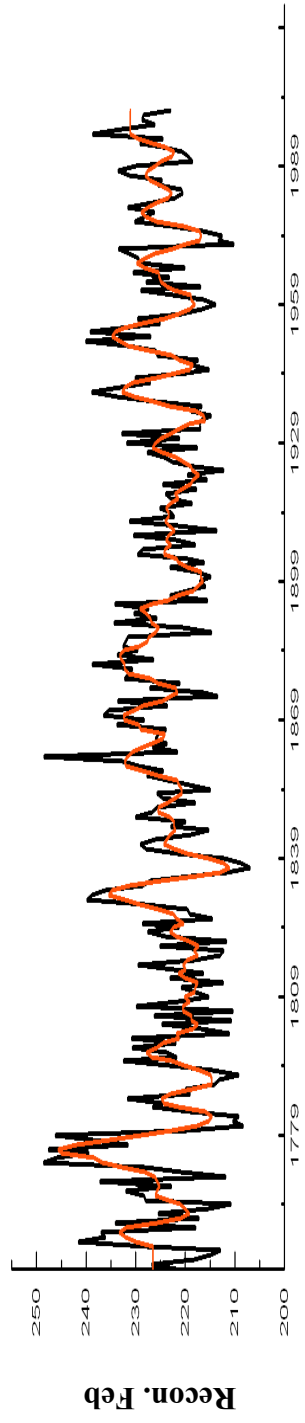
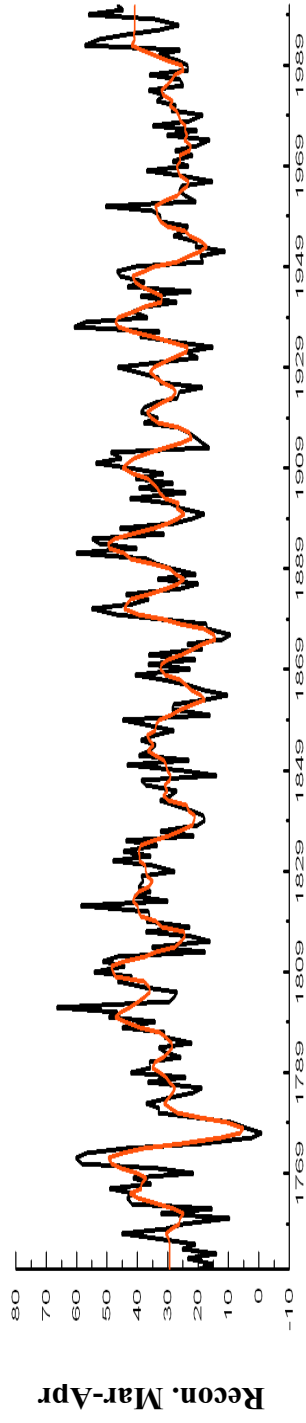
เมื่อ EF = ประมาณการอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ และ V5= ดัชนีไม้สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 4

โดยภาพรวมแล้วดัชนีไม้สนจะตอบสนองต่ออุณหภูมิดีกว่าปริมาณน้ำฝน และในช่วงปี พ.ศ. 294-2520 (ค.ศ. 1951-1977) มีความคล้ายคลึงกันระหว่างภาพจำลองและอุณหภูมิจริงมากกว่า ในช่วง พ.ศ. 2522-2544 (ค.ศ.1979-2001)



รูปที่ 4-10 บนข้อมูลน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายนจริง (เส้นประ) และภาพจำลองกราฟเส้นน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน (เส้นทึบ)

ล่างอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์จริง (เส้นประ) และภาพจำลองอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ (เส้นทึบ)



รูปที่ 4-11 บนกราฟเส้นจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน ส่วนกราฟเส้นจำลองค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ ระหว่าง พ.ศ. 2293-2544 (ค.ศ. 1750-2001)

จากรูปที่ 4-11 พบว่าภาพจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.21 มม ในช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยาเปรียบเทียบ พ.ศ. 2293-2453 (ค.ศ.1750-1910) มีค่าสูงกว่าในช่วงที่มีการบันทึกข้อมูลโดยกรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ. 2494-2544 (ค.ศ.1951-2001) ค่าเฉลี่ย 31.40 มม) เล็กน้อย อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงที่มีการบันทึกของกรมอุตุนิยมวิทยา ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2544 (ค.ศ.1951-2001) เท่ากับ 22.29 องศาเซลเซียส ซึ่งในช่วงที่ไม่มีมีการบันทึกข้อมูล พ.ศ. 2293-2494 (ค.ศ.1750-1951) ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 22.27 องศาเซลเซียส หากพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวอาจสรุปได้ว่าสภาพอากาศไม่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงเดือนดังกล่าว โดยภาพรวมปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนมีนาคม-เมษายน ซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูแล้งมีปริมาณต่ำ ซึ่งในการวิเคราะห์พบว่าในช่วง พ.ศ. 2293-2333 (ค.ศ.1750-1790) ปริมาณน้ำฝนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในช่วงปี พ.ศ. 2454-2544 (1911-2001) และปริมาณน้ำฝนมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วง พ.ศ. 2314-2353 (พ.ศ.1771-1810) หลังจากนั้นปริมาณน้ำฝนลดน้อยลงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วง พ.ศ. 2454-2544 (ค.ศ.1911-2001) และกลับมากขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยจนถึงปี ค.ศ. 2437 (ค.ศ.1894) และมาสูงกว่าค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่งในช่วงปีปัจจุบัน พ.ศ. 2522-2544 (ค.ศ.1979-2001) สำหรับอุณหภูมิค่อนข้างคงที่ระหว่าง 21.99-22.82 องศาเซลเซียส

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การศึกษา การบ่งชี้สภาพภูมิอากาศในอดีตที่ชัดเจนของประเทศไทยโดยใช้ดัชนีไม้สักและไม้สน ครอบคลุมพื้นที่ทั้งสิ้น 5 จังหวัด ได้แก่ จ.เชียงราย จ.แม่ฮ่องสอน จ.เชียงใหม่ จ.สุพรรณบุรี และ จ.เพชรบุรี ประกอบด้วยพื้นที่ศึกษา 18 พื้นที่ศึกษา จำนวนตัวอย่างประกอบด้วย ไม้สักมีชีวิต 90 ต้น 250 ตัวอย่าง ไม้สักไม่มีชีวิต 45 ตอ 144 ตัวอย่าง ไม้สนสองใบ 207 ต้น 390 ตัวอย่าง สนสามใบ 80 ต้น 188 ตัวอย่าง

5.1 เส้นดัชนี

เส้นดัชนีจากไม้ที่ชีวิตสร้างขึ้นจำนวน 18 เส้นดัชนี และเส้นดัชนีจากไม้สักไม่มีชีวิต อีก 2 เส้น ดังแสดงในตารางที่ 5-1

ตารางที่ 5-1 สรุปเส้นดัชนีวงปีไม้สัก

จังหวัด	ดัชนีไม้	ชนิดไม้	ความยาว	ปี
เชียงราย	TPSL	สัก	พ.ศ.2438-2544	107
	TCR	สัก	พ.ศ.2240-2544	305
แม่ฮ่องสอน	TNK	สัก	พ.ศ.2418-2546	129
	TNG	สัก	พ.ศ.2445-2548	102
	TSL1	สัก	พ.ศ.2355-2547	193
	HNG	เขียงไม้สัก		208*
	CNG	คอว์ไม้สัก		304*
เชียงใหม่	PMWJ1	สนสองใบ	พ.ศ.2233-2544	312
	PKWJ2	สนสามใบ	พ.ศ.2352-2544	193
	PKWJ3	สนสามใบ	พ.ศ.2469-2544	76
	PMWJ4	สนสองใบ	พ.ศ.2293-2544	252
	PMWJ5	สนสองใบ	พ.ศ.2330-2544	215
	PMWJ6	สนสองใบ	พ.ศ.2482-2544	63
	PMCD	สนสองใบ	พ.ศ.2340-2546	207
	PMHB	สนสองใบ	พ.ศ.2398-2546	149
	PMBK	สนสองใบ	พ.ศ.2414-2546	133
	PKNT	สนสามใบ	พ.ศ.2458-2546	89
สุพรรณบุรี	PMPT	สนสองใบ	พ.ศ.2265-2544	280
เพชรบุรี	PMTY	สนสองใบ	พ.ศ.2366-2544	179

* จำนวนวงปีของตอไม้ ที่ยังไม่ได้กำหนดอายุ

5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนี

จากการวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์อย่างง่ายของดัชนีที่สร้างขึ้นใหม่ 18 เส้นดัชนี และได้เพิ่มเส้นดัชนีไม้สักที่ศึกษาไว้แล้วซึ่งเก็บข้อมูลบริเวณใกล้เคียงในพื้นที่บ้านน้ำกาด 2 เส้นดัชนี จากพื้นที่อุทยานถ้ำปลา-ผาเสื่อ 1 เส้นดัชนี และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน อีก 1 เส้นดัชนี พบว่า ไม้สักทั้งหมดในจังหวัดแม่ฮ่องสอนให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่สูง ซึ่งหมายถึงรูปแบบการเจริญเติบโตที่คล้ายคลึงกันมาก สำหรับไม้สนนั้นส่วนมากแล้ว ให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต่ำกว่าไม้สัก และไม้สนที่อยู่ในพื้นที่ศึกษาใกล้เคียงกันให้ค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ที่สูงกว่าที่อยู่ต่าง ๆ พื้นที่

5.3 การวิเคราะห์ค่า principal component (PCA)

จากการนำค่าดัชนีทั้งหมดมาวิเคราะห์ร่วมกัน ดัชนีแต่ละเส้นจะมีค่าถ่วงน้ำหนักที่ต่าง ๆ กัน (eigenvector) ต่อจากนั้นนำค่าที่สำคัญคือ 1 และ 2 eigenvector มาทำกราฟระหว่างแกน x ที่เป็น 1. eigenvector และ แกน y เป็น 2 eigenvector นำค่าดัชนีทั้งหมดมา plot ค่า eigenvector ทั้ง 2 ในการอธิบายผล ดัชนีใดตกอยู่ในตำแหน่งใกล้เคียงกับแกน x หรือ 1. eigenvector ดัชนีนั้นมีการตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศมากที่สุด และการจับกลุ่มของดัชนี หมายถึงดัชนีเหล่านั้นมีรูปแบบการเจริญเติบโตคล้ายคลึงกัน

ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มของไม้สักส่วนใหญ่ ยกเว้นไม้สักจาก ชร. 16 มีแนวโน้มที่จะตอบสนองต่อสภาพอากาศสูง และเส้นดัชนีไม้สักจาก จ.แม่ฮ่องสอน อยู่ใกล้เคียงกันมาก รองลงไปเป็นกลุ่มไม้สนจากบ้านวัดจันทร์ ส่วนไม้สนจากพุดเตย จ.สุพรรณบุรี และไม้สนจาก จ.เพชรบุรี ค่อนข้างมีการเจริญเติบโตที่แตกต่างจากดัชนีอื่น

5.4 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อสภาพภูมิอากาศ

การตอบสนองของดัชนีไม้สักต่อสภาพภูมิอากาศ โดยภาพรวมไม้สักตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงต้นฤดูฝน ได้แก่ เมษายน-พฤษภาคม ยกเว้นไม้สักที่ ชร.16 เนื่องจากตัวอย่างจากพื้นที่ศึกษานั้นน้อย และอายุของไม้ในพื้นที่มีความแตกต่างกันมาก สำหรับการตอบสนองของไม้สักต่ออุณหภูมิจะเป็นในทิศทางผกผันกับเดือนช่วงต้นฤดูฝนคือเมษายนและพฤษภาคม

การตอบสนองของไม้สน ทั้งไม้สน 2 และ 3 ใบ มีแนวโน้มการตอบสนองต่อปริมาณฝนและอุณหภูมิที่คล้ายคลึงกัน คือโดยมากไม้สนจะตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในทางบวกในช่วงปลายของฤดูแล้งคือเดือนมีนาคมและเมษายนและส่วนใหญ่จะตอบสนองต่ออุณหภูมิในทางบวกในช่วงปลายฤดูแล้งเป็นบวกเช่นกัน

ตารางที่ 5-2 สรุปการตอบสนองของเส้นดัชนีกับปริมาณน้ำฝน

จังหวัด	ดัชนี	-พย	-ธค	มค	กพ	มีค	เมษ	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค
เชียงใหม่	PSL												
	TCR												
แม่ฮ่องสอน	TNK												
	TNG												
	TSL1												
เชียงใหม่	PMWJ1												
	PKWJ2												
	PKWJ3												
	PMWJ4												
	PKWJ4												
	PMWJ5												
	PMWJ6												
	PMCD												
	PMHB												
	PMBK												
	PKNT												
สุพรรณบุรี	PMPT												
เพชรบุรี	PMTY												

ตารางที่ 5-3 สรุปการตอบสนองของเส้นดัชนีกับอุณหภูมิ (- * หมายถึง negative significant)

จังหวัด	ดัชนี	-พย	-ธค	มค	กพ	มีค	เมษ	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค
เชียงราย	PSL												
	TCR				*		*						
แม่ฮ่องสอน	TNK					- *		- *					
	TNG												
	TSL1							- *					
เชียงใหม่	PMWJ1							- *					
	PKWJ2			*	*			- *					
	PKWJ3												
	PMWJ4				*	*			*	*			
	PKWJ4	- *	- *	- *									
	PMWJ5												
	PMWJ6											*	
	PMCD					-*	-*	-*				*	
	PMHB												
	PMBK	*						- *					
	PKNT												
สุพรรณบุรี	PMPT												
เพชรบุรี	PMTY			*		*		*	*	*	*		

5.5 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI SST MEI และ NINO4

พบว่าดัชนีทั้งไม้สักและไม้สนตอบสนองต่อดัชนีต่างๆค่อนข้างน้อยมาก ความเข้าใจทั่วไปคือ หากปีที่เกิดปรากฏการณ์ el nino ควรที่จะมีค่า soi ที่ต่ำ (-) และค่า SST, NINO4 และ MEI ที่สูง (เป็น +) ซึ่งพอสรุปได้ว่า ไม้สักที่ PSL (โป่งสลิ) , TNG (น้ำกวด) PMWJ4 (สนสองใบบ้านวัดจันทร์4) มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ El Nino และ PMWJ2, PMWJ3 (ไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 2 และ 3) PMCD (สนสองใบที่เชียงดาว) PMTY (สนสองใบที่ชุมชนบ้านทุ่งโรง จ. เพชรบุรี) มีแนวโน้มสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ La Nina

ตารางที่ 5-4 สรุปผลการตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, SST, NINO4 และ MEI

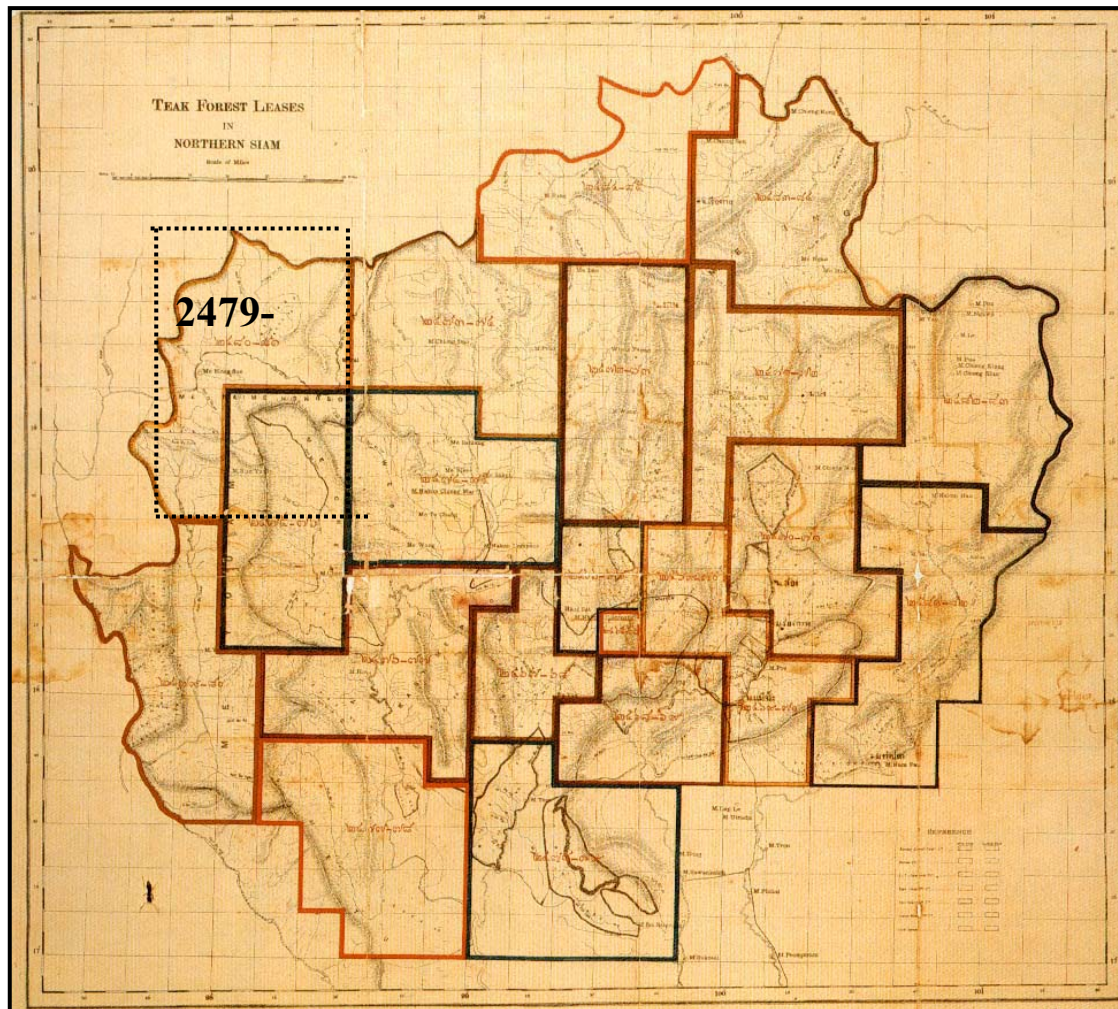
จังหวัด	Index	SOI		SST		NINO4		MEI	
		+	-	+	-	+	-	+	-
เชียงราย	TPSL								
	TCR								
แม่ฮ่องสอน	TNK								
	TNG								
	TSL1								
เชียงใหม่	PMWJ1								
	PKWJ2								
	PKWJ3								
	PMWJ4								
	PKWJ4								
	PMWJ5								
	PMWJ6								
	PMCD								
	PMHB								
	PMBK								
	PKNT								
สุพรรณบุรี	PMPT								
เพชรบุรี	PMTY								

5.6 การขยายความยาวเส้นดัชนี

จากตัวอย่างเชียงไม้สักที่บ้านน้ำกาด ที่นับจำนวนวงได้ 208 วง และจากคอร์ที่เจาะมานับจำนวนวงได้ 304 วง พบว่าสามารถต่อขยายความยาวของเส้นดัชนีได้ โดยเส้นดัชนีไม้สักที่ MAE1 (บริเวณบ้านน้ำกาด) มีจำนวนวงปีซ้อนทับกับดัชนีลอยเชียงและคอร์มากที่สุด 50 ปี และเส้นดัชนีอื่น ๆ มีการซ้อนทับกับดัชนีลอยคือ 48 , 40, 37, 30, 21 และ 20 ปี ตามลำดับ โดยคือเส้นดัชนีจาก ถ้ำปลาผาเสือ, สันปันแดน, MAE2, บ้านทุ่งสาแล1, น้ำของ และน้ำกาด ซึ่งเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ และดัชนีไม้มีชีวิตทุกเส้นของพื้นที่ จ.แม่ฮ่องสอน ที่นำมาศึกษาสามารถซ้อนทับกับดัชนีลอยทั้ง 2 และในช่วงที่ซ้อนทับให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า เส้นดัชนีไม้สักเส้นแรกที่มีการขยายความยาวออกไปได้ประสบความสำเร็จในพื้นที่ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน

จากการซ้อนทับกันได้ของวงปี จึงทำให้สามารถใช้ประโยชน์ในการกำหนดค่าอายุให้กับต้นไม้ในพื้นที่ที่เก็บมา และสรุปได้ว่าต้นไม้สักที่หลงเหลืออยู่ในพื้นที่บ้านน้ำกาดโดยตัดไล่เลี่ยกันคือประมาณ พ.ศ. 2473 - 2475 และไม้สัก เริ่มต้นเจริญเติบโตเมื่อปี พ.ศ. 2170 -2267

ผลศึกษาที่ได้นี้สอดคล้องกับข้อมูลการให้สัมภาษณ์ป่าไม้สักในพื้นที่ จ.แม่ฮ่องสอน คือประมาณปี พ.ศ. 2479-2481 (อาจมีการให้สัมภาษณ์ก่อนหน้านี้แต่ไม่มีข้อมูลที่กรมป่าไม้เก็บไว้) ซึ่งอยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกันกับอายุต้นไม้ โตไม้ในพื้นที่อาจมีการตัดก่อนที่จะประกาศให้สัมภาษณ์ก็เป็นไปได้



รูปที่ 5-1 แสดงพื้นที่ป่าสัมปทาน และบริเวณเส้นประ คือจังหวัดแม่ฮ่องสอน ป่าที่ให้สัมปทานป่า คือ พ.ศ.

2479-2481

5.7 การสร้างเส้นภูมิอากาศในอดีต

5.7.1 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยใช้ดัชนีไม้สัก

ในการศึกษาครั้งนี้ เมื่อประสบความสำเร็จในการขยายเส้นดัชนีไม้สักจึงได้นำเส้นดัชนีที่ขยาย ซึ่งมีค่าสิ้นสุดที่ พ.ศ. 2004 และปีที่เริ่มต้น พ.ศ. 2170 โดยนำมาสร้างเส้นน้ำฝนจำลองของเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ผลการศึกษาได้สมการแบบจำลองปริมาณน้ำฝนในเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน-กรกฎาคม และสมการแบบจำลองอุณหภูมิในเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ดังนี้

$$EMJJ = 50.91899277 + 140.21542556 * R$$

โดยที่ EMJJ = ค่าประมาณการณน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-มิถุนายนและกรกฎาคม

R= ขนาดความกว้างวงปีของไม้สัก

$$EMJ = 301.72269077 - 21.21715462 * R$$

โดยที่ EMJ= ค่าประมาณการณอุณหภูมิจนเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน

R= ขนาดความกว้างวงปีของไม้สัก

โดยสรุปจากการใช้ดัชนีวงปีไม้สักมาสร้างแบบจำลองน้ำฝนในเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม พบว่าค่าประมาณจากแบบจำลองใกล้เคียงปริมาณน้ำฝนจริงมากที่สุด ค่าเฉลี่ยจริงของน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2454-2446 เท่ากับ 191.82 มม ค่าที่ได้จากแบบจำลองในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 191.83 มม และค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองในช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ. 2170-2453) เท่ากับ 191.13 มม จึงสรุปได้ว่า ปริมาณน้ำฝนของประเทศไทยในพื้นที่จังหวัดแม่ฮ่องสอน ของเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ระหว่างปี พ.ศ. 2170-2453 มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนจริง (พ.ศ. 2454-2546) 0.69 มม

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ช่วงที่มีข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาระหว่างปี พ.ศ.2494-2546 เท่ากับ 28.0 องศาเซลเซียส ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 28.05 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ในช่วงที่ไม่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2170-2493 เท่ากับ 28.05 องศาเซลเซียส จึงสรุปได้ว่าค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2170-2547 มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน 0.05 องศาเซลเซียส

5.7.2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศจากดัชนีไม้สน

เนื่องจากความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนกับดัชนีไม้สนพบในเดือน มีนาคม-เมษายน และมีเพียงดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 1 และ 4 ที่แสดงความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญ สำหรับอุณหภูมิพบว่า อุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ให้ความสัมพันธ์ทางลบอย่างมีนัยสำคัญ กับดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 สมการแบบจำลองปริมาณฝนและอุณหภูมิคือ

$$EMA = -28.15861016 + 32.28213751 * V4 + 27.93359678 * V5$$

เมื่อ EMA=ค่าประมาณการณปริมาณน้ำฝนเดือน มีนาคม-เมษายน

V4=ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 1

V5=ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4

$$EF = 197.17306868 + 26.97642713 * V5$$

เมื่อ EF=ค่าประมาณการณอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์

V5= ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4

ค่าเฉลี่ยน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน ของปี พ.ศ. 22454-2544 เท่ากับ 31.40 มม. ค่าเฉลี่ยน้ำฝนที่ได้จากแบบจำลองในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 31.40 มม. และค่าเฉลี่ยน้ำฝนในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2453-2293 เท่ากับ 32.21 มม. สรุปได้ว่าปริมาณฝนในเดือนมีนาคม-เมษายน ระหว่างปี 2453-2293 มีค่ามากกว่าในช่วงปัจจุบัน เท่ากับ 0.81 มม.

ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของเดือนกุมภาพันธ์ของกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วง พ.ศ. 2494-2544 เท่ากับ 22.29 องศาเซลเซียส ค่าเฉลี่ยที่ได้จากแบบจำลองในช่วงเวลาดังกล่าวเท่ากับ 22.54 องศาเซลเซียส และค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในช่วงพ.ศ.2293-2493 เท่ากับ 22.39 มม.

สรุปได้ว่าในช่วงพ.ศ. 2239-2493 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยของเดือนมีนาคม-เมษายน ของประเทศไทยมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของปีที่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา (พ.ศ.2494-2544) เท่ากับ 0.81 มม. และอุณหภูมิในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าค่าเฉลี่ยของปีที่มีข้อมูลกรมอุตุนิยมวิทยา เท่ากับ 0.1 องศาเซลเซียส

5.8 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

5.8.1 ควรเพิ่มเติมตัวอย่างไม้สักจากโตไม้เพื่อขยายเส้นดัชนีไม้สักให้ได้ยาวมากที่สุดเนื่องจากไม้สักมีศักยภาพที่ดีต่อการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต

5.8.2 ควรเพิ่มเติมไม้สักที่มีชีวิตเพื่อที่จะทำให้เส้นดัชนีที่มีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น

5.8.3 ไม้สักจากสิ่งก่อสร้างต่างๆ ควรมีการศึกษาเพื่อที่จะได้กำหนดอายุของสิ่งก่อสร้างนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องเพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาเกี่ยวกับวัฒนธรรมและประวัติศาสตร์ของประเทศต่อไป

5.8.4 ควรขยายพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมให้ครอบคลุมทั้งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพื่อที่จะศึกษาความเหมือนหรือความต่างของการเจริญเติบโตของไม้สักและเปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วงเวลาต่างกับในประเทศไทย โดยเฉพาะตัวอย่างไม้สักจากประเทศพม่า

5.8.5 ตัวอย่างไม้จากแหล่งโบราณคดี ควรมีการศึกษาอย่างจริงจังและเป็นระบบเพื่อที่จะเป็นประโยชน์ต่อการกำหนดช่วงอายุของหลักฐานต่างๆ

5.8.6 ควรเพิ่มเติมตัวอย่างไม้สนเพื่อปรับปรุงเส้นดัชนีให้มีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น และขยายพื้นที่ศึกษาให้ครอบคลุมเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่มีไม้สน 2 และ 3 ใบขึ้นอยู่

5.8.7 ควรที่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับกายวิภาคของไม้ชนิดอื่นๆ ที่อาจมีศักยภาพเพื่อการศึกษาทางด้านวงปีไม้เพิ่มมากขึ้น เช่น ขนไม้ พญาไม้

5.8.8 เพิ่มเติมการศึกษาตัวแปรอื่นๆ เช่น ความกว้างของไม้ต้นฤดู ความกว้างของไม้ปลายฤดู หรือความหนาแน่นของไม้ปลายฤดู เพื่อตรวจสอบกับการตอบสนองกับสภาพภูมิอากาศ

5.8.9 ควรศึกษาเพิ่มเติมความผันแปร (variation) ในการสร้างเซลล์ของต้นไม้ในแต่ละปี เพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับการผันแปรของสภาพแวดล้อม

5.8.10 การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเช่น isotope การกำหนดอายุทางวิทยาศาสตร์ต่างๆ อาจช่วยในการอธิบายผลต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

- กมล 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตทางความสูงของไม้สนสามใบ (*Pinus kesiya*) กับ
ไม้ดัดแปลงบางประการ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วนศาสตร์] กรุงเทพฯ :
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กมล 2526. ลักษณะภายนอกและความหนาแน่นมูลฐานของไม้สนสองใบในป่าเพื่อการอนุรักษ์
ไม้ที่ห้วยสรินทร์ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วนศาสตร์] กรุงเทพฯ : บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กมล 2542 (บรรณาธิการ). 2542. สืบสานล้านนาสานต่อลมหายใจของแผ่นดินมิ่งเมืองเนาวรัตน์คาร
องค์ เชียงใหม่
- กมล 2528. ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของไทย ตอนที่ 2 กรมป่าไม้ กรุงเทพฯ : ม.ป.ท.
- กมล 2538. มาจากล้านนา. พิมพ์ครั้งที่สอง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มิ่งเมือง
- กมล 2542. โครงการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตบริเวณแอ่งเชียงใหม่โดยไม้สัก
จากวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนทุนวิจัย
- กมล 2545. ทัศนคติของชุมชนที่มีต่อป่าชุมชนเขาสน ตำบลเขากระปุก อำเภอท่ายาง จังหวัด
สกลบุรี ฝ่ายส่งเสริมการพัฒนา สำนักงานป่าไม้ จังหวัดเพชรบุรี กรุงเทพฯ
- กมล 2539. ป่าลัดใบ. ป่าไม้กับสิ่งแวดล้อม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ดอกเบญจ
- กมล 2541. การศึกษาเบื้องต้นด้านการจัดการนันทนาการของอุทยานแห่งชาติพุเตย จังหวัด
สุพรรณบุรี กรุงเทพฯ
- กมล 2531. การหาผลกระทบของเอลนีโญที่มีต่อฝนในประเทศไทย กรุงเทพฯ : กรม
อุตุนิยมวิทยา
- กมล 2542. ความผันแปรของความชื้นดินภายใต้สวนสักอายุต่างกัน บริเวณสวนป่าทองผา
ภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วนศาสตร์] กรุงเทพฯ.
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กมล 2524. ความผันแปรตามฤดูกาลของกิจกรรมแคมป์ในกิ่งของไม้เต็ง รัง และ แดง ในป่า
เต็งรัง [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วนศาสตร์] กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กมล 2544. สนสองใบ กรุงเทพฯ : ส่วนวนวัฒนวิจัย. สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้
- กมล 2540. อุตุนิยมวิทยา (Meteorology). กรุงเทพฯ : อักษรภาพพัฒนา
- กมล 2531. ลักษณะทางนิเวศวิทยาบางประการของสวนป่าสนธรรมชาติ บริเวณโครงการหลวง
บ้านวัดจันทร์ อำเภอแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วนศาสตร์]
กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- กมล 2538. ไม้โตเร็วเอนกประสงค์พื้นเมืองของประเทศไทย กรุงเทพฯ :
ภาววิจัย
- กมล 2539. การทดสอบดินกำเนิดไม้สนสองใบ ปี พ.ศ. 2514 กรุงเทพฯ
- กมล และ คณิต รัตนวัฒน์กุล. 2536. การปลูกไม้ป่า. กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
กรุงเทพฯ

- ชัย กิตติพันธ์ ธนิต ยิ่งวรรณศิริ. 2514. ลักษณะและวิธีการเจริญเติบโตของไม้สนสองใบและไม้สนสามใบ ใน กรมป่าไม้ เรื่องความรู้และค้นคว้าทดลองเกี่ยวกับไม้สนในประเทศไทย กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- อุทยานแห่งชาติ. มมป. สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ กรมป่าไม้ อุทยานแห่งชาติพุเตย กรุงเทพฯ : อัดสำเนา
- กรมการป่าไม้. 2539. 100 ปี วิชาการป่าไม้ไทย. กรมป่าไม้
- ศูนย์ข้อมูลกลาง. 2542. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทยปี 2542 สำนักสารนิเทศ กรมป่าไม้
- พิภพ ชัยธร. 2532. การจำแนกความเหมาะสมของพื้นที่ปลูกสร้างสวนป่าสนสามใบและไม้สักบริเวณชั้นคุณภาพลุ่มน้ำแม่แจ่ม จังหวัดเชียงใหม่ [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม] กรุงเทพฯ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- พิภพอินทร์. 2541. นิเวศวิทยาป่าไม้. คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- P. & Vetter, R.E., (eds.). 1989. Growth rings in tropical woods. IAWA Bull. n.s. 10, 95-174.
- Raticharyya, A., Yadav, R.R., Borgaekar, H.P., Pant, G.B., 1992. Growing-ring analysis of Indian tropical trees:dendroclimatic potential. Current Science 62:736-741.
- Salage, H.P., 1931. Over het verband tusschen de dikte der jaaringen van Djatiboomen (*Tectona grandis* L.f.) en den regenval op Java. (About the relationship between annual ring width of Djati trees (*Tectona grandis* L.g.)
- Singhankar, H.P., Pant, G.B. and Kumar, K.R., 1994. Dendroclimatic Reconstruction of the Summer Precipitation at Srinagar, Kashmir, India, since the late eighteenth century . The Holocene, vol. 4(3); 299-306.
- Singhankar, H.P., Pant, G.B. and Kumar, K.R., 1999. Tree-ring chronologies from western Himalaya and their dendroclimatic potential. IAWA Journal. Vol. 20(3); 295-309.
- Boonchirdchoo, S., 1996. Correlative study of Pinus Tree ring-width and Climatic variables. Case Study; Nam Nao and Phu Kradung National Parks, Thailand. M.Sc Thesis in Tecjology of Environmental Management. BKK, Fac. of Graduate Studies, Mahidol University.
- Buckley, B.M., Barbetti, M., Watanasak, M., D'Arrigo, R. Boonchirdchoo, S., Sarutanon S., 1995. Dendrochronological investigations in Thailand. IAWA J, 16 (4): 393-409.
- Chowdhury, K.A., 1940. The forming of the growth ring trees in Indian tree. Part III. Vol. II. No.3. Indian Forest Records.
- Cook E.R. and Kairiukstis L.A., 1989. Methods of Dendrochronology Applications in the Environmental Sciences. Kluwer academic publishes Dordrecht/Boston/London: International institute for applied system analysis.
- Cooling E.N.G. 1968. Fast Growing Timber Trees of the Lowland Tropics. *Pinus merkusii*. Oxford: Truex Press.
- Coster, C., 1927. Zur Anatomie und Physiologie der Zuwachszonen -und Jahresringbildung in den Tropen Ann. Jard. Bot. Buitenzorg 37, 49-161.
- Coster, C., 1928. Einiges ueber das Dickenwachstum und die Inhaltsstoffe des Djatistammes, *Tectona grandis* L.f. Tectona 17, 1056-1057.

- Wijakul S., 1999. Correlative study of teak tree ring width and climatological from Srisatchanalai area, northern Thailand [M.Sc Thesis in Technology of Environmental Management]. Bangkok: faculty of Graduation Studies, Mahidol University.
- Wijakul S.B., Borgaonkar, H.P., 1983. Growth ring of teak tree and regional climatology. In Singh, L.R., S., Tiwari, R.C., Srivastava, R.P. (eds.) , Environmental management. The Allahabad Geographical Society, Dept. of Geography, Uni. Allahabad, India, 154-158.
- Wijakulnong, N., 1995. Dendrochronologie mit Teak (*Tectona grandis* L.) in Nord-Thailand. Dissertation, University Hamburg, Germany.
- Wijakulnong, N., Eckstein D. & Sass U., 1995a. Tree-ring Research on *Tectona grandis* in northern Thailand. IAWA Journal, Vol. 16(4) :385-392.
- Wijakulnong, N., Eckstein, D., Sass, U., 1995b. A network of *Tectona grandis* tree-ring chronologies in northern Thailand. Proc. Workshop on Dendrochronology in Asia and the Pacific Region, 439 March 1995, Tsukuba, Japan 35-41.
- Yim F., 1989. TSAP: Time Series Analysis: Program. Version 2.3: Reference Manual. Heidelberg: German.
- Roberts N., 1998. The Holocene. Blackwell.
- Sandermann, W. & Dietrichs, H.H., 1959. Chemische Untersuchungen an Teakholz. *Holzforschung* 13, 137-148.
- Schweingruber, F.H., 1993. Trees and Wood in Dendrochronology. Springer-Verlag.
- Schweingruber, F.H., 1996. Tree Ring and Environment Dendroecology. WSL/FNP.
- Stahle, DW., Cleaveland, MK. 1993. Southern Oscillation extremes reconstructed from tree-ring of the Sierra Madre occidental and Southern Great Plains. *Journal of Climate*, 6(1): 129-140.
- Sukkosol, V., 1998. A Study of Drought and Flood Events in Thai History Data of the 20th Century and Comparison with Meteorological data and Tree-ring Indices. Master Thesis, Fac. of Graduate Studies, Mahidol University.
- Thammichai, S., Tourchob W. and Pipatwattanakul, D. 1988. Variation in radial growth of *Murkus* and *Khasia* Pines in Thailand. Proceeding of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forest, Hualalumpur, Malasia.
- Wagenfuehr, R. & Scheuber, I.C., 1985. *Holzatlas*. VEB Fachbuchverl. , Leipzig. 626-628.

ภาคผนวก วารสารสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติ
(Environment and Natural Resources Journal)

สืบค้นได้ที่ (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล)

Volume 2 – Number 1-2 –2004 / ISSN 1686-5456