รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการการบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน
โดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในประเทศไทย
High-Resolution Climate Signals by Using Tree-Ring Chronological Indices in Thailand

โดย รศ.ดร.นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

สิงหาคม 2548

สัญญาเลขที่ RSA4580035

รายงานฉบับสมบูรณ์
โครงการการบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน
โดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในประเทศไทย
High-Resolution Climate Signals by Using Tree-Ring Chronological Indices in Thailand

โดย รศ.ดร.นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว. ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประเภทโครงการเมธีวิจัย ภายใต้ชื่อ โครงการการบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนโดยใช้ดัชนีไม้ในประเทศไทย (High-resolution climate signals by using chronological index in Thailand) ซึ่งได้ดำเนินโครงการตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2548 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณทางสำงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยไว้ ณ ที่นี้

งานวิจัยได้รับความอนุเคราะห์จากหน่วยงานต่างๆมากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กรมอุทยานสัตว์ป่าและพันธุ์พืช กรมอุตุนิยมวิทยา

การเก็บข้อมูลได้รับความช่วยเหลือจากเจ้าหน้าที่อุทยานฯ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าต่างๆ ได้แก่ เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จ. แม่ฮ่องสอน หน่วยวิจัยสมุนไพรและเครื่องเทศ บ้านน้ำกัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จ.เชียงใหม่ หน่วยป้องกันรักษาป่าที่ ชร 16 หน่วยต้นน้ำโป่งสลี จ. เชียงราย โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อุทยานแห่งชาติพุเตย จ. สุพรรณบุรี ป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี

ขอขอบคุณ นักศึกษาในห้องปฏิบัติการวงปีไม้และการเปลี่ยนแปลงสภาพูมิอากาศ ทุกคนที่ช่วยเหลือทั้งในการเก็บข้อมูล และทำงานในห้องปฏิบัติการ และบุคคลอื่นๆที่เกี่ยวข้องแต่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ม.มหิดล ที่ให้ความสนับสนุนในการทำงานวิจัยครั้งนี้

นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

22 สิงหาคม 2548

บทคัดย่อภาษาไทย

Project code: RSA 4580035

Project Title: การบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนโดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในประเทศไทย

นักวิจัย : รองศาสตราจารย์ นาฏสุดา ภูมิจำนงค์

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหิทยาลัยมหิดล ต.ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ. นครปฐม 7.170

E-mail: grnpm@mahidol.ac.th

Project period: สิงหาคม 2545-สิงหาคม 2548

การศึกษา การบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน โดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในปะเทศไทย มีวัตถุประสงค์ 5 ประการ ดังนี้คือ 1) เพื่อสร้างและขยายดัชนีวงปีไม้ของไม้สักและสนในประเทศไทย 2) เพื่อศึกษาการตอบสนองของดัชนีวงปีไม้กับสภาพภูมิอากาศ และดัชนีสภาพภูมิอากาศของโลก เช่น SOI, SST, MEI และ NINO 4 3) เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองระหว่างดัชนีไม้สักและไม้สนกับสภาพภูมิอากาศและดัชนีสภาพภูมิอากาศต่างๆ 4) เพื่อสร้างแบบจำลองเส้นสภาพภูมิอากาศในอดีต และ 5) เพื่อเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทยกับสภาพภูมิอากาศโลก

พื้นที่ศึกษาครอบคลุม 5 จังหวัด จากภาคเหนือของประเทศไทยถึงภาคใต้ตอนบน ประกอบด้วย 18 จุดศึกษา ได้แก่ หน่วยต้นน้ำโป่งสลี, พื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร. 16 อ.แม่สลวย จ. เชียงราย, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน จ. แม่ฮ่องสอน ประกอบด้วยบ้านน้ำกัด น้ำของ และทุ่งสาแล 1, โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ จุดศึกษาได้แก่บ้านวัดจันทร์ 1-6, เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จ.เชียงใหม่, สถานีอนุรักษ์พันธุ์ไม้สน ห้วยบง บ่อแก้ว และหนองกระทิง จ.เชียงใหม่, อุทยานแห่งชาติพุเตย จ.สุพรรณบุรี และป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี จำนวนตัวอย่างที่นำมาศึกษาประกอบด้วยไม้สักมีชีวิต 90 ต้น 250 ตัวอย่าง, ไม้สักไม่มีชีวิต 45 ตอ 144 ตัวอย่าง, สนสองใบ 207 ต้น 390 ตัวอย่าง และสนสามใบ 80 ต้น 188 ตัวอย่าง วิธีการศึกษาด้านวงปีไม้ได้นำมาประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเส้นดัชนีไม้ การวิเคราะห์การตอบสนองของดัชนีวงปีไม้และสภาพภูมิอากาศและดัชนีสภาพภูมิอากาศต่างๆ โดยใช้สถิติความสัมพันธ์ อย่างง่ายและสถิติถดถอยพหุคูณ

เส้นดัชนีไม้มีชีวิต 18 เส้น ซึ่งเป็นไม้สัก 5 เส้นดัชนี สนสองใบ 9 เส้น และ สนสามใบ 4 เส้น และเส้นดัชนีลอยของไม้สัก 2 เส้น ได้สร้างขึ้น ไม้สักที่มีอายุมากที่สุดจากพื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร 16 อายุ 305 ปี ไม้สนสองใบที่มีอายุมากที่สุดจากบ้านวัดจันทร์ 1 เท่ากับ 312 ปี และไม้สน 3 ใบทีมีอายุมากที่สุดจากบ้านวัดจันทร์ 2 อายุ 193 ปี

การวิเคราะห์ principle component analysis (PCA) จากดัชนีไม้ทั้งสิ้น 22 ดัชนี ประกอบด้วยดัชนีไม้ที่สร้างขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ และดัชนีไม้สักที่เคยศึกษาไว้แล้ว 4 เส้นดัชนี แสดงให้เห็นถึงการกระจายของดัชนีไม้สักและไม้สน สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรก (MEA1, MAE2, NG, TNHS, WJ1, PSL, CD, BK, TY) เข้าใกล้ 1 Eigenvector ซึ่งหมายความว่าดัชนีไม้เหล่านั้นอาจได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศมากที่สุด กลุ่มที่สอง (WJ2,WJ3,NK,TSL1,TSPD,WJ5,NT,WJ6,WJ4M,PT) ที่กระจายตัวเหนือกลุ่มที่ 1 ขึ้นไป ดัชนีไม้เหล่านั้นได้รับอิทธิพลจากสภาพอากาศรองลงมา กลุ่มที่ 3 (TCR,WJ4K,HB) อยู่ห่างจาก 1 eigenvector มากที่สุด คาดว่าดัชนีได้รับอิทธิพลอย่างอื่นมากกว่าสภาพภูมิอากาศ

เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ principle component ได้ทำการวิเคราะห์การตอบสนองของดัชนีไม้กับสภาพูมิอากาศ พบว่าปริมาณน้ำฝนครึ่งแรกของฤดูฝน (เมษายน-พฤษภาคม) มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อความกว้างวงปีของดัชนีไม้สักโดยรวม และอุณหภูมิมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ สำหรับไม้สน ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ มีนาคมและเมษายน มีความสัมพันธ์เชิงบวกต่อขนาดความกว้างวงปีของไม้สน

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สักและไม้สน พบว่าไม้สักที่ โป่งสลี และที่น้ำกัด และไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4 มีศักยภาพในการศึกษาปรากฏการณ์ เอลนิโญ และ ดัชนีไม้สนสามใบที่บ้านวัดจันทร์ 2 และ 3 ดัชนีไม้สนที่เชียงดาว ดัชนีไม้สนสองใบที่ป่าชุมชนบ้านโรง มีศักยภาพในการศึกษาปรากฏการณ์ลานิญา

เส้นดัชนีไม้สักเส้นแรกที่ได้รับการขยายระหว่างไม้สักที่มีชีวิตและตอไม้สัก ซึ่งมีความยาวถึง 403 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2170-2547 ดัชนีไม้สักที่ขยายแล้วได้ใช้ในการสร้างเส้นน้ำฝนในเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม และอุณหภูมิในเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน ได้ถึงปี พ.ศ. 2170-2547 และดัชนีไม้สนสอง 2ที่บ้านวัดจันทร์ 1 และ 4 ได้ใช้ในการสร้างเส้นน้ำฝนในเดือน มีนาคม-เมษายน ย้อนกลับถึงปี พ.ศ.2293-2544 และดัชนีไม้สนบ้านวัดจันทร์ 4 ใช้ในการสร้างเส้นอุณหภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2293-2544

เส้นดัชนีไม้สักนี้เป็นตัวแทนสภาพอากาศในอดีตของภาคเหนือของประเทศไทย ตั้งแต่ในช่วง ในช่วง พ.ศ.2133-2223 ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ย พร้อมกับอุณหภูมิที่ลดต่ำลง ปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ย ในช่วง พ.ศ. 2233-2343 อุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อย และปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่งในช่วง พ.ศ. 2343-2433 ซึ่งมีผลให้อุณหภูมิลดต่ำลง ช่วงสุดท้าย.ในปี พ.ศ. 2433-ปัจจุบัน ปริมาณน้ำฝนลดน้อยลง แต่ยังสูงกว่าในช่วง พ.ศ. 2233-2343 เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ช่วงที่เกิด “ the little ice age” ระหว่าง พ.ศ.1943-2343 จากเส้นดัชนีไม้สักพบว่าอากาศค่อนข้างเย็นลงอย่างชัดเจน ในช่วง พ.ศ.2133-2223 และ ช่วง 2343-2433 จากการศึกษาสามารถสรุปได้ว่า เมื่อกว่าสามร้อยปีที่ผ่านมาสภาพอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง อุณหภูมิแตกต่างประมาณ

0.05-.1 องศาเซลเซียส (ในช่วงกุมภาพันธ์ –เมษายน) และปริมาณฝนในอดีตมีมากกว่าในปัจจุบัน ในช่วงเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ประมาณ 0.69 มม

คำสำคัญ: ดัชนีวงปีไม้, ไม้สัก, ไม้สน, ประเทศไทย, สภาพภูมิอากาศ

Abstract

Project Code: RSA4580035

Project Title: High-Resolution Climate Signals by using tree-ring chronological index in Thailand

Investigators: Asso. Prof. Dr. Nathsuda Pumijumnong

Fac. Of Environment and Resource Studies, Mahidol University

Salaya, Phutthamonthon, Nakhon Pathom 73170

The research entitled High-Resolution Climate Signals, using tree-ring chronological index in Thailand has 5 objectives as followings: 1) to construct and to extend the tree-ring index of teak and pine trees from Thailand 2) to examine the response of the tree-ring index to the climate data, ENSO and SOI indices 3) to compare the responding functions between the teak, pine tree indices and the climate data 4) to reconstruct the climate (amount of rainfall and temperature) and SOI, SST, MEI and NINO4 in the past and 5) to describe palaeoclimate in Thailand and to compare it to the world climate.

The study area covered five provinces from northern Thailand to upper south of Thailand in the total of eighteen sites including Pong Salee Watershed station and Forest Protection Nr. 16 in Chiangrai province, Sanpandan wildlife sanctuary (Namkong, Namgud and Thungsalae sites) in Mae Hong Son province, Wat Chan King Project: Wat Chan 1-6, Chiang Dao wildlife sanctuary, Pine seed conservation station: Hung Boung, Bo Kaew and Nong Kra Ting in Chiangmai province, Putey National Park in Supanburi province and Community forest in Phetburi. The total of the samples were 90 teak trees, 45 teak stumps, 207 two-needle leave pine trees and 80 three-needle leave pine trees. From those trees and the stumps, we had 250 teak cores, 144 pieces of teak, 390 two-needle leave pine cores and 188 three-needle pine cores, respectively. The standard dendrochronological technique was employed to construct the tree-ring index. The climate growth response analysis was employed to study the responding functions to examine the relationship between tree-ring index and climate data as well as SOI, SST, MEI and NINO4 indices.

The eighteen indices were constructed from the living teak and pine trees. There were five of teak tree indices, nine of two-needle leave pine tree indices and four of three-needle leave pine tree indices. And we also constructed two floating teak indices. The oldest teak sample was 305 years old from Chiangrai province (TCR). The oldest two-needle leave pine tree was 312

years old from Wat Chan 1 (PMWJ1) and the oldest three-needle leave pine tree was 193 years old from Wat Chan 2 (PKWJ2).

According to the principle component analysis (PCA), which computed from 22 tree-ring indices from this study 18 indices and addition four teak tree-ring indices from previous study, demonstrated by the scatter diagram, they were three groups of chronology. The first group (MAE1, MAE2, NG, TNHS, WJ1, PSL,CD,BK,TY) located close to Eigenvector 1, which meant that they might get the highest influence from the climate. The second group (WJ2,WJ3,NK,TSL1,TSPD,WJ5,WJ6,WJ4M,PT) located above the first group. They might get less influence from the climate than the first group. The third group (TCR,WJ4K,HB) located a bite far from the others; they might get the least influence from the climate.

To confirm the PCA, the climate response to tree-ring indices was calculated. The climate growth response between the teak and the climate data revealed that the first half of the rainy season (April-May) had influence in teak growth whereas there was no significant relationship between the temperature and the teak tree-ring index. We could confirm that the growth pattern of teak was the same for all teak in northern Thailand and each teak tree index from different sites could be combined into a single index. The pine tree-ring indices presented very obviously significant positive relationship with the February to April rainfall.

The response of SOI, SST, MEI and NINO4 indices to tree-ring indices were examined and the result reveal that PSL, NG and PMWJ4 indices have potential to study the phenomena of ENSO and PKWJ2, PKWJ3, PMCD and PMTY have potential to study the phenomena of La Nina

The first extended teak chronology was created by comparing the living teak tree chronology to that of the floating teak tree. The time span of this extended index was 403 years from 1627-2004.

We used the first extended teak index to reconstruct the amount of rainfall and the temperature in May-July from the year 2004 back to 1627. Only two of pine indices (PMWJ1,PMWJ4) were successfully used to reconstruct the amount of rainfall in March to April and only one of PMWJ4 index was used to reconstruction the temperature in February from the year 2003 back to 1750.

The extended teak chronology represented the palaeoclimate in Thailand as followings. From 1590-1680 the amount of rainfall was above the mean, together with the cool temperature.

The amount of rainfall was below the mean from 1690-1800 along with the higher temperature. The amount of rainfall was then returned to above the mean from 1800-1890 with the cool temperature. The last period from 1890-present, the amount of rainfall seemed to slightly drop but still higher than that from 1690-1800. It is known that, the little ice age occurred from 1400-1800. According to the teak index, we found that the climate in Thailand was precisely cool in 1590-1680 and 1800-1890. We could conclude that from the past three hundred years the climate in Thailand has changed not too much. The amount of rain fall in May-July have changed 0.69 mm, The temperature in February, March , April have changed 0.05-.1 ºC.

KEY WORDS: Tree-ring index, Teak, Pine, Thailand, Climate

บทสรุปผู้บริหาร
โครงการการบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจน
โดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในประเทศไทย
High-Resolution Climate Signals
by Using Tree-Ring Chronological Index in Thailand

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่กล่าวถึงกันมากในขณะนี้ เนื่องจากบรรยากาศที่ครอบคลุมผิวโลกเป็นทรัพยากรรวมของมนุษยชาติ ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อทุกๆประเทศ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีทั้งที่เป็นไปตามกลไกธรรมชาติ เช่นยุค late Pleistocene ตั้งแต่ 25,000 - 10,000 ปีที่ผ่านมา โลกปกคลุมไปด้วยความหนาวเย็น (Roberts, 2000) หรือช่วง little ice age ที่เกิดขึ้นประมาณ AD 1400-1850 ทำให้ประเทศต่างๆในยุโรปประสบกับภาวะที่หนาวเย็น แต่ก็มีบางช่วงที่สภาพภูมิอากาศแห้งแล้งทำให้เกิดความขาดแคลนในเรื่องอาหาร ที่เรียกว่า a medieval warm period ระหว่างปี AD 1100 - 1300 (Houghton, 1997) และสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนขึ้นอีกประการหนึ่งที่สำคัญยิ่งคือจากกิจกรรมของมนุษย์

สาเหตุที่ทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้นนั้นมีข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์พอเพียงว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุดคือจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์นั่นเอง เช่นการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ Mauna Lao เกาะฮาวาย พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Drake, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่นพื้นที่เกษตร ที่อยู่อาศัย และเขื่อน เป็นต้น ดังนั้นพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเคยเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แหล่งใหญ่ของโลกกลับกลายเป็นแหล่งปลดปล่อยที่ยิ่งใหญ่ ขณะที่ไฟเผาไหม้ยังก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ ความต้องการข้อมูลที่หลากหลายเพื่อที่จะช่วยกันอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีด้วยกันหลายระดับ เช่น หากต้องการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในช่วงไม่เกิน 100 ปี ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถที่จะนำมาดูแนวโน้มของปริมาณน้ำฝน หรืออุณหภูมิได้ ข้อมูลในลักษณะนี้ประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีปัญหามาก เช่นประเทศไทยเพิ่งเริ่มบันทึกข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2494 ดังนั้นเพื่อต้องการอธิบายถึงสภาพแวดล้อมในอดีตคงปฏิเสธไม่ได้ที่ต้องหาข้อมูลตัวแทนอย่างอื่นมาช่วยในการอธิบายและยืนยัน เช่น ข้อมูลที่มีการบันทึกในประวัติศาสตร์ ข้อมูลทางโบราณคดี ข้อมูลจาก ice core ข้อมูลจากการทับถมตะกอนในทะเลสาบ (Varve) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลด้านพืชและสัตว์ ได้แก่ การศึกษาซากฟอสซิล การศึกษาเรณูวิทยา และการศึกษาจากวงปีไม้ โดยที่หลักฐานแต่ละประเภทจะมีคุณค่าในตัวที่แตกต่างกัน (Roberts, 1998)

ไม้สน Bristlecone pine (*Pinus longaeva*) เป็นไม้ที่มีชีวิตที่อายุมากที่สุดในโลกที่ White Mountain, Sierra Nevada ในตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกา ซึ่งมีการนับวงปีรวมกันทั้งส่วนของไม้ที่มีชีวิตและไม้ที่ตายแล้ว ได้จำนวนวงปีถึง 9000 ปี (http://www.sonic.net/bristlecone/dendro.htm) ซึ่งหมายถึงว่าย้อนไปถึง 7,000 ปี จนถึงปัจจุบันยังมีความหวังว่าหากได้ย้อนกลับไปถึง 8,000 ปี จะเป็นช่วงเวลาที่สำคัญมากเพราะเป็นช่วงสุดท้ายของยุคน้ำแข็ง (Ice Age) ซึ่งสิ้นสุดไปเมื่อ 10,000 ปีที่ผ่านมา ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นประโยชน์แก่นักวิทยาศาสตร์มาก เพราะเป็นหลักฐานบ่งบอกสภาพความแห้งแล้งความชุ่มชื้นในพื้นที่นั้นได้เป็นอย่างดี นี่เป็นข้อได้เปรียบของประเทศเขตหนาว เขตอบอุ่น และขั้วโลก ที่มีความชัดเจนของสภาพอากาศและทำให้มีตัวอย่างของต้นไม้จำนวนมากที่มีศักยภาพในการศึกษาเรื่องวงปีไม้

เขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้นต้นไม้มีการเจริญเติบโตเกือบตลอดปี จึงทำให้ไม้มีการสร้างวงปีที่ไม่ชัดเจน วงปีหรือวงเจริญเติบโตนี้หากเกิดขึ้นกับไม้ชนิดใด ความกว้าง-แคบของวงปีสามารถที่จะอธิบายถึงสภาพแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆได้ เช่น การเกิดภาวะแห้งแล้ง โรคแมลงระบาด ไฟป่า เป็นต้น เพราะสภาพแวดล้อมต่างๆจะถูกบรรจุไว้ภายในต้นไม้ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นจากร่องรอยของขนาดวงปีนั่นเอง นี่คือความสามารถพิเศษอย่างหนึ่งของต้นไม้ การบันทึกสภาพแวดล้อมจะยาวหรือสั้น ขึ้นอยู่กับอายุต้นไม้ ประเทศไทยเพิ่งเริ่มมีการศึกษาวิจัยด้านวงปีไม้ ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะทราบถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตที่ผ่านมาของประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงภูมิหลัง สิ่งแวดล้อมในอดีต เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับสภาพในปัจจุบัน และคาดการณ์ไปในอนาคต เปรียบเทียบกับเหตุการณ์ต่างๆของโลก ดังนั้นวงปีไม้จึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยอธิบายถึงสภาพภูมิอากาศในอดีต โดยเฉพาะลมมรสุมเขตร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภูมิอากาศโลกที่หากเข้าใจแล้วก็จะเกิดความเชื่อมโยงในการอธิบายสภาพภูมิอากาศโลกต่อไป ประเทศไทยมีไม้ไม่กี่ชนิดที่สามารถนำมาศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ได้ เช่น ไม้สักและไม้สน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้สัก เป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นไม้ที่มีคุณภาพดีและมีความนิยมที่นำมาใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือนเป็นระยะเวลานาน ส่วนไม้สนเป็นไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าต้นน้ำลำธาร พื้นที่ป่าของประเทศไทยลดลงอย่างมากในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะเร่งดำเนินการศึกษาทั้งตัวอย่างไม้ที่มีชีวิตอยู่ ตอไม้ที่ถูกตัดอยู่ในพื้นที่ และไม้จากอาคารสิ่งก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

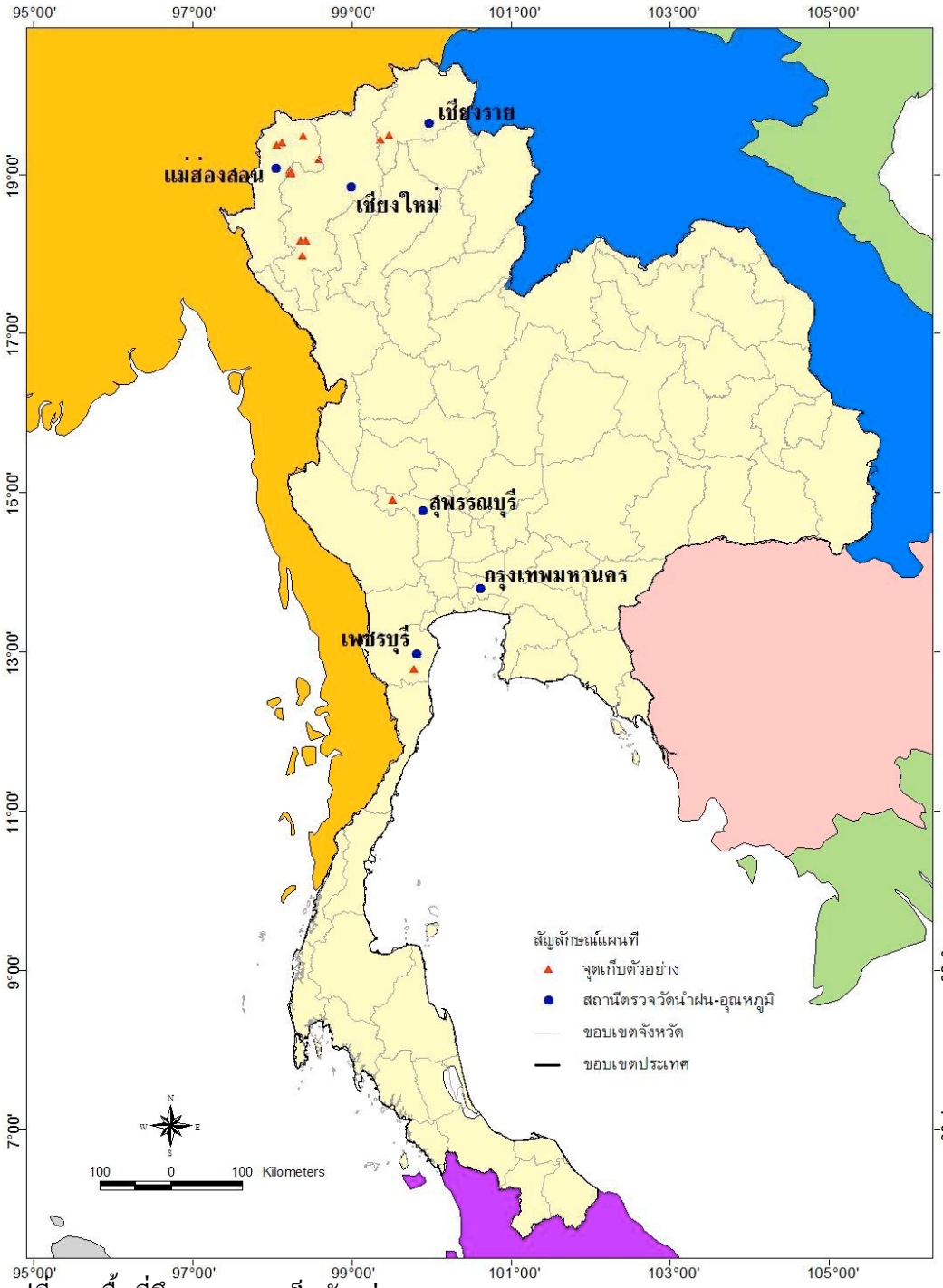
1.2.1 เพื่อต้องการสร้างและขยายเส้นดัชนีไม้สักและไม้สนในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติต่างๆ เช่น เอลนิโญ กับความกว้างของวงปีไม้

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของวงปีไม้ต่างชนิดกันกับสภาพภูมิอากาศ

1.2.4 เพื่อต้องการสร้างเส้นน้ำฝนและอุณหภูมิในอดีต

1.2.5 เพื่อที่จะอธิบายสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในอดีต เปรียบเทียบ อธิบายกับสภาพภูมิอากาศโลก



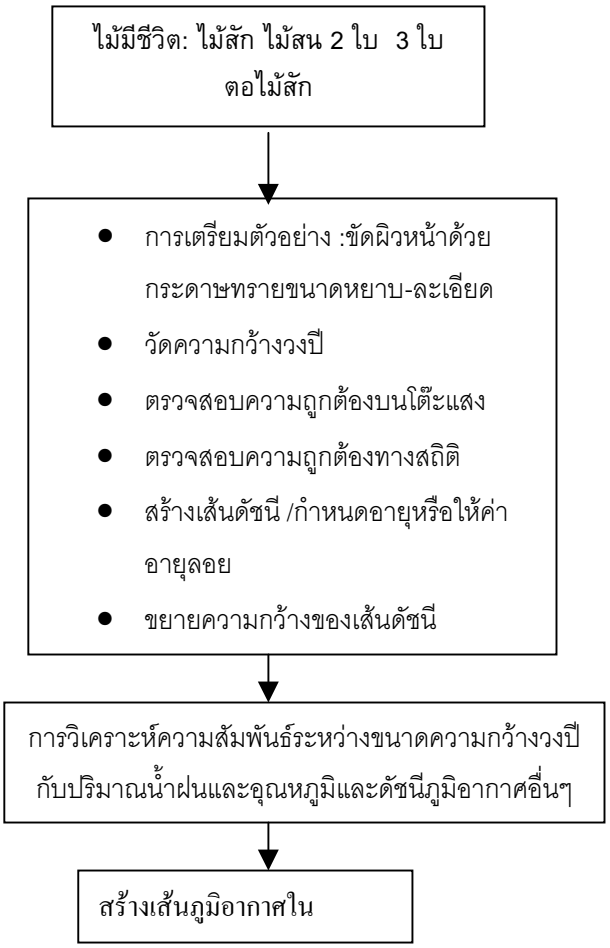
รูปที่ 1-1 พื้นที่ศึกษาและจุดเก็บตัวอย่าง

ตารางที่ 1-1 รายละเอียดของพื้นที่ศึกษา

จังหวัด	พื้นที่ศึกษา	ชนิดไม้	อักษรย่อ	พิกัด	จำนวนตัวอย่างต้น (คอร์)	ระดับความสูงจากน้ำทะเล (ม)
เชียงราย	โป่งสลี	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
	น้ำกัด	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, 98º.18”.09’	28(46)	828
	วัดจันทร์ 2	สนสามใบ	PKWJ2	19º 04”43’ -98º 17”11’	22(44)	1,114
	วัดจันทร์ 3	สนสามใบ	PKWJ3	19º 03”02’ -98º 18”51’	24(45)	1,068
	วัดจันทร์ 4	สนสองใบ	PMWJ4	19º 04”00’ -98º 17”51’	7(10)	1,047
	วัดจันทร์ 4	สนสามใบ	PKWJ4	19º 04”00’ -98º 17”51’	14(24)	1,047
	วัดจันทร์ 5	สนสองใบ	PMWJ5	19º 06”02’ -98º 18”24’	24(44)	1,037
	วัดจันทร์ 6	สนสองใบ	PMWJ6	19º 03”20’ -98º 17”11’	31(52)	1,152
	เชียงดาว	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
	หนองกระทิง	สน	PKNT	17° 98” N,98°.38” E	20 (75)	1,070

สุพรรณบุรี 3	พุเตย	สน	PMPT	15˚ 28” N,98˚.43” E	33 (61)	793
เพชรบุรี	ป่าชุมชนบ้านโรง	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						

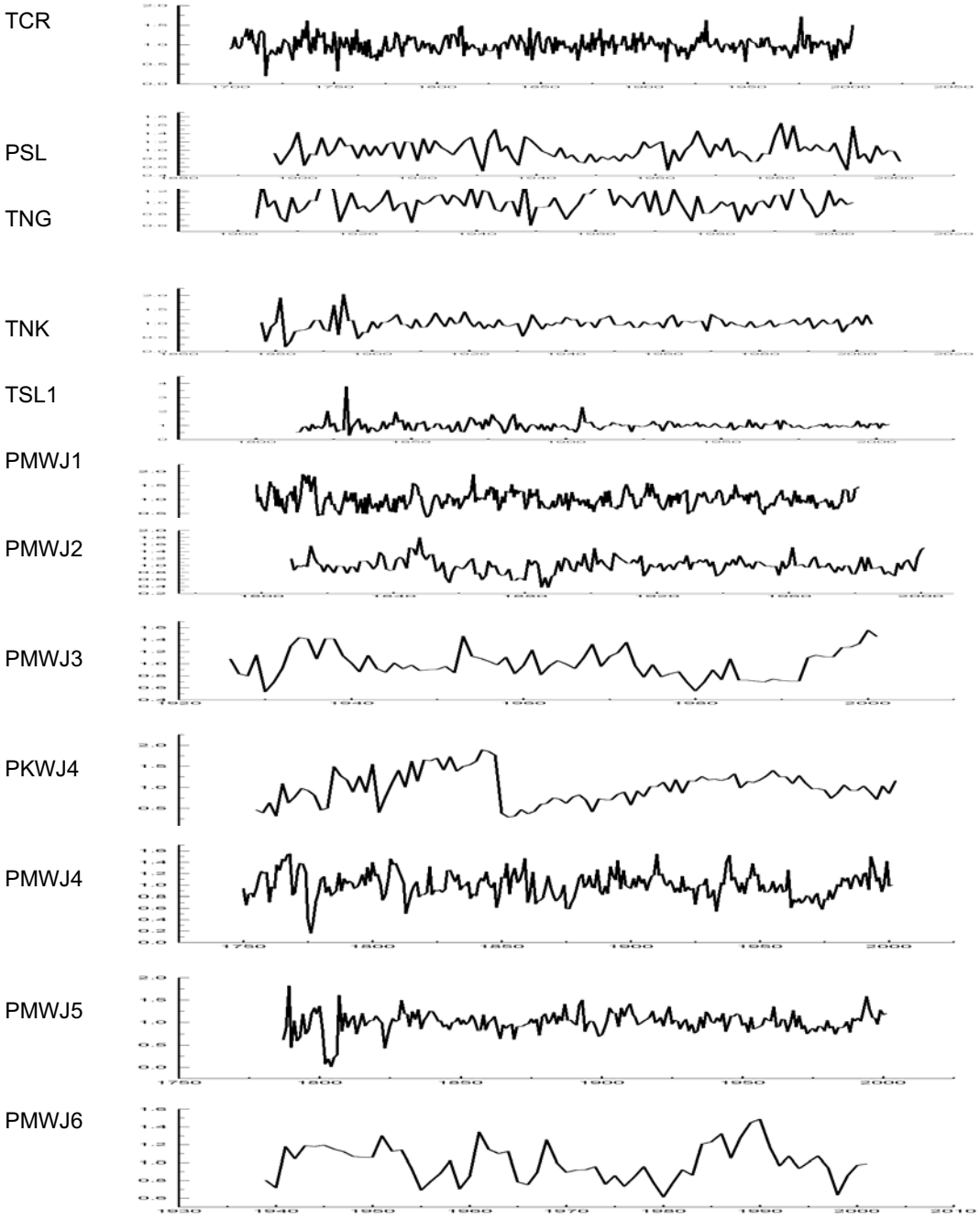
2. ขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 1-2 แสดงขั้นตอนการศึกษา

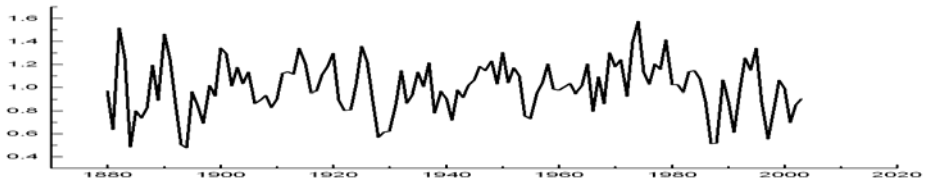
3. ผลการศึกษา

3.1 เส้นดัชนี

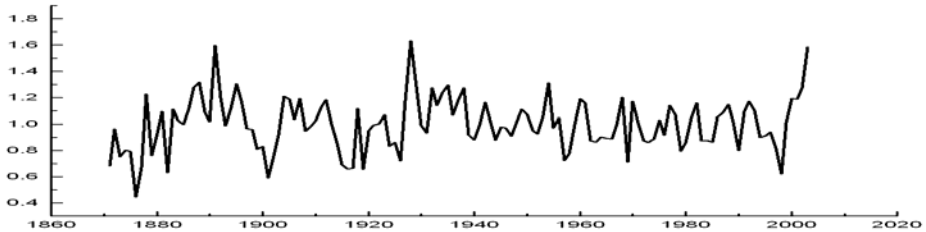


รูปที่ 1-3 ดัชนีวงปีไม้

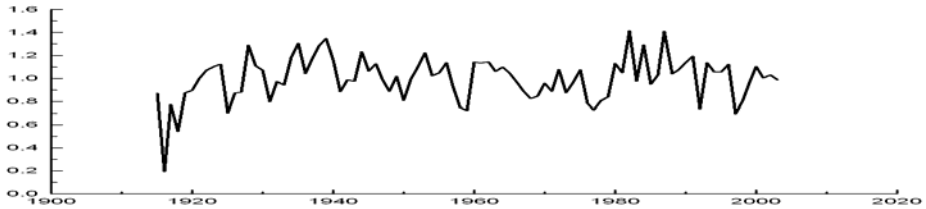
PMHB



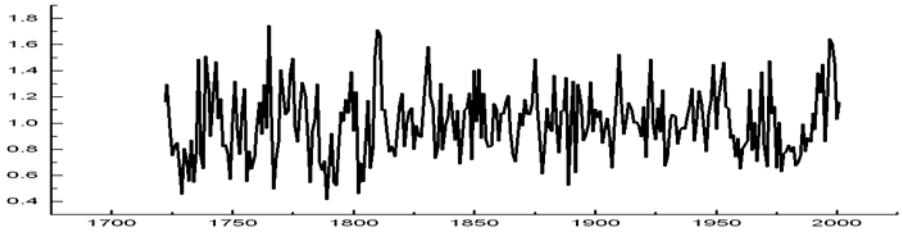
PMBK



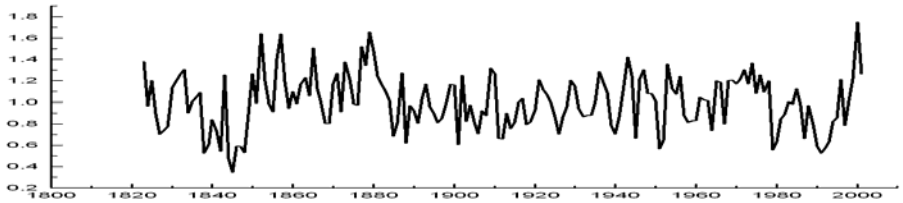
PKNT



PMPT



PMTY



รูปที่ 1-3 (ต่อ) เส้นดัชนีวงปีไม้

3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนี

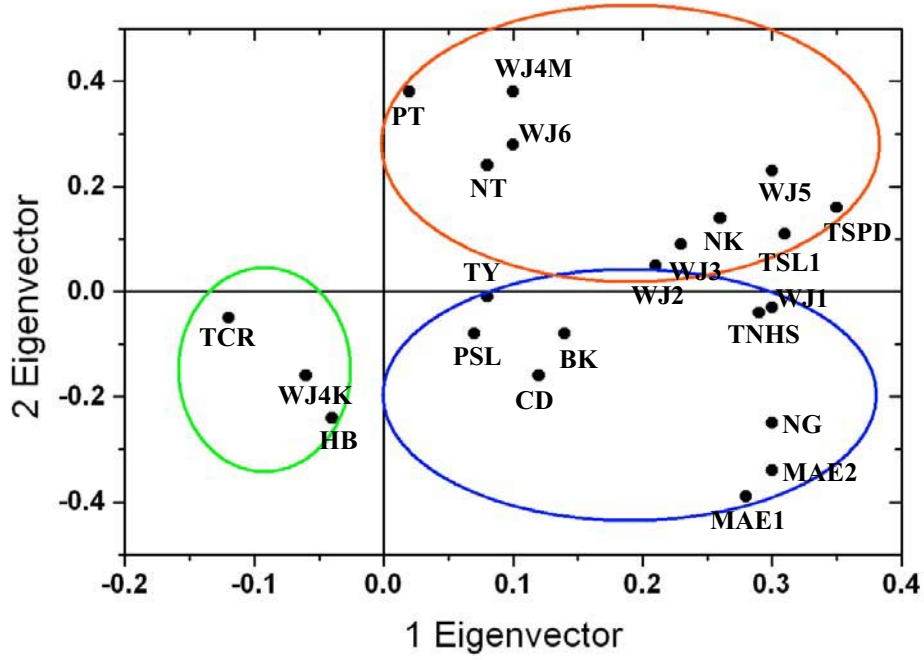
ตารางที่ 1-2 แสดงความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างเส้นดัชนี

ดัชนีไม้	PMBK	PMCD	TCR	PMHB	TMAE1	TMAE2	TNG	PMPT	PMTY	TPSL	TNK	TSL1	PMWJ1	PKWJ2	PKWJ3	PKWJ4	PMWJ4	PMWJ5	PMWJ6	PKNT	TNHS	TSPD
1	1.0	.																				
2	.28	1.0																				
	-	-																				
3	.14	.00	1.0																			
	-	-																				
4	.28	.05	-.01	1.0																		
5	.26	.17	-.13	.05	1.0																	
6	.18	.19	-.25	.10	.88	1.0																
7	.16	.18	-.09	.11	.68	.71	1.0															
	-	-		-			-															
8	.23	.21	-.07	.13	-.16	-.12	.13	1.0														
				-			-															
9	.10	.13	-.08	.01	.06	.13	.10	.12	1.0													

	-			-				-	-									
10	.04	.02	-.25	.04	.07	.07	.16	.21	.10	1.0								
				-														
11	.15	.05	-.29	.13	.25	.27	.17	.12	.10	.06	1.0							
				-														
12	.23	.06	-.06	.12	.28	.24	.37	.11	.13	.21	.56	1.0						
								-										
13	.20	.37	-.11	.12	.36	.33	.46	.07	.10	.13	.28	.42	1.0					
				-				-										
14	.27	.38	-.12	.03	.18	.30	.19	.13	.24	.05	.18	.21	.38	1.0				
15	.08	.27	-.18	.04	.16	.23	.20	.19	.33	.01	.25	.42	.37	.49	1.0			
	-						-	-	-		-		-	-	-			
16	.16	.02	.06	.16	-.06	-.04	.06	.11	.07	.35	.05	.08	.07	.19	.11	1.0		
	-	-		-					-						-	-		
17	.02	.14	-.07	.15	-.12	-.06	.07	.15	.20	.16	.07	.07	.27	.15	.02	.15	1.0	
				-												-		
18	.16	.08	-.08	.01	.22	.24	.48	.20	.06	.01	.28	.48	.67	.27	.38	.21	.52	1.0
				-					-	-			-			-		
19	.04	.03	-.19	.08	-.07	.13	.13	.15	.01	.17	.17	.03	.07	.35	.02	.25	.32	.26	1.0

				-					-													
20	.03	.13	-.17	.20	-.10	-.02	.00	.04	.08	.23	.18	.21	.07	.18	.14	.13	.29	.14	.09	1.0		
		-		-										-								
21	.07	.07	-.13	.13	.56	.54	.44	.07	.11	.11	.45	.50	.29	.04	.14	.01	.18	.39	.10	.04	1.0	
				-												-						
22	.16	.09	-.13	.17	.33	.34	.41	.25	.12	.07	.65	.75	.51	.25	.40	.03	.15	.53	.18	.12	.63	1.0

3.3 Principal component



รูปที่ 1-4 แสดง scattergram ของดัชนีวงปีไม้ 22 ดัชนี

Scattergram แสดงถึงการกระจายของดัชนี โดยที่ดัชนีแต่ละเส้นจะมีค่าถ่วงน้ำหนัก (eigenvector) ที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้ว 1 และ 2 eigenvector จะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอิทธิพบที่ได้รับจากสภาพภูมิอากาศ จากรูปที่ 1-4 อาจแบ่งดัชนีวงปีไม้ออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่อยู่ล่างซึ่งใกล้ 1 eigenvector มากที่สุด มีความเป็นไปได้ว่าได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศมากที่สุด กลุ่มที่สองที่อยู่เหนือกลุ่มที่ 1 ได้รับอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศรองลงมา และกลุ่มที่ 3 ที่อยู่ห่างไกลแกน x (1 eigenvector) หรือเข้าใกล้แกน y (2 eigenvector) มากเท่าไรหมายถึงดัชนีไม้นั้นได้รับอิทธิพลจากปัจจัยภายนอกอย่างอื่นมากกว่าสภาพภูมิอากาศ

3.4 การตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ

ตารางที่ 1-3 สรุปการตอบสนองของเส้นดัชนีกับปริมาณน้ำฝน

จังหวัด	ดัชนี	-พย	-ธค	มค	กพ	มีค	เมษ	พค	มิย	กค	สค	กย	ตค
เชียงราย	PSL												
	TCR												
แม่ฮ่องสอน	TNK												
	TNG												
	TSL1												
เชียงใหม่	PMWJ 1												
	PKWJ2												
	PKWJ3												
	PMWJ 4												
	PKWJ4												
	PMWJ 5												
	PMWJ 6												
	PMCD												
	PMHB												
	PMBK												
	PKNT												
สุพรรณบุรี	PMPT												
เพชรบุรี	PMTY												

การตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศโดยภาพรวมไม้สักตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรกของฤดูฝน (เมษายน-พฤษภาคม) ส่วนไม้สนตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนในช่วงปลายฤดูแล้ง (มีนาคม-เมษายน)

ตารางที่ 1-4 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			*		*		*	*	*	*		

การตอบสนองต่ออุณหภูมิ ส่วนมากแล้วไม้สักตอบสนองทางลบต่ออุณหภูมิในเดือน เมษายน-พฤษภาคม สำหรับดัชนีไม้สนจะตอบสนองทางบวกกับอุณหภูมิในช่วง มีนาคม-เมษายน

3.5 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI SST MEI และ NINO4

พบว่าดัชนีทั้งไม้สักและไม้สนตอบสนองต่อดัชนีต่างๆค่อนข้างน้อยมาก ความเข้าใจทั่วไป คือ หากปีที่เกิดปรากฏการ el nino ควรที่จะมีค่า soi ที่ต่ำ (-) และค่า SST, NINO4 และ MEI ที่สูง (เป็น +) ซึ่งพอสรุปได้ว่า ไม้สักที่ PSL (โป่งสลี) , TNG (น้ำกัด) PMWJ4 (สนสองใบบ้านวัดจันทร์ 4) มีแนวโน้มที่จะมีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ El Nino และ PMWJ2, PMWJ3 (ไม้สนสามใบที่

บ้านวัดจันทร์ 2 และ 3) PMCD (สนสองใบที่เชียงดาว) PMTY (สนสองใบที่ชุมชนบ้านทุ่งโรง จ. เพชรบุรี) มีแนวโน้มสัมพันธ์กับปรากฏการ La Nina

ตารางที่ 1-5 สรุปผลการตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, SST, NINO4 และ MEI

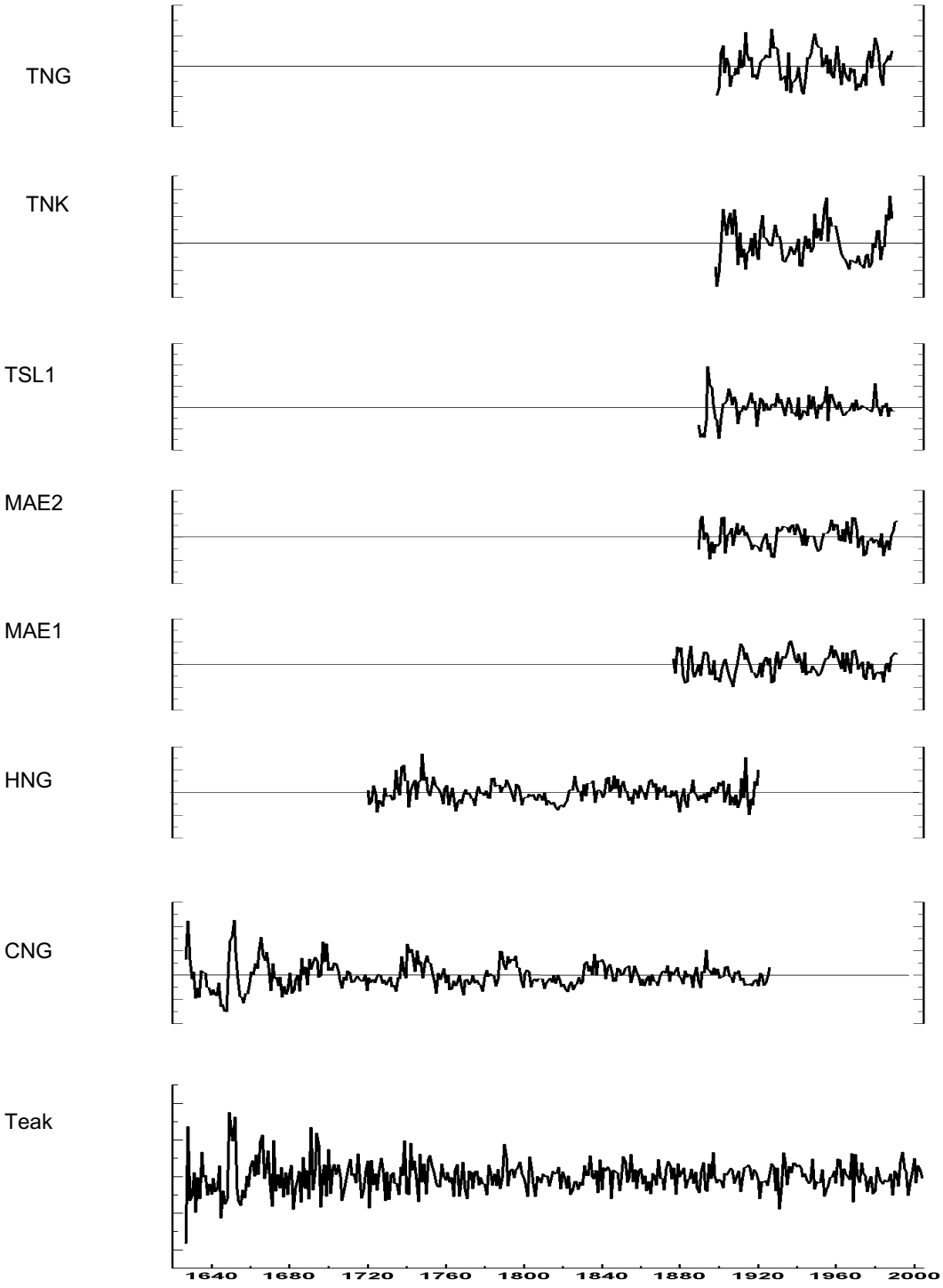
จังหวัด	Index	SOI		SST		NINO4		MEI	
		+	-	+	-	+	-	+	-
เชียงราย	TPSL								
	TCR								
แม่ฮ่องสอน	TNK								
	TNG								
	TSL1								
เชียงใหม่	PMWJ1								
	PKWJ2								
	PKWJ3								
	PMWJ4								
	PKWJ4								
	PMWJ5								
	PMWJ6								
	PMCD								
	PMHB								
	PMBK								
	PKNT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

3.6 การขยายเส้นดัชนี

จำนวนดัชนีไม้สักที่มีชีวิตทั้งหมด 5 เส้นดัชนี (TNG,TNK,TSL1, MAE1,MAE2) ได้นำมาซ้อนทับกับดัชนีลอยของไม้สักที่บ้านน้ำกัดได้

ตารางที่ 1-6 เส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิตที่นำมาวิเคราะห์เพื่อการขยายเส้นดัชนีไม้สัก

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



รูปที่ 1-5 Teak คือเส้นดัชนีไม้ที่รวมทุกเส้นดัชนีเข้าด้วยกัน

3.7 การจำลองเส้นสภาพภูมิอากาศในอดีต

3.7.1 ไม้สัก

โดยการใช้เส้นดัชนีไม้สักที่ขยายแล้ว เริ่มต้นที่ พ.ศ. 2170 ถึง พ.ศ. 2547 ทำการสร้างแบบจำลองปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

สมการที่ใช้ในการจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ได้แก่

EMJJ = 50.91899277+140.21542556*R

โดยที่ EMJJ = ค่าประมาณการปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม

R= ดัชนีไม้สัก

สมการที่ใช้ในการจำลองอุณหภูมิในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

EMJ = 301.72269077-21.21715462*R

เมื่อ EMJ= ค่าประมาณการณ์อุณหภูมิเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

R= ดัชนีไม้สัก

8.2 ไม้สน

สมการที่ใช้ในการจำลองปริมาณน้ำฝนเดือน มีนาคม-เมษายน

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

เมื่อ EMA= ค่าประมาณการณ์ปริมาณน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน

V4=ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 1

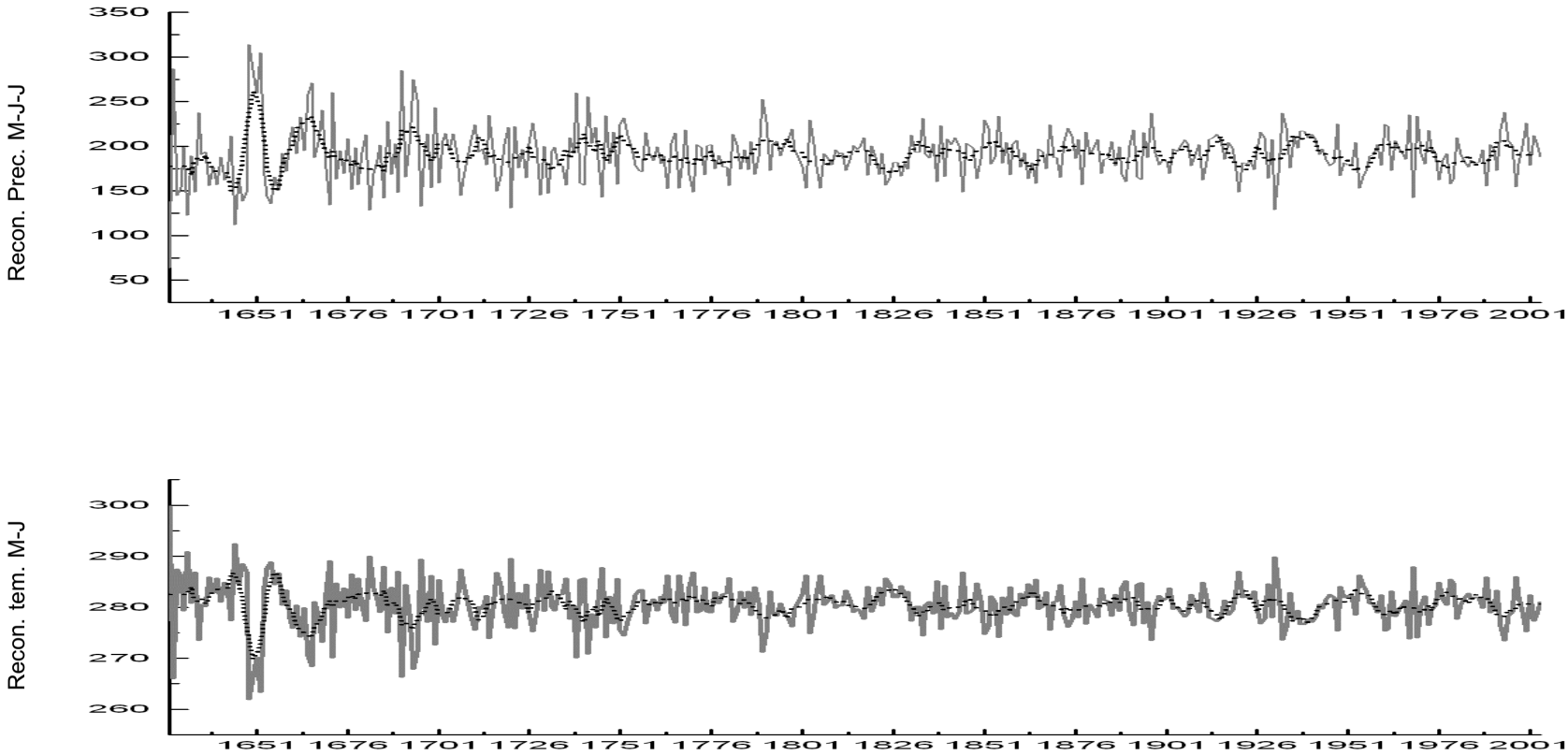
V5=ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4

สมการที่ใช้ในการจำลองอุณหภูมิเดือน กุมภาพันธ์

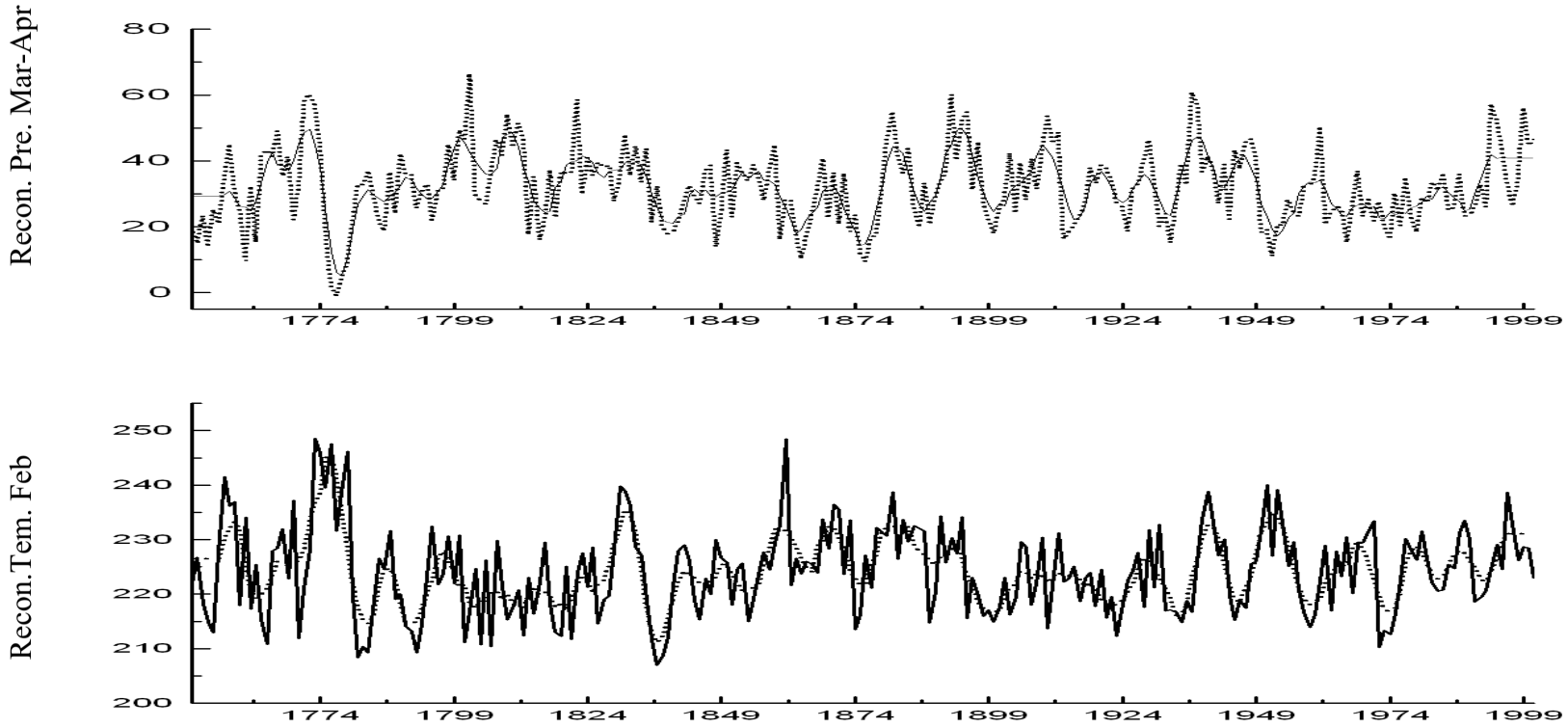
EF= 197.17306868+26.97642713*V5

เมื่อ EF= ค่าประมาณการณ์ปริมาณน้ำฝนเดือนกุมภาพันธ์

V5=ดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 4



รูปที่ 1-6 ภาพจำลองเส้นน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม โดยดัชนีไม้สัก (บน) ภาพจำลองเส้นอุณหภูมิเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน โดยดัชนีไม้สัก (ล่าง)



รูปที่ 1-7 ภาพจำลองเส้นน้ำฝนเดือน มีนาคม-เมษายน โดยดัชนีไม้สน (บน) ภาพจำลองเส้นอุณหภูมิเดือน กุมภาพันธ์ โดยดัชนีไม้สน (ล่าง)

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	i
บทคัดย่อภาษาไทย	ii
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iv
บทสรุปผู้บริหาร	vi
สารบัญ	23
สารบัญรูป	26
สารบัญตาราง	29
บทที่1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1-1
1.2 วัตถุประสงค์	1-2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	1-2
1.4 การดำเนินงานวิจัย	1-3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	1-3
1.6 ประโยชน์ที่จะได้จากโครงการวิจัย	1-3
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม	
2.1 การกระจายตัวของไม้สักตามธรรมชาติ	2-1
2.2 การกระจายตัวและลักษณะที่สำคัญของไม้สักในประเทศไทย	2-1
2.3 ประวัติการใช้ประโยชน์จากไม้สัก	
2.3.1 ก่อนตั้งกรมป่าไม้	2-7
2.3.2 ภายหลังตั้งกรมป่าไม้	2-10
2.4 ไม้สน	
2.4.1 สนสองใบ	2-11
2.4.2 ไม้สนสามใบ	2-14
2.5 นิเวศวิทยาและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้	2-15
2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นไม้และสิ่งแวดล้อม	2-15
2.5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านภูมิอากาศ	2-16
2.5.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านดิน	2-16
2.5.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านภูมิประเทศ	2-17

2.6 วงปีไม้กับสิ่งแวดล้อม
2.6.1 การพัฒนางานวิจัยด้านวงปีไม้ 2-18
2.6.2 ความหมายเกี่ยวกับศาสตร์ทางด้านวงปีไม้ 2-19
2.6.3 ช่องว่างของงานวิจัย 2-20
2.7 หลักการเบื้องต้นในการศึกษา Dendrochronology
2.7.1 ความเหมือนกัน 2-23
2.7.2 ปัจจัยจำกัด 2-24
2.7.3 ผลรวมของการเจริญเติบโตของต้นไม้ 2-24
2.7.4 การกระจายตัวทางระบบนิเวศ 2-25
2.7.5 หลักการในการเลือกพื้นที่ 2-26
2.7.6 หลักเกณฑ์ในการเลือกความเหมือนกัน 2-27
2.7.7 การจำลองแบบ 2-27

2.8 การประยุกต์ใช้วงปีไม้กับปรากฏการณ์ El Nino-Southern Oscillation 2-28
2.9 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงปีไม้ในเอเชีย 2-28

บทที่ 3 วิธีการศึกษา
3.1 ขั้นตอนดำเนินงาน 3-1
3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ 3-2
3.3 การกำหนดพื้นที่ศึกษา 3-3
3.4 พื้นที่ศึกษา
3.4.1 บ้านน้ำกัด 3-6
3.4.2 อุทยานแห่งชาติพุเตย 3-6
3.4.3 ป่าชุมชนบ้านโรง 3-7
3.4.4 ป่าสงวนแห่งชาติ จ. เชียงราย 3-9
3.4.5 เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว จ.เชียงใหม่ 3-10
3.4.6 โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ 3-12
3.4.7 โครงการอนุรักษ์พันธุ์ไม้สน ห้วยบง บ่อแก้ว และหนองกระทิง 3-13
3.5 การเก็บตัวอย่าง
3.5.1 หลักการเก็บตัวอย่างไม้ 3-15
3.5.2 จำนวนตัวอย่าง 3-16
3.6 หลักเกณฑ์ในการศึกษา Dendrochronology 3-17

3.7 ขั้นตอนการศึกษาทาง Dendrochronology 3-17
3.7.1 การเตรียมตัวอย่าง 3-17
3.7.2 การวัดความกว้างวงปี 3-17
3.7.3 การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล 3-18
3.7.4 การสร้างเส้นดัชนี 3-18
บทที่ 4 ผลการศึกษา
4.1 เส้นดัชนี
4.1.1 เส้นดัชนีไม้สัก 4-1
4.1.2 เส้นดัชนีไม้สน 4-1
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนี 4-9
4.3 Principal component 4-11
4.4 การตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ 4-12
4.5 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, MEI, NINO4 และ SST 4-20
4.6 การขยายเส้นดัชนีไม้สัก 4-29
4.7 การสร้างเส้นสภาพภูมิอากาศในอดีต
4.7.1 ดัชนีไม้สัก 4-31
4.7.2 ดัชนีไม้สน 4-36
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ
5.1 เส้นดัชนี 5-1
5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นดัชนี
5.3 การวิเคราะห์ค่า Principal component 5-2
5.4 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อสภาพภูมิอากาศ 5-2
5.5 การตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI, SST, MEI, NINO4 5-4
5.6 การขยายความยาวเส้นดัชนี 5-5
5.7 การสร้างเส้นภูมิอากาศในอดีต 5-6
5.7.1 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สัก 5-6
5.4.2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สัก 5-7
5.8 ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป 5-8

เอกสารอ้างอิง
ภาคผนวก

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2-1	การกระจายตัวตามธรรมชาติของไม้สัก	2-1
2-2	แผนภูมิปริมาณน้ำฝนในคาบ 90 ปี (พ.ศ. 2454-2546) และอุณหภูมิในคาบ 52 ปี (พ.ศ.2494-2546) ประเทศไทย	2-2
2-3	การกระจายตัวของไม้สักในประเทศไทย	2-3
2-4	ลักษณะต่างๆของไม้สัก	2-4
2-5	ผิวหน้าของไม้สัก	2-4
2-6	ลักษณะทางกายวิภาคของไม้สัก	2-5
2-7	การกระจายพันธุ์ของไม้สนสองใบ-สามใบในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-12
2-8	แสดงอิทธิพลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีต่อต้นไม้ทั้งในอดีตและปัจจุบัน	2-23
2-9	แสดงปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	2-24
2-10	แสดงการกระจายตัวของต้นไม้ตามระดับความสูงที่แตกต่างกัน	2-25
2-11	แสดงความแตกต่างของวงปีไม้ในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะต่างกัน	2-26
2-12	แสดงการเปรียบเทียบความเหมือน	2-27
2-13	แสดงกราฟเส้นการเจริญเติบโตจากพื้นที่ศึกษาจำนวนมาก	2-28
3-1	ขั้นตอนในการทำงาน	3-1
3-2	แสดงพื้นที่ศึกษา	3-5
3-3	ป่าสนสองใบ อุทยานแห่งชาติพุเตย จ.สุพรรณบุรี	3-8
3-4	ป่าสนสองใบ ป่าชุมชนบ้านโรง จ.เพชรบุรี	3-9
3-5	หน่วยต้นน้ำโป่งสลี อ.แม่สลวย จ.เชียงราย	3-9
3-6	พื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร.16	3-10
3-7	ตัวอย่างป่าสนและการเก็บตัวอย่างที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเชียงดาว	3-12
3-8	ป่าสนที่บ้านวัดจันทร์	3-13
3-9	ป่าสนที่บ่อแก้ว (ซ้าย) และที่หนองกระทิง (ขวา)	3-14
3-10	แสดงลักษณะวงปีในแนวตั้ง	3-10
3-11	แสดงการเชื่อมต่อเส้นดัชนีที่มีชีวิตไป	3-17
3-12	อุปกรณ์เครื่องมือวัดขนาด/นับจำนวนวงปี ต่อตรงเข้ากับชุดคอมพิวเตอร์	3-19
3-13	ก) ตัวอย่างไม้สนจากคอร์ ข) ตัวอย่างการเอาคอร์ออกจากเครื่องมือเจาะตัวอย่างไม้	3-19
3-14	แสดงการลดความแตกต่างของอายุในช่วงที่ไม้มีอายุมากและไม้มีอายุน้อยโดยการ detrending	3-20

3-15 แสดงการสร้างเส้นดัชนีไม้ 3-21

4-1 แสดงดัชนีวงปีไม้สัก โป่งสลี (PSL) ชร 16 (TCR) น้ำกัด (NG) น้ำของ (NK) 4-6
และบ้านสาแล 1 (TSL1)

4-2 แสดงดัชนีวงปีไม้สน PMWJ1-6 4-7

4-3 scattergram ของดัชนีไม้ 22 เส้น 4-11

4-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สักที่เชียงรายกับปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด 4-13
อ.เมือง จ.เชียงราย (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ
response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: A) โป่งสลี (TPSL) B)
ชร 16 (TCR) R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สักที่จ.แม่ฮ่องสอนกับปริมาณน้ำฝนสถานี 4-14
ตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง)
และ response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: C) น้ำของ (TNK) D)
น้ำกัด (TNG) E) ทุ่งสาแล1 R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์กับปริมาณน้ำฝนสถานี 4-15
ตรวจวัดอ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ
response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: F) บ้านวัดจันทร์ 1 (PMWJ1)
G) บ้านวัดจันทร์ 2 (PKWJ2) H) บ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3)
R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์กับปริมาณน้ำฝนสถานี 4-16
ตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ
response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: I) บ้านวัดจันทร์ 4 (PKWJ4)
J) บ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4) K) บ้านวัดจันทร์ 5 (PMWJ5)
R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่บ้านวัดจันทร์กับปริมาณน้ำฝนสถานี 4-17
ตรวจวัด อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ
response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: L) บ้านวัดจันทร์ 6 (PMWJ6)
M) เชียงดาว (PMCD) R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่เชียงใหม่กับปริมาณน้ำฝนสถานี 4-18
ตรวจวัด อ.อมก๋อยจ.เชียงใหม่ (ขวา) และอุณหภูมิ (ซ้าย) corr.coeff (กราฟแท่ง) และ
response function coeff. (กราฟเส้น) * < p0.05: N) ห้วยบง (PMHB)
O) บ่อแก้ว (PMBK) P) หนองกระทิง R^2=coeff. of determination

4-4 (ต่อ)แสดงความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีไม้สนที่พุเตย จ.สุพรรณบุรี กับปริมาณน้ำฝน 4-19

สถานีตรวจวัด อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี และดัชนีไม้สนสองใบที่บ้านทุ่งโรง
จ. เพชรบุรี (ขวา) ปริมาณน้ำฝนสถานีตรวจวัด อ.หัวหิน และอุณหภูมิ (ซ้าย)
corr.coeff (กราฟแท่ง) และ response function coeff. (กราฟเส้น)
* < p0.05: Q) พุเตย(PMPT) R) บ้านทุ่งโรง (PMTY)
R^2=coeff. of determination

4-5 แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO A) โป่งสลี (TPSL) B) น้ำกัด (TNG) 4-24

4-5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO C) ทุ่งสาแล 1 (TSL1)
D) ไม้สนสองใบที่บ้านวัดจันทร์ 2 (PMWJ2) 4-25

4-5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี ENSO E) ไม้สนบ้านวัดจันทร์ 4 (PMWJ4)
F) ไม้สนสามใบที่หนองกระทิง (PKNT) 4-26

4-5 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีและที่สอดคล้องกับปี ENSO G) พุเตย (PMPT) 4-27

4-6 แสดงเส้นดัชนีและ ที่สอดคล้องกับปี La Nina A) สนสามใบบ้านวัดจันทร์ 3 (PKWJ3)4-27

4-6 (ต่อ) แสดงเส้นดัชนีที่สอดคล้องกับปี La Nina B) สนสองใบเชียงดาว (PMCD) 4-28

4-7 แสดงเส้นดัชนีไม้สัก Teak คือเส้นดัชนีที่ขยายต่อระหว่างไม้มีชีวิตและไม่มีชีวิต4-30

4-8 บนกราฟเส้นแสดงข้อมูลปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคมจริง (เส้นประ)4-34
และกราฟเส้นแสดงภาพจำลองน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม (เส้นทึบ)
ล่างกราฟเส้นแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม-มิถุนายนจริง (เส้นประ)
และภาพจำลองอุณหภูมิเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน (เส้นทึบ)

4-9 บนกราฟเส้นจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 4-35
ล่าง กราฟเส้นจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน
ระหว่างปี พ.ศ. 2170-2547 (ค.ศ. 1627-2004)

4-10 บนข้อมูลน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายนจริง (เส้นประ) 4-38
และภาพจำลองกราฟเส้นน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน (เส้นทึบ)
ล่างอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์จริง (เส้นประ)
และภาพจำลองอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์ (เส้นทึบ)

4-11 บนกราฟเส้นจำลองปริมาณน้ำฝนเดือนมีนาคม-เมษายน 4-35
ล่าง กราฟเส้นจำลองอุณหภูมิเฉลี่ยเดือนกุมภาพันธ์
ระหว่างปี พ.ศ. 2293-2544 (ค.ศ. 1750-2001)

5-1 แสดงพื้นที่ป่าสัมปทานและบริเวณเส้นประคือ จ.แม่ฮ่องสอน 5-6
ปีที่ให้สัมปทานป่า คือ พ.ศ. 2479-2481

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	การพัฒนาวงปีไม้ด้านพงศาวดารและประวัติศาสตร์	2-18
2-2	งานวิจัยเกี่ยวกับวงปีไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	2-19
3-1	รายชื่อสถานีสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้ในการศึกษา	3-2
3-2	รายชื่อดัชนีภูมิอากาศ	3-2
3-3	รายละเอียดของพื้นที่ศึกษา	3-4
4-1	สรุปสถิติเบื้องต้นสำหรับไม้สักและไม้สน	4-3
4-2	ความสัมพันธ์อย่างง่ายระหว่างเส้นดัชนี	4-10
4-3	แสดงความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับขนาดความกว้างวงปี	4-20
4-4	สรุปผลการตอบสนองของดัชนีไม้ต่อดัชนี SOI,SST,NINO4, MEI	4-22
4-5	ปี warm episode (ENSO) และ cold Episode years	4-23
4-6	เส้นดัชนีไม้สักที่มีชีวิตที่นำมาวิเคราะห์เพื่อการขยายเส้นดัชนีไม้สัก	4-29
4-7	โมเดลในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สัก	4-31
4-8	ค่าสถิติภาพจำลองปริมาณน้ำฝนเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม โดยดัชนีไม้สัก	4-32
4-9	ค่าสถิติภาพจำลองอุณหภูมิเดือน พฤษภาคม-มิถุนายน โดยดัชนีไม้สัก	4-32
4-10	แสดงดัชนีไม้สนสองใบในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศในอดีต	4-36
4-11	โมเดลในการสร้างแบบจำลองสภาพภูมิอากาศโดยดัชนีไม้สน	4-36
4-12	ค่าสถิติภาพจำลองฝนเดือน มีนาคม-เมษายน โดยดัชนีไม้สน	4-37
4-13	แสดงค่าสถิติภาพจำลองอุณหภูมิเดือนกุมภาพันธ์	4-37
5-1	สรุปเส้นดัชนีวงปีไม้	5-1
5-2	สรุปการตอบสนองของเส้นดัชนีกับปริมาณน้ำฝน	5-3
5-3	สรุปการตอบสนองของเส้นดัชนีกับอุณหภูมิ (-* หมายถึง negative significant)	5-4

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่กล่าวถึงกันมากในขณะนี้ เนื่องจากบรรยากาศที่ครอบคลุมผิวโลกเป็นทรัพยากรรวมของมนุษยชาติ ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นจึงเป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อทุกๆประเทศ สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีทั้งที่เป็นไปตามกลไกธรรมชาติ เช่นยุค late Pleistocene ตั้งแต่ 25,000 - 10,000 ปีที่ผ่านมา โลกปกคลุมไปด้วยความหนาวเย็น (Roberts, 2000) หรือช่วง little ice age ที่เกิดขึ้นประมาณ AD 1400-1850 ทำให้ประเทศต่างๆในยุโรปประสบกับภาวะที่หนาวเย็น แต่ก็มีบางช่วงที่สภาพภูมิอากาศแห้งแล้งทำให้เกิดความขาดแคลนในเรื่องอาหาร ที่เรียกว่า a medieval warm period ระหว่างปี AD 1100 - 1300 (Houghton, 1997) และสาเหตุที่ทำให้โลกร้อนขึ้นอีกประการหนึ่งที่สำคัญยิ่งคือจากกิจกรรมของมนุษย์

สาเหตุที่ทำให้บรรยากาศของโลกร้อนขึ้นนั้นมีข้อมูลทางด้านวิทยาศาสตร์พอเพียงว่าสาเหตุที่สำคัญที่สุดคือจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์นั่นเอง เช่นการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ Mauna Lao เกาะฮาวาย พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างชัดเจน (Drake, 2000) โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยเฉพาะพื้นที่ป่าไม้ไปใช้ประโยชน์อย่างอื่น เช่นพื้นที่เกษตร ที่อยู่อาศัย และเขื่อน เป็นต้น ดังนั้นพื้นที่ป่าไม้ซึ่งเคยเป็นแหล่งกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แหล่งใหญ่ของโลกกลับกลายเป็นแหล่งปลดปล่อยที่ยิ่งใหญ่ ขณะที่ไฟเผาไหม้ยังก่อให้เกิดมลพิษต่างๆ ความต้องการข้อมูลที่หลากหลายเพื่อที่จะช่วยกันอธิบายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศมีด้วยกันหลายระดับ เช่นหากต้องการทราบถึงการเปลี่ยนแปลงในช่วงไม่เกิน 100 ปี ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยาสามารถที่จะนำมาดูแนวโน้มของปริมาณน้ำฝน หรืออุณหภูมิได้ ข้อมูลในลักษณะนี้ประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีปัญหามาก เช่นประเทศไทยเพิ่งเริ่มบันทึกข้อมูลเมื่อปี พ.ศ. 2494 ดังนั้นเพื่อต้องการอธิบายถึงสภาพแวดล้อมในอดีตคงปฏิเสธไม่ได้ที่ต้องหาข้อมูลตัวแทนอย่างอื่นมาช่วยในการอธิบายและยืนยัน เช่น ข้อมูลที่มีการบันทึกในประวัติศาสตร์ ข้อมูลทางโบราณคดี ข้อมูลจาก ice core ข้อมูลจากการทับถมตะกอนในทะเลสาบ (Varve) นอกจากนี้ยังมีข้อมูลด้านพืชและสัตว์ ได้แก่การศึกษาซากฟอสซิล การศึกษาเรณูวิทยา และการศึกษาจากวงปีไม้ โดยที่หลักฐานแต่ละประเภทจะมีคุณค่าในตัวที่แตกต่างกัน (Roberts, 1998)

ไม้สน Bristlecone pine (*Pinus longaeva*) เป็นไม้ที่มีชีวิตที่อายุมากที่สุดในโลกที่ White Mountain, Sierra Nevada ในตะวันตกเฉียงเหนือของอเมริกา ซึ่งมีการนับวงปีรวมกันทั้งส่วนของไม้ที่มีชีวิตและไม้ที่ตายแล้ว ได้จำนวนวงปีถึง 9000 ปี (http://www.sonic.net/bristlecone/dendro.htm) ซึ่งหมายถึงว่าย้อนไปถึง 7,000 ปี จนถึงปัจจุบันยังมีความหวังว่าหากได้ย้อนกลับไปถึง 8,000 ปี จะเป็นช่วงเวลาที่สำคัญมากเพราะเป็นช่วงสุดท้ายของยุคน้ำแข็ง (Ice Age) ซึ่งสิ้นสุดไปเมื่อ 10,000 ปีที่ผ่านมา ข้อมูลที่ได้นี้จะเป็นประโยชน์แก่นักวิทยาศาสตร์มาก เพราะเป็นหลักฐานบ่งบอกสภาพความแห้งแล้งความชุ่มชื้นในพื้นที่นั้นได้เป็นอย่างดี นี่เป็นข้อได้เปรียบของประเทศเขตหนาว เขตอบอุ่น และขั้วโลก ที่มีความชัดเจนของสภาพอากาศ และทำให้มีตัวอย่างของต้นไม้จำนวนมากที่มีศักยภาพในการศึกษาเรื่องวงปีไม้

เขตภูมิอากาศแบบเขตป่าร้อนชื้นต้นไม้มีการเจริญเติบโตเกือบตลอดปี จึงทำให้ไม้มีการสร้างวงปีที่ไม่ชัดเจน วงปีหรือวงเจริญเติบโตนี้หากเกิดขึ้นกับไม้ชนิดใด ความกว้าง-แคบของวงปีสามารถที่จะอธิบายถึงสภาพ

แวดล้อมในพื้นที่นั้นๆได้ เช่น การเกิดภาวะแห้งแล้ง โรคแมลงระบาด ไฟป่า เป็นต้น เพราะสภาพแวดล้อมต่างๆ จะถูกบรรจุไว้ภายในต้นไม้ซึ่งแสดงออกมาให้เห็นจากร่องรอยของขนาดวงปีนั่นเอง นี่คือความสามารถพิเศษอย่างหนึ่งของต้นไม้ การบันทึกสภาพแวดล้อมจะยาวหรือสั้น ขึ้นอยู่กับอายุต้นไม้ ประเทศไทยเพิ่งเริ่มมีการศึกษาวิจัยด้านวงปีไม้ ดังนั้นจึงเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะทราบถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตที่ผ่านมาของประเทศไทย เพื่อให้ทราบถึงภูมิหลัง สิ่งแวดล้อมในอดีต เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับสภาพในปัจจุบัน และคาดการณ์ไปในอนาคต เปรียบเทียบกับเหตุการณ์ต่างๆของโลก ดังนั้นวงปีไม้จึงเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ช่วยอธิบายถึงสภาพภูมิอากาศในอดีต โดยเฉพาะลมมรสุมเขตร้อนในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของภูมิอากาศโลกที่หากเข้าใจแล้วก็จะเกิดความเชื่อมโยงในการอธิบายสภาพภูมิอากาศโลกต่อไป ประเทศไทยมีไม้ไม่กี่ชนิดที่สามารถนำมาศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ได้ เช่น ไม้สักและไม้สน โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้สัก เป็นไม้ที่มีถิ่นกำเนิดในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นไม้ที่มีคุณภาพดีและมีความนิยมที่นำมาใช้ในการก่อสร้างบ้านเรือนเป็นระยะเวลานาน ส่วนไม้สนเป็นไม้ที่ขึ้นอยู่ตามป่าต้นน้ำลำธาร พื้นที่ป่าของประเทศไทยลดลงอย่างมากในช่วง 2-3 ทศวรรษที่ผ่านมา ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ควรจะเร่งดำเนินการศึกษาทั้งตัวอย่างไม้ที่มีชีวิตอยู่ ตอไม้ที่ถูกตัดอยู่ในพื้นที่ และไม้จากอาคารสิ่งก่อสร้าง

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.2.1 เพื่อต้องการสร้างและขยายเส้นดัชนีไม้สักและไม้สนในประเทศไทย

1.2.2 เพื่อต้องการหาความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศ ปรากฏการณ์ตามธรรมชาติต่างๆ เช่น เอลนิโญ่ กับความกว้างของวงปีไม้

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของวงปีไม้ต่างชนิดกันกับสภาพภูมิอากาศ

1.2.4 เพื่อต้องการสร้างเส้นน้ำฝนและอุณหภูมิในอดีต

1.2.5 เพื่อที่จะอธิบายสภาพภูมิอากาศและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทยในอดีต เปรียบเทียบ อธิบายกับสภาพภูมิอากาศโลก

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 ขอบเขตของพื้นที่ศึกษา

ในการวิจัยครั้งนี้ขอบเขตของพื้นที่ศึกษาจะเป็นพื้นที่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติ ป่าชุมชน ป่าอนุรักษ์ต่างๆ ทั้งเขตอุทยานแห่งชาติ และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ที่มีสภาพป่าธรรมชาติของไม้สักและไม้สนที่สมบูรณ์ ได้แก่ พื้นที่ป้องกันรักษาหน่วยป่าไม้ ชร.16 และ หน่วยต้นน้ำโป่งสลี อ.แม่สรวย จ. เชียงราย เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าสันปันแดน อ. เมือง จ. แม่ฮ่องสอน เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดอยเชียงดาว อ.เชียงดาว จ. เชียงใหม่ พื้นที่โครงการหลวงบ้านวัดจันทร์ อ.แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่ อุทยานแห่งชาติพุเตย จ. สุพรรณบุรี และป่าชุมชนบ้านโรง จ. เพชรบุรี

1.3.2 ขอบเขตของตัวแปร

1) ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้ขนาดความกว้างของวงปีไม้ และอายุของไม้ทั้งไม้สักและไม้สน

2) ข้อมูลสภาพภูมิอากาศได้แก่ ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ ใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา และดัชนีสภาพภูมิอากาศ MEI, SOI, SST และ NINO4

1.4 การดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัย ประกอบไปด้วย 4 ส่วนอย่างกว้างๆคือ

1.4.1 การติดต่อประสานงานกับหน่วยงานราชการที่ดูแลในแต่ละพื้นที่ที่จะขออนุญาตในการเก็บตัวอย่าง ในส่วน

1.4.2 การทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโดยรวม และของประเทศไทย การวิจัยด้านวงปีไม้จากแหล่งต่างๆ

1.4.3 การเก็บตัวอย่างในพื้นที่ศึกษา

1.4.4 การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ

1.4.5 การวิเคราะห์และสังเคราะห์ผล

1.4.6 การเขียนรายงานและบทความตีพิมพ์ในวารสารในและต่างประเทศ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ดัชนีไม้ทั้งไม้สักและไม้สน

1.5.2 การขยายความยาวของเส้นดัชนี

1.5.3 การบ่งบอกสภาพภูมิอากาศจากดัชนีวงปีไม้

1.5.4 การอธิบายการเปลี่ยนแปลงสภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย

1.5.5 การสร้างนักวิจัยรุ่นใหม่

1.6 ประโยชน์ที่จะได้จากโครงการงานวิจัย

1.6.1 การวิจัยนี้สามารถประยุกต์ใช้ในการคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอดีตโดยใช้ระยะเวลาค่อนข้างยาวนาน (มากกว่า 100 ปี) โดยใช้วงปีไม้สักและไม้สนเป็นตัวบ่งชี้

1.6.2 การวิจัยนี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการทดสอบโมเดลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศถึงความแม่นยำมากน้อยเพียงไร โดยใช้โมเดลนั้นมา verification กับดัชนีวงปี

1.6.3 การวิจัยนี้สามารถเพิ่มผลผลิตทางป่าไม้ โดยพิจารณาจากการตอบสนองของพืชต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ

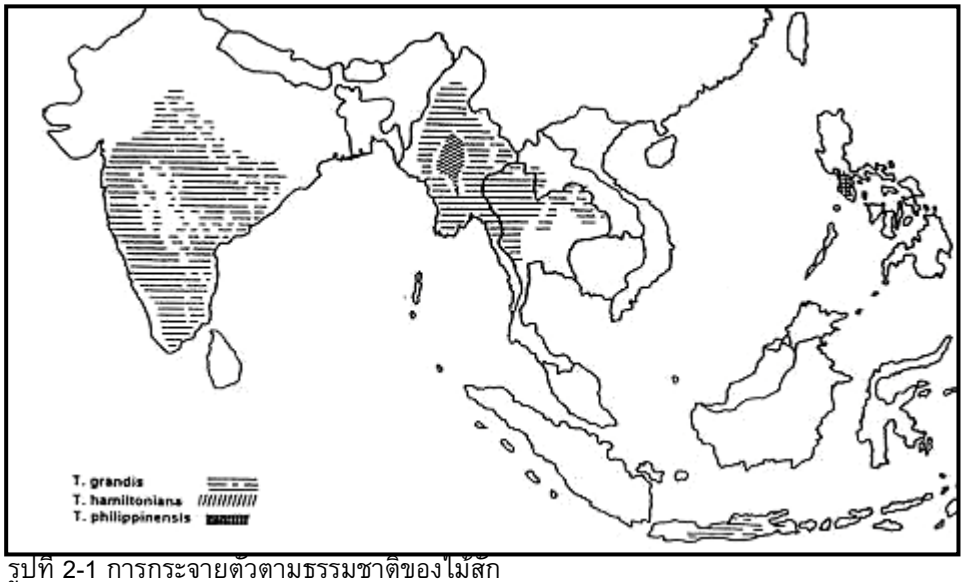
1.6.4 การวิจัยนี้สามารถใช้ในการจัดการป่าไม้ โดยได้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศของป่าไม้ในอดีตเพื่อเปรียบเทียบกับการทำลายหรือการใช้ประโยชน์จากอดีตกับปัจจุบันได้

1.6.5เพื่อใช้ข้อมูลพื้นฐานจากการวิจัยเชื่อมโยงไปสู่การศึกษาในศาสตร์อื่นๆ เช่นการวิวัฒนาการการดำรงชีวิตของมนุษย์ในอดีต การใช้ทรัพยากรป่าไม้ เป็นต้น

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

2.1 การกระจายตัวของไม้สักตามธรรมชาติ

ไม้สัก จัดอยู่ในสกุล (Genus) Tectona อยู่ในวงศ์ Verbenaceae ปัจจุบันได้เปลี่ยนมาอยู่ในวงศ์ Lamiaceae มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด คือ *Tectona grandis* , *T. hamitoniana* และ *T. philippinensis* การกระจายตัวตามธรรมชาติครอบคลุมเพียงพื้นที่บริเวณเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่ประเทศอินเดีย พม่า ลาว กัมพูชา และประเทศเวียตนาม นอกจากนี้ยังพบที่เกาะชวา ประเทศอินโดนีเซีย และสุราเวซี ประเทศฟิลิปินส์ ในประเทศมาเลเซียไม่พบแหล่งไม้สักตามธรรมชาติ (Lamprecht, 1986) (รูปที่ 2-1) ไม้สักขึ้นได้ในความสูงที่แตกต่างกันเช่นบริเวณภาคเหนือและภาคกลางของประเทศไทยระหว่าง 100-900 เมตรระดับความสูงจากน้ำทะเล (MSL) ในประเทศอินเดียปกติจะพบอยู่ระหว่าง 400-800 เมตรระดับความสูงจากน้ำทะเล บางครั้งอาจจะพบอยู่ในบริเวณที่มีความสูง 1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล ในประเทศพม่าพบอยู่ระหว่าง 900-1,000 เมตรจากระดับน้ำทะเล หรือในบางครั้งอาจสูงถึง 1400 เมตรจากระดับน้ำทะเล (Dahms, 1982)

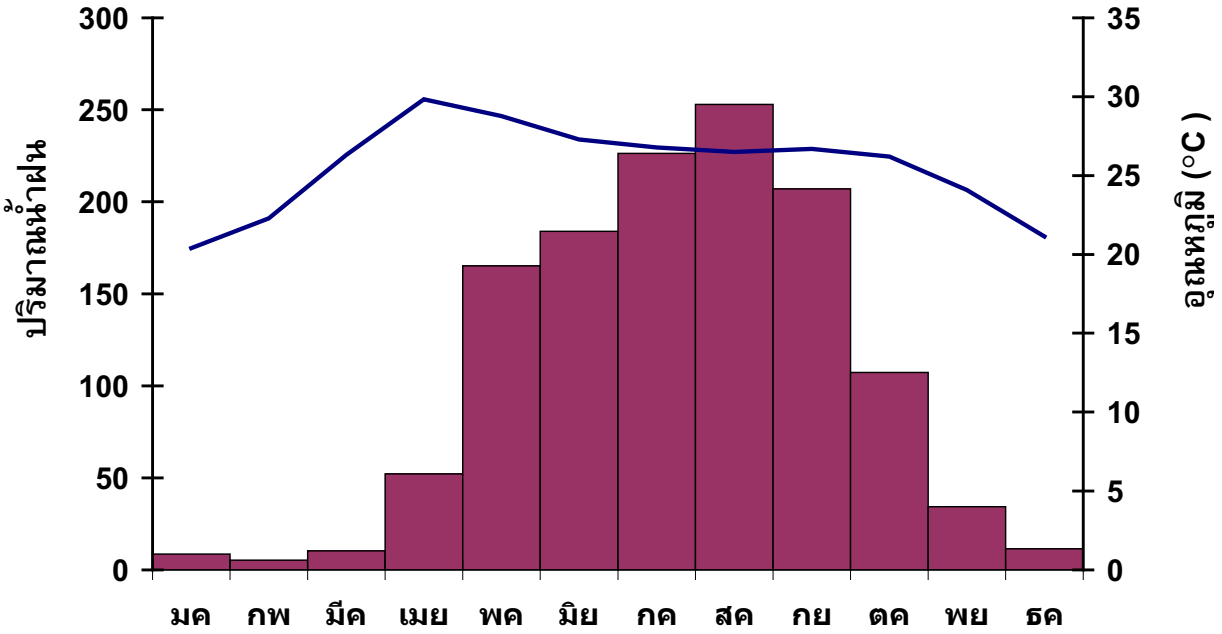


รูปที่ 2-1 การกระจายตัวตามธรรมชาติของไม้สัก

2.2 การกระจายตัวและลักษณะที่สำคัญของไม้สักในประเทศไทย

ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตมรสุม ระหว่างเส้นละติจูดที่ 5° 1/2' ถึง 20° 1/2' เหนือ และเส้นลองติจูดที่ 97° 1/4' ถึง 105° 1/4' ตะวันออก ลักษณะที่ตั้งเช่นนี้ทำให้ประเทศไทยได้รับ อิทธิพล จากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดพาความชุ่มชื้นจากทะเลอันดามัน และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดพาความหนาวเย็นและความแห้งแล้งมาจากประเทศจีน ทำให้บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางของ

ประเทศไทย มี 3 ฤดูกาล คือฤดูร้อนที่เริ่มต้นประมาณเดือน มีนาคม - มิถุนายน ฤดูฝนเริ่มต้นประมาณเดือน กรกฎาคม - ตุลาคม และฤดูหนาว เริ่มต้นประมาณเดือน พฤศจิกายน - กุมภาพันธ์ (รูปที่ 2-2)



รูปที่ 2-2 แผนภูมิปริมาณน้ำฝนในคาบ 90 ปี (พ.ศ. 2454-2546) และอุณหภูมิ ในคาบ 52 ปี (พ.ศ. 2494-2546) ประเทศไทย

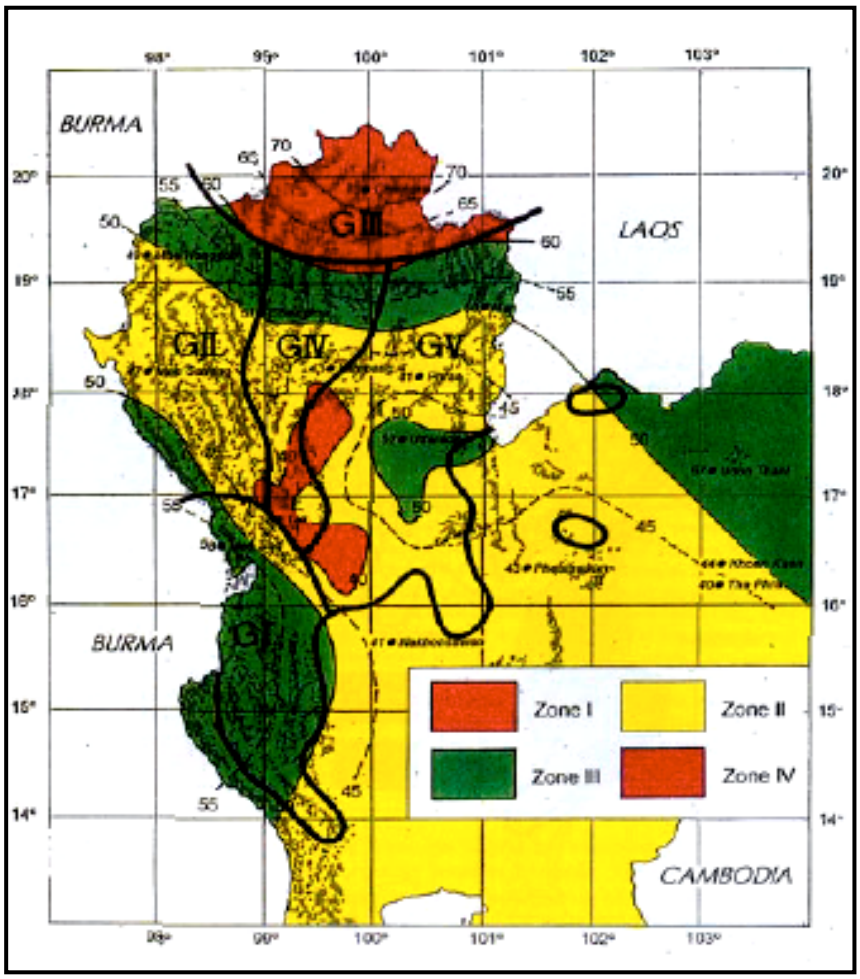
ลักษณะอากาศเช่นนี้เองทำให้ พื้นที่ดังกล่าว จัดว่าเป็นเขต ป่าซาวันนา คือมีช่วงของฤดูที่ชุ่มชื้นและฤดูที่แห้งแล้งชัดเจน ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สนับสนุนต่อระบบนิเวศป่าไม้เบญจพรรณ และไม้ป่าเต็งรัง

ไม้สักขึ้นอยู่ในป่าเบญจพรรณ ในประเทศไทยไม้สักขึ้นได้ดีตามสภาพภูมิประเทศที่เป็นภูเขา ตั้งแต่บริเวณชายแดนพม่าจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-900 เมตร ไม้สักเจริญเติบโตได้ดีในบริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปี 1200 มิลลิเมตร อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส ไม้สักขึ้นได้ดีกับดินแทบทุกชนิด ดีที่สุดกับดินที่ไม่อุ้มน้ำเพราะไม้สักไม่ชอบดินที่น้ำชุ่มขัง จะพบไม้สักเพียงชนิดเดียวในดินประเภทตะกอน (Alluvium) (รูปที่2-3)

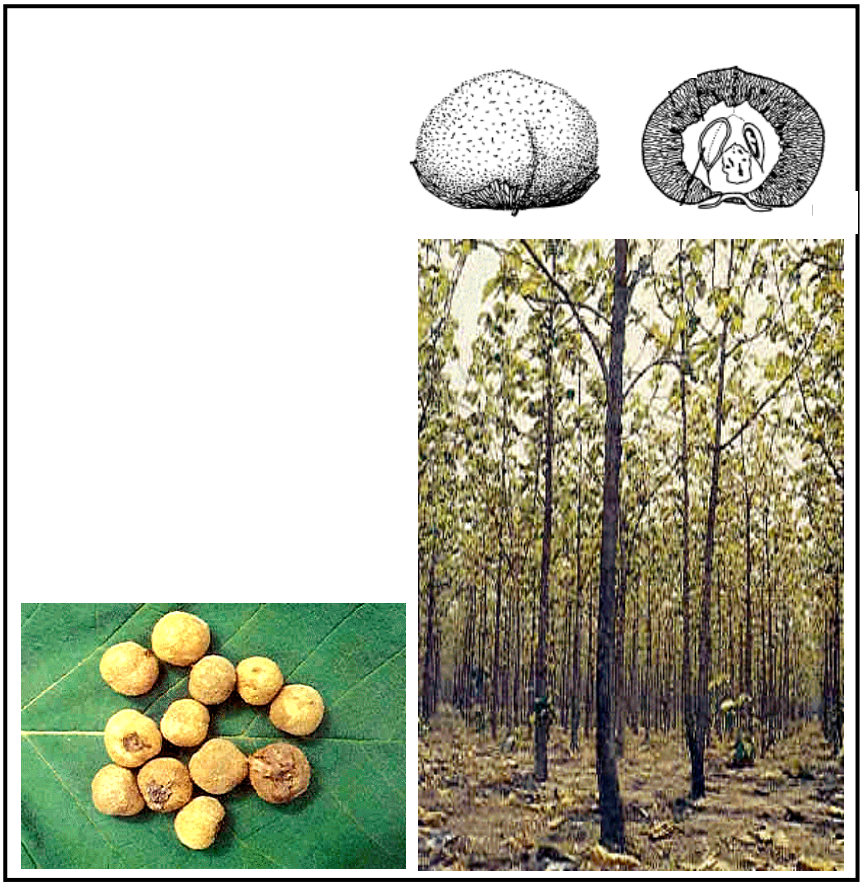
ในสภาพทั่วไปของไม้สักจะผลัดใบประมาณเดือนมกราคมถึงกุมภาพันธ์ ขึ้นอยู่กับพื้นที่และสภาพภูมิอากาศ ใบใหม่จะผลิเมื่อเริ่มต้นฤดูฝนประมาณปลายเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ดอกสักจะออกประมาณเดือนมิถุนายนถึงกรกฎาคม ผลสักจะเกิดประมาณเดือนสิงหาคมถึงกันยายน เดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคมผลจะเริ่มแก่ แต่ทั้งนี้ช่วงเวลาอาจจะมีความคลาดเคลื่อนบ้างขึ้นอยู่กับพื้นที่ ต้นสักจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วงระยะแรก ออกดอกครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 5-6 ปี ต้นสักสามารถที่จะแตกหน่อได้ ในการปลูกสร้างสวนป่าไม้สักมักจะใช้วิธีการเพาะเมล็ดแล้วปล่อยให้โตประมาณ 1 ฟุต ต่อจากนั้นจะตกแต่งให้เหลือแต่หน่อและสามารถนำไปปลูกในพื้นที่ที่เตรียมปลูกได้ (รูปที่2-4) ปกติลำต้นสักจะไม่กลมตรง พบไม่บ่อยนักที่ต้นสักจะสูงถึง 45 เมตร และมีเส้นรอบวงประมาณ 2 เมตร ต้นสักเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีกิ่งก้านน้อย เปลือกจะแตกเป็นร่อง ใบตรงกันข้ามมีก้านใบสั้นๆ ใบเป็นรูปรีหรือรูปไข่ ต้นสักที่ยังเล็กอยู่จะมีใบขนาดใหญ่ประมาณ 35-40 เซนติเมตรและมีขนที่ใบ ในพื้นที่ที่ฤดูแล้งเด่นชัดต้นสักจะทิ้งใบยืนต้น ดอกสีขาวขนาดเล็กเป็นช่อจะ

พบบริเวณปลายยอด เมล็ดสักแข็งมีสีน้ำตาลและมีขน ระบบรากของไม้สักเป็นระบบที่มีรากแก้วและรากฝอย รากฝอยแผ่กว้างใต้ผิวดินไม่ลึกนัก เนื้อไม้มีสารประกอบได้แก่ Lapachol, Tectochinon, Resin, Oil, Cautschuk, Tricalcium phosphat, Silica acid และ color (Sanderman & Dietrichs, 1959) ส่วนเนื้อไม้ที่ยังมีชีวิตอยู่ (Sapwood) กว้างประมาณ 2-3 เซนติเมตร มีสีเหลืองอมขาว ถึงเทา แก่นไม้ (heartwood) มีสีเหลืองถึงน้ำตาลเข้ม จัดเป็นไม้มีวงปี (ring porous) ถึง กึ่งวงปี (halb-ring porous) ท่อลำเลียงน้ำ (pore) ในบริเวณไม้ต้นฤดู (earlywood) ปกติจะเกิดเดี่ยวเป็นระเบียบ parenchyma กั้นระหว่างวงปี (รูปที่2-5 และ 2-6) ในส่วนของท่อลำเลียงน้ำในช่วงปลายฤดูฝนส่วนใหญ่จะเกิดการอุดตันโดยสาร Tylose ซึ่งเป็นการเจริญเติบโตของเซล parechyma บริเวณผนังเซลสร้างยื่นเข้ามาบริเวณด้านใน ไม้สดจะมีกลิ่นหนัง (Dahms,1982, Wagenfuehr & Scheiber, 1985) ไม้สักเป็นไม้ที่มีความคงทนมาก

ปัจจุบันจากรายงานสถิติการป่าไม้ของกรมป่าไม้ (2542) พื้นที่ป่าไม้เบญจพรรณในประเทศไทยเหลืออยู่ประมาณ 44,056.95 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 34 ของพื้นที่ป่าทั้งหมด (พื้นที่ป่าไม้ในปี 2542 เท่ากับร้อยละ 25.28 ของพื้นที่ประเทศ) ซึ่งส่วนมากมีไม้สักกระจายตัวตามธรรมชาติ

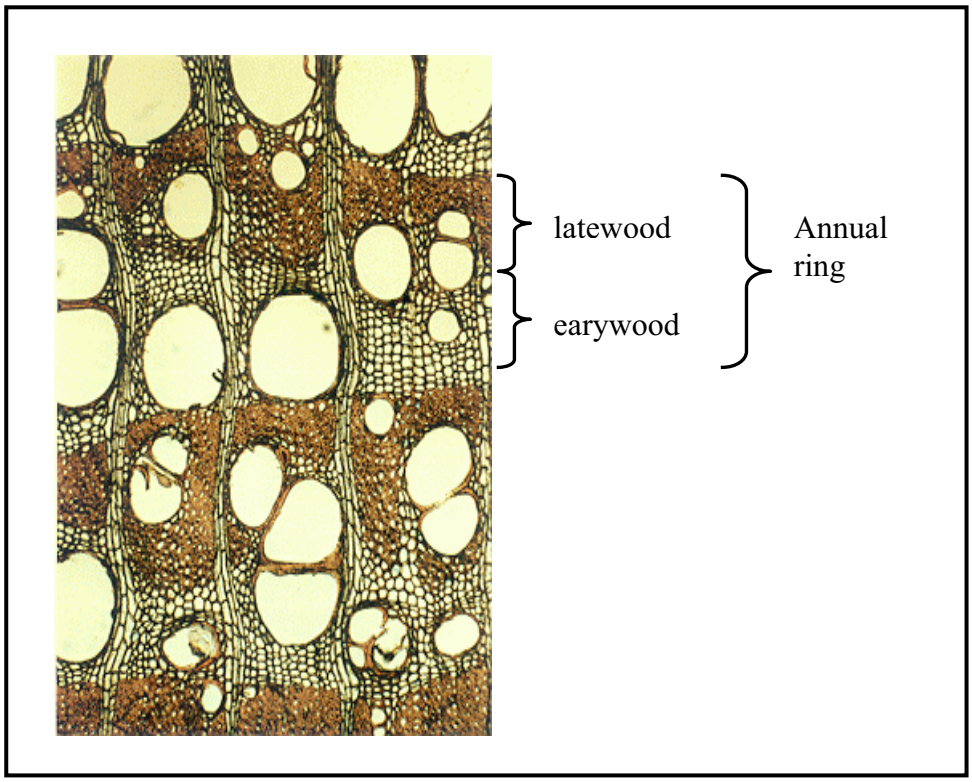


รูปที่ 2-3 การกระจายตัวของไม้สักในประเทศไทย



รูปที่2-4 ลักษณะต่างๆของไม้สัก

รูปที่ 2-5 ผิวหน้าของไมสัก



รูปที่ 2-6 ลักษณะทางกายวิภาคของไม้สัก

Phanijkul (1999) และสำนักวิชาการป่าไม้ (2537) ได้กล่าวถึงปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของไม้สัก ดังนี้

- *ปริมาณน้ำฝนและความชื้นในดิน*

จากการตรวจวัดปริมาณน้ำฝนที่ไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ พบว่า อยู่ในช่วง 500-5,000 มิลลิเมตร/ปี แต่ปริมาณน้ำฝนที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของไม้สักมากที่สุด คือ ประมาณ 1,270-3,800 มิลลิเมตร/ปี และต้องมีช่วงเวลาที่ฝนแล้งทิ้งช่วงประมาณ 3-4 เดือน นอกจากนี้ ดินจะต้องมีระดับความชื้นอยู่ในระดับที่อิ่มตัวนาน 8 สัปดาห์

- *อุณหภูมิ*

ไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 2-48 องศาเซลเซียส แต่จะเจริญได้ดีที่สุดในช่วงอุณหภูมิ 13-40 องศาเซลเซียส จากการศึกษาของ Kaosa-ard (1992) พบว่า ลูกไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่อุณหภูมิ 30/25 องศาเซลเซียส (อุณหภูมิกลางวัน/กลางคืน) แต่หากอุณหภูมิต่ำกว่า 18 องศาเซลเซียส ใบสักจะหนาขึ้นและจะหยุดการเจริญเติบโต นอกจากนี้ สภาพน้ำค้างแข็ง (Frost) เป็นปัจจัยจำกัดต่อการกระจายพันธุ์ของไม้สัก มีผลทำให้เกิดการตายจากยอดลงสู่ลำต้น (Die-Back)

- *แสงสว่าง*

ไม้สักเป็นไม้ที่ต้องการแสงในการเจริญเติบโต (Light Demander) ปริมาณแสงที่เหมาะสมจะอยู่ในช่วงร้อยละ 75-100 ของปริมาณแสงที่ได้รับเต็มที่ในช่วงเวลากลางวัน จากการศึกษาของ Kaosa-ard (1992) พบว่า ระยะเวลาที่รับแสงในช่วงเวลากลางวันมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกไม้สักน้อยมาก

- *ดิน*

ไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ในดินหลายชนิด แต่คุณสมบัติและความลึกของชั้นดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก โดยดินที่เหมาะแก่การเจริญเติบโตของไม้สักจะต้องเป็นดินลึก สามารถระบายน้ำได้ดี มีค่าความเป็นกรด-ด่างของดินอยู่ในช่วง 6.5-8.0 นอกจากนี้ จะต้องมีปริมาณแคลเซียมและฟอสฟอรัสในดินสูง ซึ่งดินที่ไม้สักสามารถเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ ดินที่เกิดจากการสลายตัวของหินภูเขาไฟ เช่น หินอัคนี หินแปร และหินตะกอน จากการศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของดินป่าสักในประเทศไทย พบว่า มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.1-7.3

- *ลักษณะภูมิประเทศ*

ระดับความสูงที่สามารถพบไม้สักขึ้นได้เองตามธรรมชาติ คือ 200-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง แต่สำหรับไม้สักในประเทศไทย พบว่า สามารถขึ้นได้ที่ระดับความสูง 100-900 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง

นอกจากนี้ ระดับความลาดชันของพื้นที่ (Slope) ต้องไม่เกินร้อยละ 15 เนื่องจากพื้นที่ที่มีความลาดชันมากเกินไปจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายของชั้นดิน และส่งผลให้มีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก

ทิศด้านลาด (Aspect) มีผลต่อการรับแสงและปริมาณความชื้นในดิน พบว่า ไม้สักที่เจริญเติบโตทางทิศเหนือและทิศตะวันออกมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าไม้สักที่เจริญเติบโตในบริเวณด้านลาดทิศใต้และทิศตะวันตก

- *ไฟป่า*

ไฟป่ามีผลต่อการกระจายพันธุ์ของไม้สักสูง โดยระยะที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด คือ ระยะที่เป็นไม้ขนาดเล็ก กล้าไม้ และลูกไม้ นอกจากนี้ ไฟป่ายังมีผลทำให้ไม้สักลดการเจริญเติบโตลงร้อยละ 50 อย่างไรก็ตาม หากมีการกันไฟเป็นระยะเวลานาน ไม้สักจะลดลงและหายไปจากพื้นที่ เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงขึ้น และเมล็ดที่ไม่ได้รับการกระตุ้นโดยไฟจะทำให้การสืบพันธุ์ตามธรรมชาติลดลง ป่าสักธรรมชาติจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นป่าดิบได้ในที่สุด

จากปัจจัยดังกล่าวข้างต้น ซึ่งเป็นปัจจัยภายนอก (Exogenous Factors) ประกอบกับปัจจัยภายใน (Endogenous Factors) อาทิ อายุ และฮอร์โมน และกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ (Human Activities) จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างของวงปีไม้สัก การศึกษาทางด้าน Dendroclimatology เป็นการหารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีไม้สักกับข้อมูลทางด้านอุตุนิยมวิทยาในปีปัจจุบันที่ได้มีการบันทึกไว้ โดยกำจัดปัจจัยภายนอกอื่นที่ไม่เกี่ยวข้อง ปัจจัยภายใน และกิจกรรมของมนุษย์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ออกไป ดังนั้น รูปแบบความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นสามารถนำมาใช้อธิบายแนวโน้มของสภาพภูมิอากาศในอดีตได้

2.3 ประวัติการใช้ประโยชน์จากไม้สัก

ล้านนาเป็นดินแดนแห่งขุนเขาและป่าไม้ ในปี พ.ศ. 2531 ดินแดน 8 จังหวัดภาคเหนือตอนบน มีพื้นที่ป่าเขารวมกันถึง 63% ของพื้นที่ทั้งหมดเฉพาะน่านมีพื้นที่ป่าเขาถึง 80% เชียงใหม่มีพื้นที่ป่าเขาเกือบ 80% แม่ฮ่องสอนและลำปางเกือบ 70% ลำพูนเกือบ 60% พะเยาเกือบ 50% ส่วนเชียงรายและแพร่เกือบ 40%

ขุนเขาที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ย่อมสะท้อนถึงลักษณะของดินและสะท้อนว่าปริมาณน้ำฝนมีมากพอเพียงในการเลี้ยงดูต้นไม้เหล่านั้น เท่ากับเป็นบ่อเกิดของแหล่งน้ำลำธารมากมาย ย่อมหมายถึงความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรธรรมชาติ ที่ส่งผลให้เกษตรกรรมที่ให้ผลผลิตอย่างดี

ซึ่งเป็นที่ประจักษ์ชัดเจนอยู่แล้วสำหรับบทบาทของภาคเหนือตอนบนในด้านนี้

การเข้ามาของบริษัทค้าไม้ของอังกฤษในดินแดนล้านนาสมัยรัชกาลที่ 5 เป็นจุดเริ่มแรกของการตัดไม้จำนวนมหาศาล ไม้เป็นทรัพยากรธรรมชาติที่ทรงคุณค่าที่สุดของภูมิภาคนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้สัก ซึ่งถือว่าเป็นไม้สักที่คุณค่าที่สุดในบรรดาไม้ทั้งหลาย เพราะเหตุว่าไม้สักคงทน ไม่หดหรือแตกเมื่ออากาศเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักเบา ปลวกไม่กัดและมีลวดลายไม้สวยงามเหนือกว่าไม้ชนิดอื่น

ก่อนที่จะมีการพัฒนาการสร้างเรือจักรกลและเครื่องบิน เรือไม้เป็นพาหนะที่มีประสิทธิภาพที่สุด ไม้สักเป็นไม้ที่มีราคาสูงและเป็นที่ต้องการมาก ต่อเมื่อเรือจักรกลพัฒนามากขึ้น ความต้องการไม้สักจึงลดลง แต่อย่างไรก็ตาม ไม้สักก็ยังเป็นที่ต้องการอย่างมากในแง่ของเครื่องตกแต่งภายในบ้านและอาคาร

เมื่ออังกฤษเข้ามาทางทิศตะวันตกจากชายแดนพม่า แม่ฮ่องสอนและเชียงใหม่จึงเป็นจุดแรกที่มีการโค่นไม้สักมาก ต่อมาเมื่อเกิดรถไฟสายเชียงใหม่-กรุงเทพฯ ตั้งแต่ต้น พ.ศ. 2460 การขนส่งรถไฟสะดวกและรวดเร็วกว่าเก่ามาก การค้าไม้จึงเริ่มขยายออกไปถึงลำปางและแพร่อันเป็นจุดผ่านของทางรถไฟ นับแต่นั้นมาไม้สักได้กลายเป็นสินค้าอันดับหนึ่งของล้านนา รายได้จำนวนมากมายที่ธุรกิจไม้สักสร้างขึ้นตกอยู่ในมือของเจ้าเมืองในล้านนา ทำให้รัฐบาลกลางตั้งกรมป่าไม้เพื่อยึดกุมอำนาจการจัดการทรัพยากรป่าไม้แต่ผู้เดียว

จากพื้นที่ทั่วประเทศในปี พ.ศ. 2504 รวม 320.7 ล้านไร่ พื้นที่ป่าไม้ของไทยมีจำนวน 171 ล้านไร่ (53.3%) อยู่ในล้านนาถึง 43% แต่พอถึงปี พ.ศ. 2531 พื้นที่ไม้ทั่วประเทศเหลือเพียง 90 ล้านไร่ และพื้นที่ป่าไม้ล้านนาเหลือ 31.6 ล้านไร่ หมายความว่าในช่วงเวลาเกือบ 3 ทศวรรษ ป่าไม้ในล้านนาถูกทำลายไปถึง 12 ล้านไร่ (ธเนศ เจริญเมือง, 2538)

2.3.1 ก่อนตั้งกรมป่าไม้

การจัดการป่าไม้ของประเทศไทย ตามประวัติศาสตร์แล้ว เป็นเรื่องที่เกิดขึ้นตั้งแต่สมัยเริ่มตั้งประเทศไทย คือ สมัยกรุงสุโขทัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการปลูกป่า ในสมัยพ่อขุนรามคำแหงนั้น พระองค์ท่านได้แขวนกระดิ่งไว้ที่ประตูวัง ใครมีทุกข์ร้อนก็มาลั่นกระดิ่งร้องทุกข์ พระองค์ท่านก็ได้สอบสวนให้ความยุติธรรม พระองค์ทรงชักนำให้ราษฎรปลูกป่า ในปี พ.ศ. 1214 นั้น พ่อขุนรามคำแหงได้ปลูกต้นตาลไว้ได้มีอายุถึง 14 ปี จึงให้ช่างสะกัดหินทำเป็นแท่น ต่อแท่นศิลาอาสน์ สำหรับให้พระได้นั่งเทศน์สั่งสอนประชาชนในวันศีลวันพระ (ธรรมสวนะ) ส่วนวันธรรมดา พ่อขุนรามคำแหงก็จะได้ไปทรงนั่งเป็นประธาน ปรึกษาความบ้านความเมือง เรื่องนี้ทำให้เห็นว่า พ่อขุนรามคำแหงมีพระราโชบายที่อบรมพสกนิกรของพระองค์ให้มีนิสัยรักป่า รักสวน รักการปลูกสร้าง พร้อมทั้งอบรมศีลธรรมไปด้วยในตัว และได้จารึกไว้เป็นหลักฐานที่อ้างอิงได้ว่ามีการปลูกสร้างสวนป่าในสมัยพระองค์

แต่ตลอดระยะตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาเป็นราชธานีมาจนถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ตอนต้น เป็นระยะเวลา 546 ปี ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านการจัดการป่าไม้ เพราะ

- สมัยก่อนยังไม่ได้เห็นความสำคัญของป่าไม้ต่อการพัฒนาประเทศ

- เป็นที่เชื่อกันว่า ป่าไม้เป็นแหล่งเพาะเชื้อของโรคภัยไข้เจ็บหลายอย่าง
- ต้องการให้ราษฎรได้ทำความเจริญก้าวหน้าในด้านการปลูกข้าว, การเกษตรแต่เพียงด้านเดียว ถือว่าป่าดงนั้นเป็นของสาธารณะ ควรจะได้บุกเบิกโค่นถาง เผา เปลี่ยนเป็นนาหรือเป็นไร่เสียให้หมด
- การปกครองบ้านเมืองก็อยู่ไม่ค่อยจะสงบ จึงไม่มีเวลาที่จะคิดถึงเรื่องป่าไม้ และสมัยนั้นมองไปทางไหนก็มีแต่ป่า

จากเหตุผลดังกล่าวนี้ จึงไม่ได้ควบคุมเรื่องการป่าไม้แต่อย่างใด การทำไม้ และการเก็บหาของป่า จะตัดฟัน ใช้สอย หรือซื้อขายของราษฎรจึงเป็นไปอย่างเสรีในระยะ 6 ศตวรรษที่ผ่านมา จนเมื่ออังกฤษได้ได้ครอบครองอินเดียและพม่าบางส่วนแล้ว ได้มีการทำไม้สักเป็นสินค้าออกต่างประเทศ เมื่อทราบว่าเมืองไทยยังมีไม้สักอยู่มาก พวกอังกฤษ พม่า และจีนในท้องถิ่นก็เริ่มตัดโค่นไม้สักในเมืองไทยส่งออกทำสินค้าไปต่างประเทศกันมากขึ้น

พ.ศ.2372 รัฐบาลของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 3 เห็นว่า สมควรที่จะควบคุมกิจกรรมป่าไม้ให้เป็นกิจลักษณะโดยในระยะนั้นหรือสมัยนั้นก็มีเพียงการเก็บภาษี เรียกว่า "การเก็บภาษีขอนไม้สัก" ที่จะผ่านกรุงเทพฯ ออกไปต่างประเทศตามจดหมายเหตุฉบับที่ 1/จ.ศ.1191 (พ.ศ.2372) ได้มีการตั้ง ขุนจำเริญรักษา ขึ้นเป็นเจ้าภาษีขอนไม้สัก และจากจดหมายเหตุฉบับเดียวกันนี้ทำให้ทราบว่าการทำไม้กระยาเลยบางอย่างออกมาใช้ประโยชน์ เช่น ไม้ตะแบก ไม้ตะเคียน ไม้ยาง และไม้อุโลก

พ.ศ. 2385 ตามจดหมายเหตุฉบับที่ 16/จ.ศ. 1204 พระยาเชียงใหม่และพระยาลำปาง บอกมายังกรุงเทพฯ ว่ามีชาวอังกฤษ ชาวมอญ และชาวพม่าจากเมืองเมาะลำเลิง มาตัดไม้สักที่อยู่ตามชายแดนเมืองเชียงใหม่ ลำพูน และเมืองตาก แล้วก็นำเอาเงินมามอบไว้ให้ 500 เหรียญ (คงจะเป็นรูปี) พระยาทั้งสองนั้นยังไม่ทราบว่าจะทำอย่างไรกับเงิน 500 เหรียญนั้นว่าควรจะรับหรือไม่ ไม้สักก็ถูกตัดโค่นแล้ว จึงแจ้งมายังกรุงเทพฯ เรื่องนี้แสดงให้เห็นว่า ชาวต่างประเทศเริ่มเข้ามามีบทบาทในการทำไม้ในปี 2385 หรือก่อนหน้านั้นแล้ว

พ.ศ.2389 ตามจดหมายเหตุฉบับที่ 68/จ.ศ. 1208 นั้น ทางกรุงเทพฯ ได้แจ้งให้เจ้านายทางหัวเมืองฝ่ายเหนือจัดส่งไม้สักเป็นส่วยทดแทนทองคำที่เคยส่งได้ จะเห็นได้ว่า การทำไม้และการค้าไม้ได้เกิดขึ้นในสองลุ่มน้ำเช่นกัน คือ แม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำสาละวิน ซึ่งรวมเอาแม่น้ำเมยและแม่น้ำปายเข้าไปด้วย

การอนุญาตทำไม้ในครั้งนั้น ผู้ใดจะทำไม้สักทางภาคเหนือจะต้องไปขออนุญาตจากเจ้านายฝ่ายเหนือผู้เป็นเจ้าของป่า เมื่ออนุญาตออกให้ เจ้านายจึงเขียนใบอนุญาตลงบนใบลานให้ไว้แก่ผู้รับทำป่าเป็นคู่มือทุกราย และไม่มีข้อสัญญาอันหนึ่งอันใดเลย นอกจากคำอนุญาต "ให้ตัดไม้ในป่าตำบลนั้นๆ" เท่านั้นเพราะฉะนั้น ผู้รับอนุญาต (ทำไม้) จะตัดฟันไม้เล็กหรือไม้ใหญ่ หรือทำประการใดได้หมด ในระยะเวลานี้ รัฐบาลยังไม่ได้รับประโยชน์อันใดจากการทำป่าไม้สักในประเทศเลย เพราะมอบให้เจ้าผู้ครองนครภาคเหนือเป็นผู้ดำเนินการเองทั้งสิ้น

เหตุการณ์ต่างๆ ในการป่าไม้ภาคเหนือได้ดำเนินการมาอย่างขลุกขลักตลอดระยะเวลาจนถึง พ.ศ. 2416 พระเจ้าอิทรวิไชยนนท์เป็นเจ้าผู้ครองนครเชียงใหม่และมีเจ้าพระยารัตนธิเบศน์ เมื่อครั้งยังเป็นพระนรินทราชเสนีขึ้นมาเป็นเจ้าหลวงประจำอยู่ ณ เมืองเชียงใหม่ ได้มีการปรับปรุงวิธีการตัดไม้และเก็บค่าตอใหม่ โดยได้ขอเพิ่มค่าตอเพื่อเป็นส่วนแบ่งให้รัฐบาลกลางส่วนหนึ่ง สำหรับใช้ทำนุบำรุงหัวเมืองฝ่ายเหนือ โดยเฉพาะอย่างยิ่งป่าไม้สักทางเขตชายแดนฝั่งตะวันตกของเมืองเชียงใหม่ เช่น ป่าแม่ยวม, ป่าแม่เมย, ป่าท่าตาฝั่ง, ป่าท่าสองยาง, และป่าแม่เมย(เข้าใจว่าเป็นป่าแม่แหยะ) โดยการเก็บเงินค่าตอนั้นยังคงเดิม ส่วนการขออนุญาตตัดฟันนั้นมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพิ่มเติม คือ ผู้ตัดฟัน (หรือผู้รับสัมปทานป่าไม้) จะต้องได้ใบอนุญาตซึ่งมีตราของเจ้าผู้ครองนครประทับหนึ่งดวงจึงจะเป็นใบอนุญาต (สัมปทาน)

พ.ศ.2417 เนื่องจากเหตุการณ์อนุญาตให้ทำไม้ของผู้เป็นเจ้าของป่าต่างๆ มิได้เป็นไปโดยยุติธรรมและสมควร เนื่องจากเจ้าของป่า (ไม้สักทางเหนือ) ส่วนมากเห็นแก่ได้ มักจะให้อนุญาตซ้ำซ้อน ดังนั้นจึงมักเกิดกรณีพิพาทระหว่างผู้ขออนุญาต ผู้รับอนุญาต และเจ้านายเจ้าของป่าอยู่เนืองๆ และมีคำร้องทุกข์ของบรรดาพ่อค้าไม้หรือผู้ทำไม้ถึงรัฐบาลอยู่เสมอ พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวรัชกาลที่ 5 จึงมีพระบรมราชโองการ 2 ฉบับ ฉบับหนึ่งว่าด้วย "การภาษี" ไม้ขอนสักและไม้กระยาเลย พ.ศ.2417 (จ.ศ.1236) ในพระบรมราชโองการอีกฉบับหนึ่ง มีความสำคัญว่า สัญญาที่ผู้รักษาเมืองหรือเจ้าผู้ครองนครจะทำกับชาวต่างประเทศนั้นต้องได้รับสัตยาบันจากรัฐบาลจึงจะมีผลบังคับใช้ การทำไม้สักทางภาคเหนือก็สงบเรียบร้อยชั่วคราว เหตุการณ์นี้สะท้อนให้เห็นว่า เมื่อการทำไม้สักในพม่าถูกจำกัดขอบเขตตามวิธีการป่าไม้ของ Dr. Brandis ก็ทำให้พวกทำไม้หันเหความสนใจมาสู่เมืองไทย และพวกพ่อค้าไม้ต่างประเทศก็มาประสบปัญหากับเจ้านายเจ้าของป่า ถึงแม้ว่าการตัดฟันไม้อาจจะกระทำได้เหมือนในพม่า ก่อนการจัดการของ Dr. Brandis ก็ตาม

พ.ศ.2426 รัฐบาลกลางได้พยายามเจรจากับผู้ครองนครฝ่ายเหนืออีกครั้งหนึ่งหลังจากตกลงกันแล้วเมื่อ พ.ศ.2416 ขอมีส่วนควบคุมและแบ่งผลประโยชน์จากป่าไม้สักคนละครึ่งเป็นผลสำเร็จ

พ.ศ.2427 มีประกาศพระบรมราชโองการเรื่อง "การซื้อไม้ขอนสัก" .เพราะเมื่อรัฐบาลได้ทำสัญญาทางพระราชไมตรีกับประเทศอังกฤษ คนในบังคับอังกฤษก็ได้เข้ามาลงทุนทำป่าไม้มากรายขึ้น ความยุ่งยากในการทำและซื้อไม้ขอนสัก จึงบังเกิดขึ้นเนืองๆ พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวจึงได้มอบให้พระเจ้าน้องยาเธอ กรมหลวงพิชิตปรีชากรเสด็จขึ้นไปจัดราชการที่นครเชียงใหม่ ได้ทรงเปลี่ยนแปลงให้ข้อสัตยาบันสัญญา การตัดฟันไม้ป่าขึ้นและเพิ่มเติมค่าตอขึ้นเป็น 2 รูปี เงินค่าตอซึ่งเจ้าพระยารัตนธิเบศร์ กับกรมหลวงพิชิตปรีชากรได้ขอขึ้นนั้น ได้เป็นของรัฐบาลกลางทั้งสิ้น

ในระหว่าง พ.ศ. 2430 ถึง 2432 เมื่อรัฐบาลได้สามารถควบคุมกิจการป่าไม้สักในมณฑลพายัพจนเป็นระเบียบรัดกุมดีแล้ว ก็มีชาวตะวันตกคนแรกเป็นชาวอเมริกัน ชื่อ Dr.Cheek ได้ขอร่วมลงทุนทำไม้สักกับรัฐบาล ปรากฏว่าประสบความล้มเหลว ต้องมีการฟ้องร้องเรียกเงินคืน และต้องริบไม้ที่ทำออกมาเป็นของหลวงทั้งสิ้น จากบทเรียนอันนี้ทำให้คิดกันว่า ควรจัดการให้ป่าเป็นของหลวงทั้งสิ้น

พ.ศ. 2432 ได้มีผู้ซึ่งมีความสนใจและมีความคิดเห็นการณ์ไกลในเรื่องการป่าไม้ที่นักการป่าไม้ควรจะระลึกถึง คือ พระยาดำรงราชพลขันธ์ เป็นเอกอัครราชฑูตประจำกรุงเบอร์ลิน ท่านได้มีความสนใจเกี่ยวกับกิจการป่าไม้และเห็นความสำคัญของกิจการป่าไม้ที่จะเกี่ยวกับการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศขึ้นมาอย่างถ่องแท้และจริงจัง จึงเสนอเรื่องผ่านกระทรวงการต่างประเทศให้มีการปรับปรุงเกี่ยวกับกิจการป่าไม้ในประเทศนี้เสียใหม่ กับได้เสนอร่างพระราชบัญญัติและระเบียบที่เกี่ยวข้องมายังกรุงเทพฯ เพื่อพิจารณาสนับสนุนข้อเสนอ ท่านก็ได้บันทึกเล่าถึงสถานการณ์ป่าไม้ในประเทศเยอรมันไว้ด้วย

พ.ศ.2435 นอกจากได้มีการแสดงว่ารัฐบาลสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวแห่งกรุงสยามนั้นมีความสนใจที่จะหาแหล่งศึกษาวิชาการป่าไม้ให้นักศึกษาไทยอยู่ แต่ยังทราบกันไม่เป็นที่ชัดแจ้งและได้มีเหตุการณ์เกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำไม้ในป่าเมืองไทยหลายประการ

กรมพระดำรงราชานุภาพซึ่งในขณะนั้นดำรงตำแหน่งเสนาบดีกระทรวงมหาดไทย ซึ่งเป็นผู้ทูลเกล้าถวายความคิดเห็นและได้รับพระบรมราชานุญาตจากพระบาทสมเด็จพระจุลเกล้าเจ้าอยู่ ได้สรรหาผู้ที่ได้รับการศึกษาทางด้านการป่าไม้มารับราชการ โดยมีแนวคิดที่จะจัดตั้งหน่วยงานด้านการป่าไม้ขึ้นในประเทศไทย และได้เจรจาขอตัว Mr. H. A. Slade เจ้าหน้าที่ป่าไม้ในกรมป่าไม้พม่า จากรัฐบาลอินเดีย Mr. H. A. Slade เดินทางมาถึงประเทศไทยในเดือนมกราคม พ.ศ.2439 ในฐานะที่เป็นผู้ที่มีประสบการณ์มากและเป็นผู้ทำงานอย่างจริงจัง เริ่มจับงานเกี่ยวกับปัญหาไม้สักทันที

Mr. H. A. Slade ได้ทำรายงานเสนอต่อเสนาบดีกระทรวงมหาดไทย ลงวันที่ 26 มิถุนายน 2439 มีข้อความพอสรุปดังนี้

- กล่าวถึงวิธีการจัดการป่าไม้ในประเทศพม่า ที่แล้วมา
- กล่าวถึงการฉ้อราษฎร์บังหลวงในวงการป่าไม้สยาม
- กล่าวถึงการทำป่าทั้งหมดเป็นของรัฐบาลสยาม
- กล่าวถึงการจัดตั้งกรมป่าไม้เพื่อรับหน้าที่ดูแลจัดการป่าไม้
- กล่าวถึงการสัมปทาน โดยปรับปรุงวิธีให้และวิธีการเก็บภาษีและค่าตอ

พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ได้รับรายงานจากกระทรวงมหาดไทยและได้มีพระราชหัตถเลขา เห็นชอบด้วยกระทรวงมหาดไทยและเห็นด้วยความคิดหรือรายงาน Mr. H. A. Slade ว่าถูกต้องดีแล้วทุกประการ กรมป่าไม้จึงได้ถูกตั้งขึ้นในวันที่ 18 กันยายน 2439 เป็นต้นมา มีชื่อภาษาอังกฤษว่า The Royal Forest Department (สำนักวิชาการป่าไม้, 2539)

2.3.2 ภายหลังตั้งกรมป่าไม้

รัฐบาลไทยได้จัดตั้ง "กรมป่าไม้" ขึ้นด้วยวัตถุประสงค์ 3 ประการ คือ 1) เพื่อให้มีการคุ้มครองป่าไม้ 2) เพื่อให้มีการบำรุงส่งเสริมความสมบูรณ์ของป่า 3) เพื่อจัดวางโครงการทำไม้ เพื่อให้ป่าไม้อำนวยประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ และอำนวยความผาสุขแก่ประชาชนได้มากที่สุด และยืนยาวที่สุดเท่าที่จะทำได้

กรมป่าไม้ของไทยได้ดำเนินการเจรจาขอโอนกรรมสิทธิ์พื้นที่ป่าไม้ในมณฑลพายัพเป็นสมบัติของแผ่นดินในปี 2440 มีการประกาศใช้กฎหมายรักษาป่าและควบคุมการทำไม้และจัดเก็บภาษีให้รัดกุมยิ่งขึ้น รวมทั้งจัดส่งนักเรียนไทยไปศึกษาวิชาการป่าไม้ที่ Imperial Forest College เมือง เคระคูน ประเทศอินเดีย การจัดการป่าไม้ของล้านนาจึงเข้ามาอยู่ในการควบคุมของรัฐบาลไทยอย่างเต็มที่ โดยนำหลักวิชาการป่าไม้ตามแนวของประเทศอังกฤษมาใช้โดยเน้นการรวมศูนย์การจัดการป่าไม้โดยรัฐบาลส่วนกลาง

นับตั้งแต่ล้านนาได้โอนกรรมสิทธิ์การจัดการป่าไม้แก่กรมป่าไม้แห่งราชอาณาจักรไทย ป่าได้ถูกจัดการเพื่อเศรษฐกิจเป็นด้านหลัก โดยเน้นเพียงการตัดไม้เพื่อการส่งออก บริษัทต่างประเทศ อาทิ บริษัทบอมเบย์เบอร์มา บริษัทบริติชบอร์เนียว บริษัทสยามฟอเรสท์ ฯลฯ ตลอดจนถึงบริษัทภายในประเทศและหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ คือ องค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ (ออป.) ได้เข้ามาสัมปทานไม้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย ซึ่งอยู่ในมือของบริษัทต่างประเทศถึง 85 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นรัฐบาลและพ่อค้าพื้นเมือง โดยในภาคเหนือตอนบนในปี พ.ศ.2521 มีพื้นที่ป่าที่มีการให้สัมปทานรวม 83,309.74 ตร.กม. ไม้สักที่ส่งออกจากประเทศสยามในปี พ.ศ.2466 เป็นจำนวน 58,309.74 ตัน และในปี พ.ศ.2467 จำนวนถึง 58,282 ตัน

นอกจากนั้น ป่ายังถูกจัดการเพื่อตอบสนองการพัฒนาด้านเศรษฐกิจในรูปแบบอื่นอีก อาทิ การให้สัมปทานไม้หมอนรถไฟ ไม้ฟืนรถไฟ เมื่อได้มีการสร้างทางรถไฟมาถึงภาคเหนือ และการให้สัมปทานขุดเหมืองแร่ในเขตป่า ตลอดจนการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานในช่วงเริ่มแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 1 เป็นต้นมา มีการสร้างถนน การสร้างเขื่อน ไฟฟ้ามาอย่างต่อเนื่อง นโยบายส่งเสริมพืชเศรษฐกิจเพื่อการส่งออกภายใต้การปฏิวัติเขียวได้ส่งผลให้เกิดการขยายพื้นที่การปลูกพืชเศรษฐกิจอย่างขนานใหญ่ ข้าวโพด ขิง กะหล่ำ ได้รุกล้ำเข้าไปในผืนป่า ภูดอย เพื่อสนองตอบนโยบายการส่งออกของรัฐบาล

การออกกฎหมายป่าไม้ประกาศให้ป่าเป็นของรัฐ รัฐเป็นผู้จัดการป่าแต่เพียงผู้เดียว คนที่อยู่ในป่าและใช้ประโยชน์จากป่าตั้งแต่ครั้งก่อนจึงตกเป็นผู้กระทำความผิด ป่าจึงถูกเข้าใจว่าเป็น "ของหลวง" ความรู้สึกเป็นเจ้าของที่เคยจัดการดูแลป่ามาโดยตลอดเริ่มเลือนไป ชุมชนที่อยู่กับป่าได้แต่มองดูการทำลายป่าอย่างถูกต้องถามกฎหมายและนโยบายของรัฐโดยไม่มีสิทธิจัดการทรัพยากรใกล้ๆ บ้านของตนแม้แต่น้อย ส่งผลให้พื้นที่ป่าลดลง ปี พ.ศ.2508 มีพื้นที่ป่าไม้ภาคเหนือตอนบน 54,085,753 ไร่ (82.34%) แต่ในปี พ.ศ.2534 มี

พื้นที่ป่า 38,126,875 ไร่ (58.05%) จึงเท่ากับลดลงไปถึง 15,958,878 ไร่ และใน พ.ศ. 2542 มีพื้นที่ป่าเหลือ 25.3 % ของพื้นที่ประเทศ

การลดลงของพื้นที่ป่าทางภาคเหนือได้สะท้อนอย่างชัดเจนถึงประสิทธิผลการจัดการป่า โดยการรวมศูนย์อำนาจการจัดการไว้ที่รัฐส่วนกลาง (ชัชวาล ทองดีเลิศ, 2542)

จากสถานการณ์การทำไม้สักที่ได้กล่าวมาจะเห็นได้ว่า ประเทศไทยเน้นในเรื่องการใช้ประโยชน์จากป่าไม้ เพียงเนื้อไม้อย่างเดียว แต่นั่นอาจจะเป็นเพราะว่าความอุดมสมบูรณ์ของป่ายังดีอยู่และจำนวนประชากรยังมีจำกัด ความชัดเจนอย่างหนึ่งคือไม้สักเป็นไม้ที่มีคุณค่าและมูลค่าเป็นเป็นที่ประจักษ์แก่ชาวโลกมาช้านาน คาดว่าไม้สักในสมัยแรกๆถูกส่งออกไปต่างประเทศเป็นจำนวนมากโดยเฉพาะประเทศอังกฤษและประเทศเยอรมัน จึงเป็นข้อที่น่าเสียดายในเรื่องการติดตามไม้เหล่านี้เพื่อประโยชน์กับงานวิจัยต่อไป

2.4 ไม้สน

ในประเทศไทยพบไม้สน 2 ชนิดคือ สนสองใบและสน 3 ใบ

2.4.1 ไม้สนสองใบ

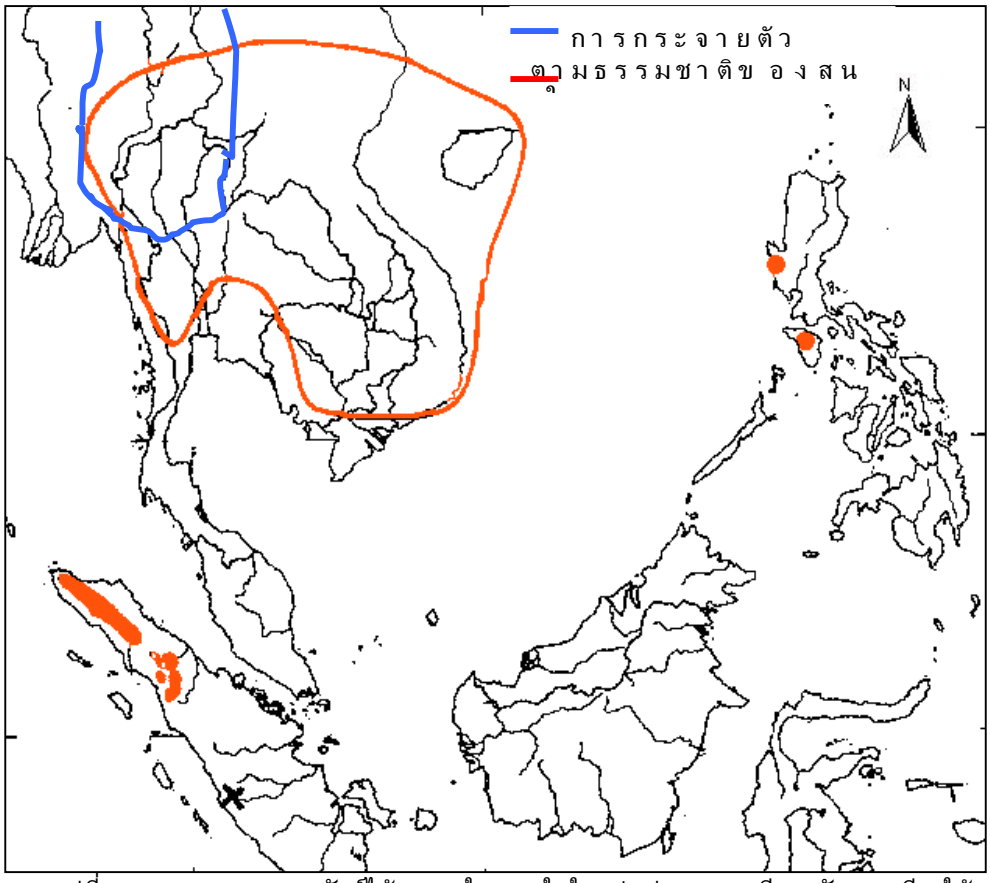
ไม้สนสองใบ มีชื่อวิทยาศาสตร์ ว่า *Pinus merkusii* Jungh. & de Vriese อยู่ในวงศ์ Pinaceae อันดับ Coniferales มีชื่อสามัญ (ไทย) เกี๊ยะเปลือกดำ (ภาคเหนือ) เกี๊ยะเปลือกหนา (เชียงใหม่) จ๋วง (ภาคเหนือภาคตะวันออกเฉียงเหนือ) เชียงเซา (กะเหรี่ยง แม่ฮ่องสอน) โซ (กะเหรี่ยง เชียงใหม่) ไต้ (อุบลราชธานี ศรีสะเกษ) สนเขา สนสองใบ สนหางม้า (ภาคกลาง) สะรอล (เขมร สุรินทร์) มีชื่อภาษาอังกฤษว่า Merkus pine. (สุรีย์ ภูมิภมร และ อนัน คำดง (2538) , วิศาล เลิศนิติวงศ์ (2544))

ไม้สนสองใบเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลางถึงใหญ่ ไม่ผลัดใบ ลำต้นเปลาตรง เมื่อโตเต็มที่อายุ 80-90 ปี มีความสูงประมาณ 20-40 เมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเพียงอก (สูง 1.30 เมตร) ประมาณ 50-110 เซนติเมตร ปลือกหนามีสีน้ำตาลเข้มจนถึงดำคล้ำ เปลือกแตกเป็นร่องลึก ใบเป็นใบเดี่ยว เล็กเรียวยาวเป็นรูปเข็ม ใบยาว 12-25 เซนติเมตร สีเขียวเข้ม ปลายใบแหลม ขอบใบหยักเล็กน้อย มีกาบหุ้มกลุ่มใบกลุ่มละ 2 ใบ ดอก (เกสร) จะมีดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกกันคนละช่อดอก การออกดอกจะอยู่ระหว่างเดือนมกราคม-มีนาคม ดอกตัวเมียจะเจริญเป็นผล ในหนึ่งปีจะให้ผลเพียงครั้งเดียว โดยผลจะแก่ในช่วงเดือนมีนาคม-มิถุนายน ความยาวของผลเมื่อแก่ประมาณ 9-14 เซนติเมตร กว้าง 4-6 เซนติเมตร และภายในแต่ละชั้นของกลีบมีเมล็ดติดเปลือก (วิศาล เลิศนิติวงศ์ , 2544)

สนสองใบมีเนื้อไม้สีเหลืองปนน้ำตาลอ่อน มีลวดลายสีน้ำตาลเป็นเส้นสวยงาม เนื้อละเอียด เสี้ยนตรง มีเส้นใย (fiber) ยาว เนื้อไม้มีความหนาแน่นปานกลาง มีน้ำยาง (resin) มาก (10)

1) การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สนสองใบ

ไม้สนสองใบที่เกิดขึ้นตามธรรมชาตินั้นมีอยู่ในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ได้แก่ ประเทศพม่า ไทย ลาว เขมร เวียดนาม เกาะแซมเบลเลส เกาะมินโดโร ประเทศฟิลิปปินส์ และหมู่เกาะสุมาตราในประเทศอินโดนีเซีย (Keiding, 1968) (รูปที่ 2-7)



รูปที่ 2-7 การกระจายของพันธุ์ไม้สนสองใบ-สามใบในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
ที่มา: ดัดแปลงมาจาก http://www.conifers.org/pi/pin/

ในประเทศไทยการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สนสองใบ มีอยู่ในพื้นที่ที่เป็นภูเขาสูง โดยมีอยู่มากทางภาคเหนือ และมีอยู่บ้างทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ สำหรับภาคกลางมีลงมาถึงจังหวัดเพชรบุรี (สุรีย์ ภูมิภมร, อนันต์ คำดง, 2538) ดังนี้

1. ด้านทิศตะวันตกของจังหวัดเชียงใหม่ไปจนถึงเขตติดต่อพรมแดนประเทศเมียนม่า สูงจากระดับน้ำทะเล 700-1,000 เมตร

2. บริเวณระหว่างอำเภอเมืองและอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก

3. แถบจังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเพชรบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี พบขึ้นกระจัดกระจายเป็นกลุ่มพื้นที่เล็กน้อยบนภูเขาที่ไม่สูงมากนัก และที่มีป่าเต็งรัง ทางด้านตะวันตก ติดต่อกับเทือกเขาตะนาวศรี

4. เขตติดต่อระหว่างภาคเหนือและภาคกลาง จะพบสนสองใบระหว่างจังหวัดพิษณุโลก บริเวณอุทยานแห่งชาติทุ่งแสลงหลวง จังหวัดเพชรบูรณ์ (สูงจากระดับน้ำทะเล 760 เมตร) บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง จังหวัดเลย (สูงจากระดับน้ำทะเล 1,500 เมตร)

5. ด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นที่ราบสูงโคราช จะพบสนสองใบที่จังหวัดสุรินทร์ จังหวัดศรีสะเกษ และจังหวัดอุบลราชธานี ระดับความสูงจากระดับน้ำทะเลระหว่าง 150-200 เมตร

2) นิเวศวิทยาของไม้สนสองใบ

ลักษณะการขึ้นของไม้สนสองใบจะขึ้นเป็นกลุ่มไม้สนสองใบล้วนๆ หรือปนอยู่กับไม้สนสามใบ หรือไม้ใบกว้างอื่นๆ ตามภูเขาที่แห้งแล้ง กระจายพันธุ์ผสมกับป่าเต็งรัง (Dry Dipterocarps Forest) โดยมีไม้สนสองใบเป็นไม้เด่น มีไม้เหียง (*Dipterocarpus obtusifolius* Teijsm.ex Mig.) และพลวง (*D. tuberculatus* Roxb.) เป็นไม้รองลงมา (Cooling, 1968) เป็นสังคมพืชของสังคมพลวง-สนสองใบ และสังคมเหียง-สนสองใบ แต่บางครั้งก็ขึ้นเป็นหมู่ไม้สนสองใบล้วนๆ ในพื้นที่ที่เป็นป่าสนเขา (ปรีชา ธรรมนนท์ , 2539)

ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ที่พบสนสองใบขึ้นอยู่ มักอยู่ในพื้นที่แบบมรสุมที่มีช่วงฤดูแล้งสั้นประมาณ 4-5 เดือนต่อปี ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีประมาณ 1,100-4,000 ม.ม. และอุณหภูมิประมาณ 18-30 องศาเซลเซียส สนสองใบตามปกติชอบขึ้นในที่มีอากาศร้อนและชื้น ส่วนในพื้นที่ที่ค่อนข้างเย็นและมีช่วงความเย็นยาวนานพอควรแต่ไม่ชื้นจัดเกินไป มักจะเป็นถิ่นกระจายของป่าสนเขา ซึ่งอาจพบสังคมที่เป็นสนล้วนๆ (กิจจา เจนการยิง, 2526) สำหรับอุณหภูมิต่ำในช่วงฤดูหนาวระหว่างเดือนพฤศจิกายน-มกราคม อุณหภูมิจะแตกต่างกันมากในแต่ละพื้นที่จะมีผลต่อการออกดอกออกผลของไม้สนสองใบ (วิศาล เลิศนิติวงศ์ , 2544)

สภาพดินของป่าสนทางเขตร้อนมีความอุดมสมบูรณ์ไม่มาก และมีความชื้นในดินน้อยกว่าป่าไม้ใบกว้าง จะพบสนสองใบอยู่บนดินที่แตกสลายมาจากวัตถุต้นกำเนิดต่างๆ กัน และมักทนอยู่ได้ในที่ค่อนข้างแห้งแล้งทั้งบนที่ราบและที่ภูเขา ดินในป่าสนสองใบส่วนมากเป็นดิน podzolic เกิดจากการสลายตัวของหินแกรนิต ดินไม่อุดมสมบูรณ์ (Keiding, 1968) ดินส่วนใหญ่มีสภาพเป็นกรด pH อยู่ระหว่าง 5.5-5.7 บริเวณผิวดิน และ 4.8-5.2 บริเวณชั้นล่างถัดลงไป ดินตื้น ดินเป็นดินร่วนเหนียวปนทราย หรือเป็นดินทราย มีการระบายน้ำดี (วิศาล เลิศนิติวงศ์, 2544) ในสังคมพลวง-สนสองใบ ดินส่วนใหญ่เป็นดินลูกรัง มีปริมาณ clay และ silt อยู่ในระดับสูง และมีปริมาณของโปรแตสเซียมอยู่ในระดับสูงแต่ปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ แต่สำหรับสังคมเหียง-สนสองใบ ดินจะมีปริมาณ clay อยู่ในระดับสูง มีปริมาณของโปแตสเซียมอยู่ในระดับต่ำ การที่พบไม้สนสองใบในที่ดินเลวและแห้งแล้งมีไม้อื่นๆ ขึ้นอยู่น้อยชนิด เพราะว่าไม้สนสองใบเป็นไม้โตเร็วที่ชอบแสงสว่าง ไม่สามารถขึ้นแข่งกับไม้ชนิดอื่นได้โดยเฉพาะพวกไม้ใบกว้าง จึงต้องขึ้นอยู่ในที่โล่งกว้าง หรือที่ดินตามไหล่เขา (ปรีชา ธรรมมนนท์, 2539)

ลักษณะทางด้านภูมิประเทศ สามารถพบสนสองใบได้ในพื้นที่ความสูงตั้งแต่ 30-2,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล (Cooling, 1968) โดยสนสองใบที่อยู่ในสังคมพลวง-สนสองใบ จะขึ้นอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับความสูงและความลาดชันอยู่ในระดับปานกลาง ส่วนสนสองใบที่ขึ้นในสังคมเหียง-สนสองใบ จะพบอยู่ในพื้นที่ซึ่งมีระดับสูงและตามสันเขาเป็นส่วนใหญ่ (ปรีชา ธรรมมนนท์, 2539) และเนื่องจากไม้สนขึ้นได้ดีในสภาพภูมิประเทศที่ค่อนข้างเย็นและมีช่วงความเย็นยาวนานพอควร แต่ไม่ชื้นจัดจนเกินไป ทำให้พบสังคมที่เป็นสนสองใบล้วนๆ ขึ้นในพื้นที่ที่มีระดับสูง (อุทิศ กุฏอินทร์, 2541)

2.4.2 ไม้สนสามใบ

1) ลักษณะทั่วไป

สนสามใบเป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงใหญ่ สูง 10 – 30 เมตร โตวัดรอบ 80 – 200 เซนติเมตร ไม่ผลัดใบ ต้นเปลาตรง เรือนยอดที่สมบูรณ์จะเป็นพุ่มกลม กิ่งแยกจากลำต้นมักบิดคดงอเป็นข้อศอก เปลือกสีน้ำตาลปนชมพูอ่อน ล่อนเป็นสะเก็ดตื้น ๆ รูปตาข่าย มักมีชันหรือน้ำมันสีเหลืองซึมออกตามรอยแตก กระพี้สีเหลืองอ่อน มีน้ำมันซึมทั่วไป แก่นสีน้ำตาลแกมชมพู (เต็ม สมิตินันทน์, 2518)

ใบ เล็ก ยาวเรียวเป็นรูปเข็ม ไม่แข็ง ออกเป็นกระจุก ๆ ละ 3 ใบ ยาว 10 – 25 เซนติเมตร หลังใบเป็นร่องตลอดแบบรางน้ำ ท้องใบโค้งเป็นรูปเกือกม้า ขอบใบหยักถี่ ๆ ละเอียด ปลายใบแหลม โคนใบอัดแน่นอยู่ในกระเปาะ

ดอก ดอกเพศผู้จะออกเป็นช่อสีเหลืองแบบหางกระรอก ติดเป็นกลุ่มบริเวณใกล้ ๆ ปลายกิ่ง ช่อหนึ่ง ๆ ยาว 2 – 4 เซนติเมตร ดอกเพศเมียจะออกเดี่ยว ๆ หรืออย่างมากไม่เกิน 3 ดอกตามกิ่ง เมื่อผสมพันธุ์แล้วจะค่อย ๆ เติบโตขึ้นเป็นผลต่อไป

ออกดอกระหว่างเดือน พฤศจิกายน ถึง มกราคม เป็นผลระหว่างเดือนธันวาคม ถึง มีนาคม

ผล เมื่ออ่อน ๆ อยู่มีลักษณะกลม ขนาด 5 – 8 เซนติเมตร เมื่อแก่จะแยกออกเป็นกลีบ ๆ กลีบแข็ง โคนยังติดอยู่กับแกนกลางของผล ลักษณะของผลตอนนี้จะเป็นรูปกรวยคว่ำ เมล็ดรูปรี ๆ มีครีบบาง ๆ สีขาว ก้านผลยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร

ในสภาพป่าธรรมชาติที่มีสนสามใบขึ้นอยู่ พบว่าไม้สนสามใบมักขึ้นเป็นกลุ่มหรือเป็นดง มีบางแห่งขึ้นกระจัดกระจาย เนื่องจากเมล็ดของไม้สนสามใบสามารถงอกและเจริญเติบโตได้ดีในสภาพที่ดอนมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ และในที่โล่งแจ้งอันเนื่องมาจากการทำลายป่า ทำไร่เลื่อนลอยและพื้นที่ถูกไฟไหม้ดังนั้นไม้สนสามใบจึงเป็นไม้เบิกนำชนิดหนึ่ง การงอกของเมล็ดเริ่มขึ้นหลังจากเมล็ดที่มีปีกเดียวปลิวออกจากผลที่แก่จัดตกตามบริเวณพื้นป่า เมื่อเมล็ดได้รับปริมาณความชื้นพอเพียงในฤดูฝนก็จะเริ่มงอกทันที ทั้งนี้ถ้าเป็นไปตามสภาพของพื้นที่ในป่าธรรมชาติที่สนสามใบขึ้นอยู่ส่วนใหญ่จะเป็นสันเขาซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 1,000 – 1,500 เมตร มีไม้อื่นขึ้นปะปนบ้างเช่นไม้ก่อชนิดต่าง ๆ ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้เหียง ไม้พลวง พื้นดินค่อนข้างเป็นทรายจัด เป็นดินร่วนหรือมีหินกรวด ลูกรังปะปนอยู่มาก ชั้นของหน้าดินตื้น ตามบริเวณยอดเขาสูงสนสามใบมีการพัฒนาระบบรากดีมากเพื่อไว้สำหรับต้านทานลมและการพังทลายของดินตามธรรมชาติ (สมเกียรติ กลั่นกลิ่น และ คณิต รัตนวัฒน์กุล,2536)

2) การกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้สนสามใบ

ไม้สนสามใบ มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติเป็นบริเวณกว้างระหว่าง 30°N และ 12°N ในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้บริเวณประเทศพม่า อินเดีย ธิเบต ลาว เวียดนาม ไทย ฟิลิปปินส์ และจีน รูปที่ 2-7 สนสามใบจะขึ้นอยู่ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 350 – 2,900 เมตร ส่วนใหญ่พบว่าอยู่ในช่วงความสูงเกินกว่า 1,000 เมตรขึ้นไป ที่ระดับความสูงที่สูงที่สุดที่สนสามใบขึ้นอยู่ สภาพภูมิอากาศจะเป็นแบบเขตอบอุ่น มีสภาพเกล็ดน้ำแข็งเกาะอยู่ ปริมาณความชื้นในดินแทบจะไม่มีหรือมีก็น้อยมากในขณะที่สนสามใบที่ขึ้นอยู่ในระดับความสูงต่ำสุด สภาพพื้นที่จะเป็นเขตมรสุมเขตร้อน พื้นดินจะขาดปริมาณความชื้นเป็นเวลาหลายเดือน ชนิดดินเป็นดินที่ขาดธาตุอาหาร ความอุดมสมบูรณ์ต่ำ พื้นที่ป่าสนทั้งหมดในประเทศไทยมีประมาณ 1.4 ล้านไร่ มีทั้งสนสามใบและสนสองใบ แต่มีสภาพป่าสนค่อนข้างดีประมาณ 175,000 ไร่ (Bryde et al,1995 อ้างใน สมเกียรติ กลั่นกลิ่น และ คณิต รัตนวัฒน์กุล, 2536)

ไม้สนสามใบที่พบในประเทศไทยขึ้นอยู่ตามบริเวณเทือกเขาทางทิศตะวันตก ทิศเหนือและพื้นที่ราบสูงโคราช ดินบริเวณป่าไม้สนสามใบส่วนมากพบว่าเป็นดินร่วนและดินร่วนปนทรายเกิดจากวัตถุต้นกำเนิดคือหินแกรนิตส์และหินทราย ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ของดินในป่าสน อยู่ระหว่าง 5.5 – 5.7 ตามบริเวณพื้นผิวดิน และ 4.8 – 5.2 ตามบริเวณชั้นล่างถัดลงไป ซึ่งเกิดเนื่องจากการเปิดพื้นที่ป่าเพื่อทำไร่เลื่อนลอยและทำพื้นที่กสิกรรมและเกิดเนื่องจากไฟป่าที่ไหม้อยู่เป็นประจำ การเรียงตัวของชั้นดินบริเวณป่าสนในท้องที่จังหวัดเชียงใหม่ที่ระดับ 0-15 เซนติเมตรจากพื้นดินจะเป็นดินร่วนปนทราย จากนั้นที่ระดับ 15-85 เซนติเมตร

จะเป็นดินทรายร่วนสีแดง มีสภาพเป็นเม็ดกลมปานกลางหรือมีหินจากวัตถุต้นกำเนิดปะปนอยู่ด้วย มีการระบายน้ำดี (สมเกียรติ กลั่นกลิ่น และ คณิต รัตนวัฒน์กุล, 2536)

โดยสรุปแล้วไม้สน 2 และ 3 ใบในประเทศไทยมีการกระจายเป็นบริเวณกว้างตั้งแต่ภาคใต้ จ. เพชรบุรีครอบคลุมพื้นที่หลายจังหวัดในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปัญหาการทำลายทรัพยากรป่าไม้ทำให้ประเทศไทยสูญเสียไม้สนไปด้วย และอีกเหตุผลหนึ่งเนื่องจากประชาชนในพื้นที่มีความต้องการใช้ยางไม้สน และเนื้อไม้สนเองเป็นเชื้อเพลิงที่ดี ดังนั้นจึงเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่พบไม้สนที่มีอายุมากเหลืออยู่น้อยมาก ไม้สนเป็นไม้ที่มีระบบรากตื้นหากมีพายุรุนแรงอาจทำให้ต้นหักโค่นได้ และเมื่อต้นสนล้มโค่นในพื้นที่จะผุพังเร็วมากเนื่องจากไม้สนมีความหนาของไม้ที่มีชีวิตอยู่ (sapwood) กว้างมาก เป็นเหตุผลหนึ่งที่ทำให้เกิดการผุพังเร็ว ซึ่งต่างจากไม้สักที่มีเนื้อไม้ (heard wood) ที่กว้าง และมีบริเวณไม้ที่มีชีวิต (sapwood) ที่แคบ ดังนั้นเมื่อเจอไม้สักที่ถูกโค่นล้มหรือตัดทิ้งอยู่ในพื้นที่ อาจมีเพียงบริเวณเปลือกและส่วนที่ใกล้เคียงผุพังแต่เนื้อไม้ด้านในยังอยู่ในสภาพที่ดี

2.5 นิเวศวิทยาและปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้

นิเวศวิทยา (ecology) เป็นการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่มีต่อสิ่งแวดล้อม โดยการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อสังคมพืช ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมนอกจากเป็นแหล่งสำคัญในการป้อนวัตถุดิบและพลังงานที่จำเป็นให้แก่ขบวนการทางชีววิทยาของพืชแล้ว ยังมีบทบาทสำคัญในการสร้างสภาพถิ่นที่อยู่อาศัยที่เหมาะสมต่อความต้องการของต้นพืช ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญได้แก่ ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิอากาศ (climatic factors) ปัจจัยเกี่ยวกับดิน (soil factors) และปัจจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิประเทศ (topographic factors) (อุทิศ กุฎอินทร์, 2541)

2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของต้นไม้และสิ่งแวดล้อม

การเจริญเติบโต (growth) มีความหมายอยู่ 2 ประการคือ การเพิ่มพูนขนาด และการสร้างส่วนใหม่ๆ ขึ้นมา ไม้ยืนต้นมีการเจริญเติบโตอยู่ 2 ส่วน คือ ทางความสูงและทางเส้นผ่าศูนย์กลาง การเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น ซึ่งมีปัจจัย 2 อย่างที่มาควบคุมทำให้ต้นไม้เจริญเติบโตแตกต่างกันไป ประการที่หนึ่งเกิดจากการเพิ่มจำนวนเซลล์ และการขยายตัวของแคมเบียม และประการที่สองเกิดจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมภายนอก (Kramer, 1962) ซึ่งการเจริญเติบโตทางเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของไม้ในแถบร้อนจะเจริญเติบโตแบบไม่ต่อเนื่อง แต่จะแปรผันไปตามฤดูกาล โดยทั่วไปแล้วขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม

2.5.2 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านภูมิอากาศ

ปัจจัยเกี่ยวกับภูมิอากาศ มีอิทธิพลต่อสังคมพืชมาก มีบทบาทต่อการกระจายของชนิดพันธุ์และสังคมพืช ความสมบูรณ์ การเจริญเติบโตของชนิดพันธุ์พืช และความมั่นคงของสังคมพืช การเปลี่ยนแปลงในช่วงสั้นและช่วงยาว รวมถึงแบบของรูปลักษณะของพันธุ์พืช (อุทิศ กุฎอินทร์ , 2541) ซึ่งปัจจัยทางภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิ (temperature) ปริมาณน้ำฝน (precipitation) แสงสว่าง (light) ความชื้น (moisture) และลม (wind) เป็นต้น

ปริมาณน้ำฝน เป็นสิ่งที่ทำให้เกิดความชื้นขึ้นในเปลือกและลำต้น และมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ โดยน้ำมีผลต่อกิจกรรมของแคมเบียม ทั้งนี้เพราะน้ำทำให้เซลล์แคมเบียม ขยายขนาดขึ้น และยังมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาภายในของต้นไม้อีกมากมายด้วยแม้แต่ในช่วงเวลาสั้นๆ (Kramer, 1962)

อุณหภูมิในอากาศ เป็นปัจจัยที่สำคัญอันหนึ่งต่อกิจกรรมของแคมเบียม จะทั้งทางตรงและทางอ้อมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเขตอบอุ่น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างผิดปกติ จะทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นของไม้ยืนต้นเปลี่ยนแปลงได้ (รังสิมา มาระวิชัย, 2524)

แสงสว่าง ความเข้มของแสงและช่วงเวลาที่ได้รับแสง มีผลต่อกระบวนการทาง สรีรวิทยาของไม้ยืนต้นและต่อกิจกรรมของแคมเบียม (รังสิมา มาระวิชัย, 2524)

2.5.3 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านดิน

ปัจจัยด้านดิน เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ เช่น มีคุณสมบัติในการรักษาความชุ่มชื้นในดิน การระบายน้ำ เป็นต้น (อุทิศ กุฎอินทร์, 2541) ปัจจัยดิน ประกอบด้วยสมบัติต่างๆ ทางฟิสิกส์และทางเคมี (physical and chemical) เช่น เนื้อดิน (soil texture) โครงสร้าง (structure) ความลึก (depth) ความชื้นในดิน (soil moisture)ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) และปริมาณธาตุอาหารพืชในดิน (nutrients) เป็นต้น

ความชื้นในดิน ในธรรมชาติโดยทั่วไป ความชื้นในดินขึ้นกับปริมาณน้ำฝน ความชื้นในดินมีผลต่อความชื้นภายในเปลือกและลำต้นและมีผลทำให้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้นเพิ่มขึ้นหรือลดต่ำได้ โดยจะมีผลต่อกิจกรรมแคมเบียมของไม้ยืนต้น ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นดิน คือปริมาณน้ำฝน ความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งเกี่ยวพันไปถึงการซึมของน้ำ ปริมาณน้ำบ่าหน้าดิน (ยุทธพงษ์ คีรีมังคละ, 2542)

เนื้อดินและโครงสร้างทางธรณีวิทยา เป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของพืช เพราะเป็นสิ่งช่วยให้พืชได้รับอาหาร น้ำ และเป็นที่ยึดเกาะของราก ซึ่งช่วยให้พืชทรงตัวอยู่ได้ เนื้อดินประกอบด้วยอนุภาคของ อนินทรียสารในภาวะเดี่ยว ซึ่งมีขนาดไม่เกิน 2 ม.ม. โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มขนาดทราย (sand) ซิลท์ (silt) และดินเหนียว (clay) ซึ่งมีอัตราส่วนแตกต่างกันตามชนิดของเนื้อดินแต่ละประเภท (อนิวรรต ธันยธร, 2532)

ความเป็นกรดเป็นด่างของดิน (pH) เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของพืช เพราะธาตุอาหารพืชหลายชนิดอยู่ในสภาพที่พืชไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ถ้าสภาวะความเป็นกรดเป็นด่างของดินอยู่ในช่วงที่ไม่เหมาะสม

ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในส่วนธาตุอาหารพืชซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโต สามารถแบ่งเป็นสองประเภทตามความต้องการใช้ของพืช คือพวกที่พืชต้องการใช้เพื่อการเจริญเติบโตมากเรียกว่า ธาตุอาหารหลัก ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โปแทสเซียม (K) และพวกที่พืชมีความต้องการน้อยกว่า และส่วนใหญ่มีอยู่ในดินตามธรรมชาติอย่างพอเพียง เรียกว่าธาตุอาหารรอง ได้แก่ แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) กำมะถัน (S) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีอินทรีย์วัตถุซึ่งจะย่อยสลายกลายเป็นธาตุอาหารพืชต่อไป (อนิวรรต ธันยธร, 2532)

2.5.4 ปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางด้านภูมิประเทศ

ปัจจัยด้านภูมิประเทศ ถือว่าเป็นปัจจัยที่มีผลทางอ้อมต่อสังคมพืช โดยจะมีผลต่อความแปรผันของปัจจัยด้านอื่นๆ เช่น สภาพภูมิอากาศ และดิน การกระจายของพันธุ์พืชบางชนิดสัมพันธ์อยู่กับปัจจัยทางด้านภูมิประเทศ (อุทิศ กุฎอินทร์, 2541) ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล (elevation) ความลาดชัน (slope) ทิศด้านลาด (aspect) เป็นต้น

ความสูงจากระดับน้ำทะเล เป็นปัจจัยซึ่งอาจใช้เป็นตัวกำหนดชนิดประเภท และการเจริญเติบโตของพืชพรรณ พบว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามแนวตั้งหรือระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล จะมีค่ามากกว่าการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามแนวนอนหรือเส้นรุ้ง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิตามแนวตั้งจะเป็นไปในลักษณะที่อุณหภูมิของอากาศจะลดลงตามความสูงของพื้นที่ที่เพิ่มขึ้น (Knight, 1963) โดยเฉลี่ยอุณหภูมิจะลดลง 6.5 องศาเซลเซียส ต่อความสูงที่เพิ่มขึ้น 1 กิโลเมตร (วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ, 2540)

ความลาดชันของพื้นที่ เป็นลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ประการหนึ่ง เป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการระบายน้ำ และปริมาณความชื้นที่เป็นประโยชน์ในดิน ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชหลายชนิด โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ยืนต้น (กิตติ ศิริวัลลภ, 2516)

ทิศด้านลาด เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณความชื้นในดินและปริมาณแสงที่ได้รับ โดยทั่วๆไป อาจกล่าวได้ว่าทิศลาดทางเหนือและตะวันออกมีความชุ่มชื้นมากกว่าทิศด้านลาดทางตะวันตกและใต้ ปัจจัยเกี่ยวกับทิศด้านลาดนี้อาจจะมีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตทางความสูงของต้นไม้อย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือ ต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณทิศด้านลาดทางเหนือและตะวันออกจะมีการเจริญเติบโตทางด้านความสูงดีกว่าในบริเวณทิศด้านลาดทางตะวันตกและใต้ (กิตติ ศิริวัลลภ, 2516)

ปัจจัยต่างๆที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ซึ่งโดยทั่วไปการวัดความเจริญเติบโตที่ใช้กัน คือการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางหรือการวัดระดับความสูง ซึ่งค่าทั้งสองนี้อาจไม่ผันแปรจริงกับอายุจริงของต้นไม้ เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งและปัจจัยภายนอกต่างๆอาจเป็นปัจจัยจำกัดที่สำคัญ การตรวจสอบการเจริญเติบโตของต้นไม้โดยการศึกษาจากวงปีจะให้ความละเอียดของผลผลิตแต่ละปี และหากในพื้นที่ศึกษาหรือพื้นที่ใกล้เคียงมีการจดบันทึกข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาต่างๆ เช่นข้อมูลปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้น ปัจจัยเหล่านี้สามารถนำมาศึกษากับวงปีของต้นไม้ได้โดยตรง เพื่อหาปัจจัยที่มีอิทธิพลที่สุดต่อการเจริญเติบโตของสำคัญที่สุด

2.6 วงปีไม้กับสิ่งแวดล้อม

2.6.1 การพัฒนางานวิจัยด้านวงปีไม้

การวิจัยเกี่ยวกับวงปีไม้ (dendrochronology) มีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ในช่วงประมาณ 70-80 ปีที่ผ่านมาของศตวรรษที่ 20 ในระยะแรกมีห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับเรื่องนี้ในประเทศอเมริกา และในยุโรปน้อยมาก ห้องปฏิบัติการเหล่านี้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการหาอายุของข้อมูลทางด้านประวัติศาสตร์และโบราณคดี (Dating historical and archeological material) ในปัจจุบันจำนวนงานวิจัยที่นับไม่ถ้วนและมาจากพื้นที่แต่ละทวีปที่แตกต่างกันมีข้อมูลมากมายและยังมีการทำงานวิจัยอย่างต่อเนื่อง เช่นการใช้วงปีศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (dendroclimalogy) โดย Fritts (1976) และต่อมาใน คศ ที่ 1980 Schweingruber (1983a, 1988 และ 1992a) นักวิจัยที่สนใจเรื่องวิธีการศึกษาได้แก่ Kairiukstis et al. (eds.) (1987) Cook and Kairiukstis (eds.) (1990)

ต่อมาในระหว่างปี ค.ศ. 1985 การวิจัยเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศกับความกว้างวงปีก็ได้เริ่มที่มหาวิทยาลัย นอกจากจะเป็นการจัดการเรียน การสอน และงานวิจัย ยังมีการให้ความรู้กับนักศึกษาและผู้ที่สนใจทั่วไปเกี่ยวกับวงปีไม้ โดยจัดการศึกษาภาคสนามทุกปีในอเมริกาและในยุโรป ซึ่งเรียกว่า Field- Week เช่นเดียวกับการประชุมในระดับชาติและระดับภาคและการจัดประชุมเชิงปฏิบัติการ (ยุโรป-กลาง, ยุโรปเหนือ, รัสเซีย และในสวิสเซอร์แลนด์) และ

นอกจากที่กล่าวมาแล้ว วารสาร "Tree-Ring Bull" ได้เริ่มตั้งแต่ปี คศ. 1983 ในประเทศอเมริกา เพื่อเผยแพร่งานวิชาการที่เกี่ยวกับเรื่องของวงปีไม้

ส่วนในยุโรป Dendrochronologia เป็นวารสารที่จัดพิมพ์และสนับสนุนงานวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวงปีไม้ เช่นกัน

หากลำดับเกี่ยวกับการพัฒนาวงปีไม้ด้านพงศาวดารและประวัติศาสตร์จากประเทศต่างๆ ได้แก่

ตารางที่ 2-1 การพัฒนาวงปีไม้ด้านพงศาวดารและประวัติศาสตร์

ชื่อ ปี ค.ศ.	ประเทศ
● Eckstein and Wrobel, 1983	Deutschland
● Graeslund, 1984	Scandinavien
● Corona, 1983	Italien
● Liphschitz, 1986	Israel
● Wu Xinangding et al. 1987	China
● Luckmann and Innes, 1991	Canada
● Mitsuthani, 1990	Japan
● Robinson 1990, Cook 1990	USA
● Kairiukstis and Shiyatov 1990	USSR
● Park 1995	Korea

สำหรับในประเทศทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้นั้น (ตารางที่ 2-2) งานวิจัยเกี่ยวกับวงปีไม้ มีการพัฒนาและขาดความต่อเนื่องในระยะเริ่มต้นคือ

ตารางที่ 2-2 งานวิจัยเกี่ยวกับวงปีไม้ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ชื่อ ปี ค.ศ.	ประเทศ
Brandis 1824-1907	นักพฤกษศาสตร์และนักนิเวศวิทยาชาวเยอรมัน
Coster 1927, 1928	นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน ศึกษาไม้สักที่ประเทศอินโดนีเซีย
Berlage 1931	นักอุตุนิยมวิทยาชาวฮอร์แลนด์
De Boer 1951	นักอุตุนิยมชาวฮอร์แลนด์ ศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีไม้สักจากเกาะชวากับสภาพภูมิอากาศ
Bhattacharyya et al. 1992	อินเดีย
Buckley et al. 1995	นักวิจัยชาวอเมริกา และคณะจากประเทศออสเตรเลีย ทำการศึกษาไม้สนในประเทศไทย
Pumijumnong et al. 1995	นักวิจัยไทยและคณะจากประเทศเยอรมันศึกษาไม้สักในประเทศไทย

2.6.2 ความหมายเกี่ยวกับศาสตร์ทางด้านวงปีไม้

ในปัจจุบันนี้ความหมายเกี่ยวกับวงปีไม้มีมากทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ประโยชน์ และประยุกต์ใช้กับเรื่องต่างๆ ได้แก่

1) *Dendrochronology* (dendro = ต้นไม้, chronos = เวลา, logos = ศาสตร์) กล่าวรวมได้ว่า คือ ศาสตร์ซึ่งใช้วงปีของต้นไม้บอกอายุที่แน่นอนทั้งในการวิเคราะห์กระบวนการทางเวลาและพื้นที่ทั้งด้านภูมิประเทศและวัฒนธรรม ซึ่งสามารถแยกออกเป็นศาสตร์ต่างๆ เฉพาะด้านคือ

dendroarchaeology: การใช้ประโยชน์จากวงปีเพื่อศึกษาถึง "เมื่อไรที่ไม้นั้นถูกตัด, ขนส่ง, ขั้นตอน และนำมาใช้ในการก่อสร้าง" ตัวอย่าง การทราบอายุของชิ้นไม้จากสิ่งก่อสร้างที่หักพังในทางตะวันตกเฉียงใต้ของอเมริกาเพื่อที่จะประมาณเวลาว่าสร้างขึ้นมาเมื่อไร

dendroclimatology : การใช้ประโยชน์จากวงปี "เพื่อที่จะสร้างเส้นภูมิอากาศในอดีตและปัจจุบัน" ในพื้นที่ตัวอย่าง การวิเคราะห์ความกว้างของวงปีเพื่อที่ต้องการทราบว่า ปริมาณน้ำฝนมากน้อยเท่าใดที่ตกลงมาในแต่ละปีก่อนที่จะมีการเก็บบันทึกข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

dendroecology : การใช้ประโยชน์จากวงปี เพื่อที่จะศึกษาผลกระทบต่อระบบนิเวศโลก ตัวอย่าง การวิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษทางอากาศต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้โดยการศึกษาความกว้างของวงปีที่เปลี่ยนแปลงไปตามช่วงเวลา

dendrogeomorphology*:* การใช้ประโยชน์จากวงปีเพื่อที่จะหาอายุกระบวนการบนผิวโลกที่เกิดขึ้น การเปลี่ยนแปลง และรูปแบบของภูมิทัศน์ ตัวอย่าง การเปลี่ยนแปลงการเจริญเติบโตของต้นไม้โดยศึกษาจากวงปี เพื่อที่จะหาปีที่เกิดการเลื่อนของแผ่นดิน

dendroglaciology: การใช้ประโยชน์ของวงปีเพื่อที่จะหาปีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงชั้นน้ำแข็งตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ตัวอย่าง การศึกษาวงปีของไม้ที่ขึ้นที่ Moraines เพื่อที่จะประมาณเวลาการเกิดการเปลี่ยนแปลงของชั้นน้ำแข็ง

dendrohydrology*:* การใช้ประโยชน์ของวงปีเพื่อที่จะศึกษาทรัพยากรน้ำ ตัวอย่าง เพื่อต้องการทราบปีที่น้ำท่วมและความต่อเนื่องของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในทะเลสาบ

dendropyrochronology*:* การใช้ประโยชน์ของวงปี เพื่อที่จะศึกษาช่วงเวลาการเกิดไฟป่าทั้งเรื่องของเวลาและพื้นที่ ตัวอย่าง การใช้รอยแผลที่เกิดจากไฟป่ามาทำการศึกษาความถี่ของการเกิดไฟป่าในอดีต

2) คำอื่น ๆที่เกี่ยวข้อง

วงปี : คือชั้นของเซลของเนื้อไม้ที่สร้างขึ้นมาไม่ว่าจะเป็นต้นไม้ (ไม้ขนาดใหญ่) หรือเป็นไม้ขนาดกลางในช่วง 1 ปี โดยปกติประกอบขึ้นด้วยเซลที่มีผนังเซลบางซึ่งสร้างมาในช่วงฤดูกาลเจริญเติบโต (เรียกว่าไม้ต้นฤดู) และ เซลที่มีผนังเซลหนาคือเป็นเซลที่สร้างขึ้นมาปลายฤดูกาลเจริญเติบโต (เรียกว่าไม้ปลายฤดู) เซลตั้งแต่ไม้ต้นฤดูที่เริ่มสร้างจนถึงเซลปลายฤดูกาลเจริญเติบโต รวมกันเรียกว่า 1 วงปี (annual ring) ซึ่งปกติจะเจริญเติบโตเป็นรอบภายในลำต้นไม้

ดัชนีวงปี *:* คือความต่อเนื่องของวงปี ซึ่งอาจจะเป็นความกว้างของวงปี หรือค่าสูงสุดของความหนาแน่นของไม้ปลายฤดู ซึ่งถูกแปลงให้ไปเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย หรืออาจกล่าวได้ว่า ค่าดัชนี 0.75 (หรือ 75) สำหรับค่าปีนั้นชี้ให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของไม้น้อยกว่าค่าปกติ (ซึ่งค่าปกติอาจใช้ เป็น 1 หรือ 100)

การปรับค่ามาตรฐาน: หลักเกณฑ์ในการกำจัดปัจจัยที่ไม่ต้องการในช่วงเวลาที่ยาวของคุณสมบัติจากค่าความกว้างวงปี โดยการแบ่งจากค่าที่เป็นจริงโดยการประมาณการจากค่าสถิติที่ได้จากสมการซึ่งสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของต้นไม้ตลอดเวลาตั้งแต่ต้นไม้เริ่มเจริญเติบโต ซึ่งปกติกระบวนการนี้คือการ

กำจัดค่าความแตกต่างระหว่างไม้ช่วงที่มีอายุน้อยกับไม้ช่วงที่มีอายุมากขึ้น ซึ่งเกิดจากกระบวนการทางสรีรวิทยาและกระบวนการต่าง ๆที่เกิดจากสภาพแวดล้อมของสังคมป่า

2.6.3 ช่องว่างของงานวิจัย

งานวิจัยทางด้านวงปีไม้คงมีการพัฒนาต่อไปทั่วโลก ทั้งในเขตที่มีความพร้อมทั้งวัตถุดิบ (ไม้) ผู้เชี่ยวชาญ และเครื่องมือ งานวิชาการทางด้านวงปีไม้เริ่มขยับเข้าสู่เขตภูมิอากาศแบบป่าร้อนชื้น ซึ่งในอดีตคิดว่าไม่สามารถศึกษาได้ (Bass & Vetter 1989) แต่เนื่องจากความต้องการเชื่อมต่อข้อมูลสภาพภูมิอากาศของโลก ทำให้นักวงปีไม้ (Dendrochronologist) หันมาให้ความสำคัญและพัฒนาการศึกษาในป่าร้อนชื้น และเพื่อต้องการเข้าใจถึงรูปแบบการเจริญเติบโตของไม้เพื่อที่จะนำมาวางแผนการจัดการอย่างยั่งยืนต่อไป

อย่างไรก็ตาม Schweigruber (1996) ได้แสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับช่องว่างของการศึกษาวิจัยไว้คือ

1) การสร้างวงปี (Tree-ring formation)

มีงานวิจัยจำนวนมากมายที่กล่าวถึงระยะเวลาการสร้างวงปีในช่วงฤดูการเจริญเติบโต แต่มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่เสนอความสัมพันธ์ระหว่างระดับเซลกับความรู้ในเรื่องการเจริญเติบโต โดยเฉพาะอย่างยิ่งเกี่ยวกับความหนาของผนังเซล การทดลองในห้องปฏิบัติการและการเก็บข้อมูลในภาคสนามของไม้สนที่อายุน้อยและอายุมากและพืช angiosperm (ไม้ดอก เมล็ดมีเปลือกหุ้ม) ในสภาพอากาศที่แตกต่างกันจะเป็นพื้นฐานที่แข็งแรงเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านระบบนิเวศที่ใช้วงปีไม้ในการศึกษา (dendroecological research)

2) อิทธิพลของพื้นที่ต่อการเจริญเติบโตของ xylem (The influence of a stand on the growth of the xylem)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ (dendroclimatological research) มักจะละเลยเกี่ยวกับการศึกษาพลวัตรของพื้นที่ศึกษา (stand dynamic) ความรู้เกี่ยวกับความสัมพันธ์ภายในสังคมต้นไม้ทั้งด้านการแก่งแย่งและการช่วยเหลือ (competition และ cooperation) หรือความสัมพันธ์ลำดับของพื้นที่ศึกษา (stand hierarchy) ปัจจัยในพื้นที่และสภาพภูมิอากาศมีน้อยมาก ในลำดับแรกของการศึกษาที่จะก้าวต่อไป ควรที่จะศึกษาและอธิบายได้ว่าปัจัยอะไรมีการตอบสนองที่รุนแรงมากที่สุด เช่นการเปลี่ยนแปลงขนาดความกว้างวงปีอย่างฉับพลันในต้นไม้ทุกต้นในพื้นที่เดียวกัน มีความสำคัญที่ควรจะทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย (mean curves) และข้อมูลที่ต่อเนื่อง (response function) ในการศึกษาหลาย ๆกรณีเป็นเรื่องที่ง่ายและมีความเป็นเหตุเป็นผลเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านระบบนิเวศโดยใช้วงปีไม้ (dendroecological research) เมื่อต้นไม้จำนวนมากแสดงผลสะท้อนในเรื่องความกดดันออกมา

3) การพิจารณาเกี่ยวกับไม้ที่มีอายุหลายปี (Consideration of all perennial wood plants)

ไม้ที่มีเนื้อไม้มีความสำคัญมากในการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ ไม้ที่มีการเจริญลำดับ 2 (secondary growth) สามารถที่จะใช้ในการศึกษาวงปี ซึ่งรวมทั้ง ไม้ใหญ่ ไม้พุ่ม ไม้แคระ ในเขตอาร์ติค อบอุ่น แห้งแล้ง และป่าชื้น ในทั้งหมดนี้ การศึกษาวงปีไม่ได้ให้ความสนใจต่อ ไม้พุ่ม และไม้แคระแกรน เพราะการศึกษาวงปีสามารถบอกอายุได้อย่างแน่นอน มวลชีวภาพ และพลวัตรของชนิดของพืชหลักในทวีปนั้น และที่สำคัญสามารถที่จะทำการศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับชนิดไม้ในเขตป่าร้อนชื้นได้

4) ผลกระทบจากมลภาวะที่มนุษย์สร้างขึ้นในพื้นที่ที่มีมลภาวะรุนแรงหรือในพื้นที่ที่อยู่ในบริเวณเขตปลดปล่อย (The impact of anthropogenic pollution in heavily population area or in the vicinity of emitters)

มีการศึกษาพอสมควรเกี่ยวกับการลดลงของพื้นที่ป่า "forest decline" แต่เงื่อนไขทางด้านชีววิทยาและนิเวศวิทยาสามารถที่จะใช้มาทำนายเกี่ยวกับมลภาวะที่มนุษย์สร้างขึ้นยังขาดแคลนงานวิจัย การศึกษาในห้องปฏิบัติการและในพื้นที่ที่ป่าไม้ตายอย่างชัดเจนเนื่องมาจากมลภาวะที่มนุษย์สร้าง แนวทางการศึกษาเกี่ยวกับการลดลงของป่าไม้ควรนำเรื่องนี้พิจารณาร่วมด้วย เป็นไปอย่างแน่นอนแล้วว่าวงปีไม้ได้มีความสำคัญต่อการปลูกสร้างสวนป่า และพื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานมาก่อน เพราะต้นไม้สามารถที่จะให้วงปีที่ต่อเนื่อง

5) อิทธิพลของเงื่อนไขทางปัจจัยสภาพแวดล้อมระหว่างศตวรรษที่ 20 ต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ (The influence of environmental conditions during the 20th centuary on tree growth)

ในสมัยยุคปฏิวัติอุตสาหกรรมมนุษย์ได้เปลี่ยนแปลงระบบนิเวศอย่างมากมาย การเจริญเติบโตของต้นไม้ได้รับอิทธิพลมาจากเทคนิคการจัดการป่าไม้ การใช้ปุ๋ย และอาจเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การศึกษาวิจัยการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นไม้ในศตวรรษสุดท้ายกับศตวรรษที่ 20 แหล่งข้อมูลทางประวัติศาสตร์ โบราณคดี สามารถที่จะนำมาเปรียบเทียบผลผลิตของป่า เป็นเรื่องที่สำคัญมากที่งานทางด้านป่าไม้สามารถนำมาศึกษาร่วมกับงานทางด้านประวัติศาสตร์และโบราณคดี

6) วงปีไม้เป็นแหล่งเก็บข้อมูลทางฟิสิกส์-เคมี

การศึกษาเกี่ยวกับโลหะหนักในไม้และการวิเคราะห์ด้วย stable carbon, oxygen และ hydrogen isotopes ในการศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศ กลับนำมาเป็นคำถามมากกว่าคำตอบ ตัวอย่างเช่น การศึกษาทั่วไปมักจะอ้างถึงหลักเกณฑ์ทางระบบนิเวศ เช่นความสำเร็จของการศึกษาขึ้นอยู่กับคุณภาพของตัวอย่างที่เก็บมา จึงเป็นเรื่องที่สำคัญมากที่นักชีววิทยา นักนิเวศวิทยา นักฟิสิกส์ จะทำงานด้วยกันอย่างใกล้ชิด การทำงานร่วมกันจะส่งผลให้คุณค่างานทางด้าน isotope มีมากขึ้น

7) ความสัมพันธ์ระหว่างสังคมพืช ดิน และการเจริญเติบโตของต้นไม้ (The relationship between plant association, soil science and tree growth)

ยังเป็นข้อสงสัยว่าการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ช่วยในการสนับสนุนหรือเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยของพืชที่แบ่งออกเป็น phytosociologist อย่างไร นอกจากนี้ยังเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะรู้เกี่ยวกับสังคมพืชที่สามารถคงทนได้หลายช่วงทศวรรษ ทั้งๆที่อาจจะมีความแตกต่างของจำนวนสมาชิก จากโครงสร้างวงปีที่ได้รับความเครียดมีความเป็นไปได้ที่จะวัดว่าเหตุการณ์นั้นเกิดขึ้นเมื่อไรและอย่างไร เหตุการณ์ผิดปกตินั้นเกิดขึ้นอาจจะใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่ององค์ประกอบของหน่วยของพืชที่เกิดขึ้น

8) วงปีเป็นดัชนีในการชี้วัดโรคพืช (The tree ring as indicators of the processes involved in tree disease)

วงปีไม้สามารถที่จะเข้ามาเกี่ยวข้องในส่วนของโรคพืช วงปีสามารถที่จะบอกได้ว่า อาการของโรคพืชเคยเกิดขึ้นเมื่อไร

9) การศึกษาด้านกายวิภาคของพืชเป็นพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ (Wood anatomy as basis for all dendrochronological studies)

จนถึงปัจจุบันนี้ลักษณะทางกายวิภาคของพืชถูกใช้เพื่อการอธิบายลักษณะเดี่ยวๆของพืช ตัวอย่าง การหายไปของวงปี ผลของการศึกษาเกี่ยวกับระบบนิเวศโดยใช้วงปีไม้ได้รับการสนับสนุน การทำ micro-section จะทำให้การศึกษาโครงสร้างของวงปีมีความชัดเจนมากขึ้น

10) ต้นไม้และรากกับความเครียดที่ผ่านมา (Tree and root cross-section as chronics of stress history)

การศึกษาระบบนิเวศวิทยาโดยใช้วงปีไม้เกือบทั้งหมดพุ่งประเด็นไปที่ลักษณะทางระบบนิเวศ และทางชีววิทยา การศึกษา ชีว-ฟิสิกส์ ยังเป็นเรื่องที่ไม่เคยมีการปฏิบัติ มีความเป็นไปได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบราก เพื่อที่จะบอกได้ว่าประวัติความเครียดของต้นไม้มีมาอย่างไรเกิดบางช่วงเวลาหรือทั่วพื้นที่ การศึกษาลักษณะเช่นนี้จะเป็นประโยชน์ในพื้นที่ที่ปราศจากการเก็บบันทึกข้อมูลระยะยาวทางอุตุนิยมวิทยา

11) การใช้เทคนิคแบบเก่าและแบบใหม่ในการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ (The use of old and new techniques in dendrochronology)

ร้อยละ 90 ของการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้จะเป็นการวัดความกว้างวงปี เทคนิคที่ปฏิบัติกันเป็นประจำที่มีความก้าวหน้าขึ้นคือ x-ray densitometry และวิธีอย่างง่ายคือ skeleton plotting ซึ่งเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สามารถจะถอดรหัสลับรายละเอียดของระบบนิเวศได้ซึ่งถูกเก็บไว้ในวงปีไม้ อย่างไรก็ดี Image analysis หรือ simulation models เป็นวิธีการที่ดี ที่อยู่บนพื้นฐานของ นิเวศ-สรีรวิทยา และการศึกษาทางกายวิภาค สามารถที่จะพัฒนางานที่สำคัญทางด้านนิเวศวิทยาโดยใช้วงปีไม้ได้

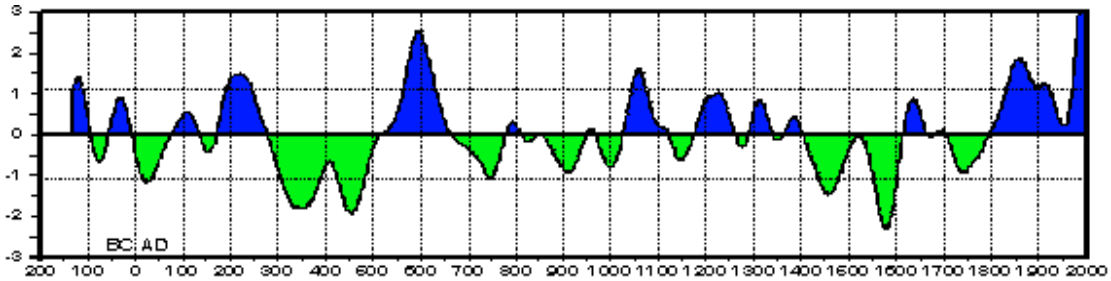
12) เครือข่ายภูมิอากาศโดยใช้วงปีไม้ (Global sampling network/global synoptic dendroclimatology)

การเปรียบเทียบผลการศึกษาสามารถทำได้เพียงเมื่อต้นไม้มาจากระบบนิเวศที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกัน ความหนาแน่นของไม้ปลายฤดูและวงปีจาก subalpine และ subpolar ซึ่งเป็นเขตสูงสุดที่ต้นไม้สามารถขึ้นได้ มาช่วยเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดไปคือ การสร้างเส้นอุณหภูมิย้อนกลับสามารถที่จะทำได้ทางครึ่งโลกซีกเหนือ เครือข่ายการเก็บตัวอย่างอย่างหนาแน่นจากไม้ที่มีชีวิตสามารถที่จะให้ข้อมูลในระดับบางเขตหรือทุกๆ 10 ปี หรือการผันแปรของอุณหภูมิในช่วงฤดูร้อนตัวอย่างของเครือข่ายที่มีข้อมูลเกี่ยวกับการกระจายและช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงในขอบเขตหนึ่ง ที่ไม่มีข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาที่ยาว แต่บางครั้งเครือข่ายที่มีความยาวข้อมูลมากๆ เช่น 1000-8000 ปี ดัชนีไม้ก็ไม่มีมากนัก ความมากมายของข้อมูลทางด้านประวัติศาสตร์สามารถที่จะพบได้ในพื้นที่ซึ่งเคยเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยมาก่อน พื้นที่ที่อยู่ห่างไกลเช่น alpine เป็นแหล่งสะสมของการทับถมของแม่น้ำทางเหนือ มี subfossil wood จำนวนมาก ในอนาคตอาจมีความเป็นไปได้ที่จะมีการสร้างเครือข่ายความอ่อนไหวของเส้นน้ำฝนที่ครอบคลุมพื้นที่อย่างกว้าง เช่นทางตะวันตกของอเมริกาเหนือ ทางเหนืออาฟริกา และตอนใต้ของยุโรป ถึงแม้ว่าจะยังไม่แน่ใจว่า เครือข่ายสามารถจัดเตรียมเรื่องรายละเอียดของสภาพภูมิอากาศอย่างต่อเนื่องและครอบคลุมพื้นที่กว้างขวางได้หรือไม่ แต่เป็นที่แน่นอนว่าสามารถที่จะแสดงการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงของสภาพภูมิอากาศในระยะยาวได้

2.7 หลักการเบื้องต้นในการศึกษา Dendrochronology

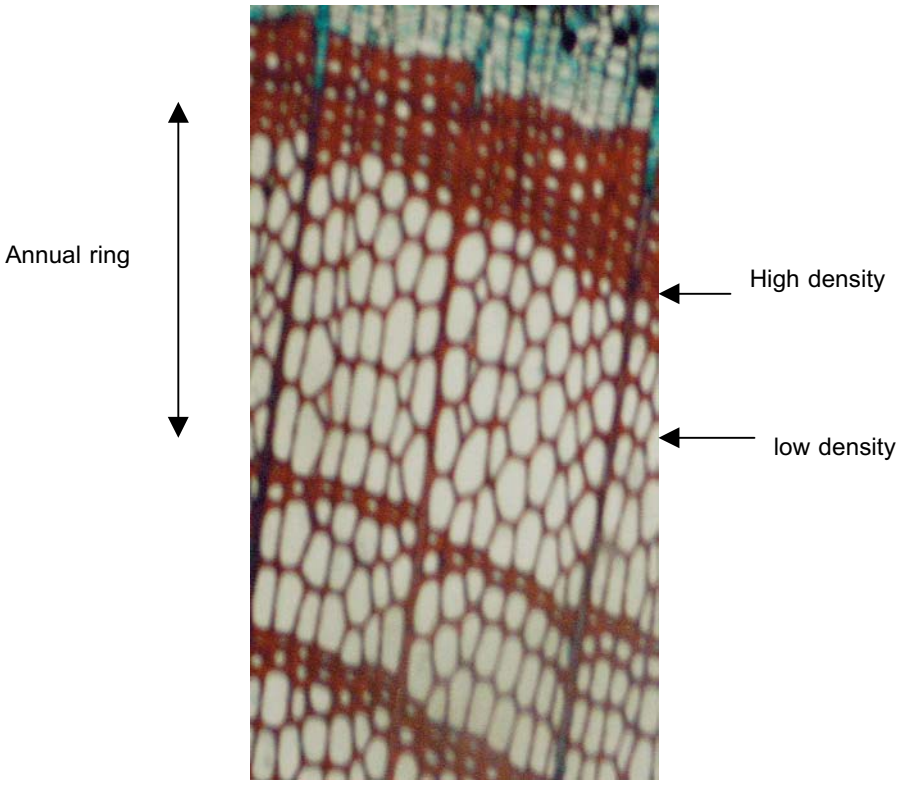
2.7.1 ความเหมือนกัน (Uniformitarian) กระบวนการทางด้านกายภาพและชีวภาพซึ่งเชื่อมโยงเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในปัจจุบันซึ่งส่งผลให้ต้นไม้เจริญเติบโตต้องเคยเกิดขึ้นก่อนในอดีต (Fritts, 1976) หรืออาจกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ “ปัจจุบันคือกุญแจไปสู่อดีต : The Present is the Key to The past” ผู้ที่ได้

กล่าวประโยคไว้คือ James Hutton ในปีค.ศ. 1785 อย่างไรก็ตาม Dendrochronology ได้เพิ่มเติมความหมายในทางตรงกันข้ามคือ “อดีตคือกุญแจไปสู่อนาคต : The past is the Key to the Future” หรือในอีกความหมายหนึ่ง เมื่อทราบถึงเงื่อนไขของสภาพแวดล้อมซึ่งเกิดขึ้นในอดีต (โดยการวิเคราะห์จากวงปี) เราสามารถที่จะทำนายและ/หรือจัดการ สภาพแวดล้อมในอนาคตได้ ดังแสดงในรูปที่ 2-8



รูปที่ 2-8 แสดงอิทธิพลปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่มีต่อต้นไม้ทั้งในอดีตและปัจจุบัน

2.7.2 ปัจจัยจำกัด (Limiting Factors) กล่าวคือ อัตราที่จะเกิดขึ้นได้จากกระบวนการต่าง ๆของพืชสามารถจะเกิดได้เร็วเท่ากับปัจจัยที่จำกัดที่มากที่สุด เช่น หากฝนเป็นปัจจัยจำกัดของพืช ดังนั้นปริมาณเนื้อไม้ที่จะผลิตโดยต้นไม้ใน 1 ปี จะสะท้อนถึงปริมาณน้ำฝนทั้งหมดที่ตกในพื้นที่นั้น ในปีนั้น



รูปที่ 2-9 แสดงปัจจัยจำกัดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้

2.7.3 ผลรวมของการเจริญเติบโตของต้นไม้ (Aggregate Tree Growth) กล่าวคือ ลำดับการเจริญเติบโตของต้นไม้แต่ละต้น สามารถที่จะแยกส่วน (decomposed) และนำไปสู่ผลรวมทั้งหมด (whole) ของปัจจัยสิ่งแวดล้อม ทั้งมนุษย์และธรรมชาติ ซึ่งมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ตลอดเวลา ตัวอย่างวงปีของต้นไม้ที่เติบโตขึ้นในเวลา 1 ปี มีผลมาจากปัจจัยรวมต่างๆดังนี้

1 อายุของต้นไม้ ซึ่งเป็นเรื่องทางสรีรวิทยา

2 สภาพภูมิอากาศของปีนั้นที่เกิดในพื้นที่ป่านั้น

3 ปัจจัยภายนอก เช่น การระบาดของแมลง ทำให้เกิดใบร่วง และทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง

4 กระบวนการเสี่ยงอย่างอื่นที่ไม่ได้กล่าวถึง

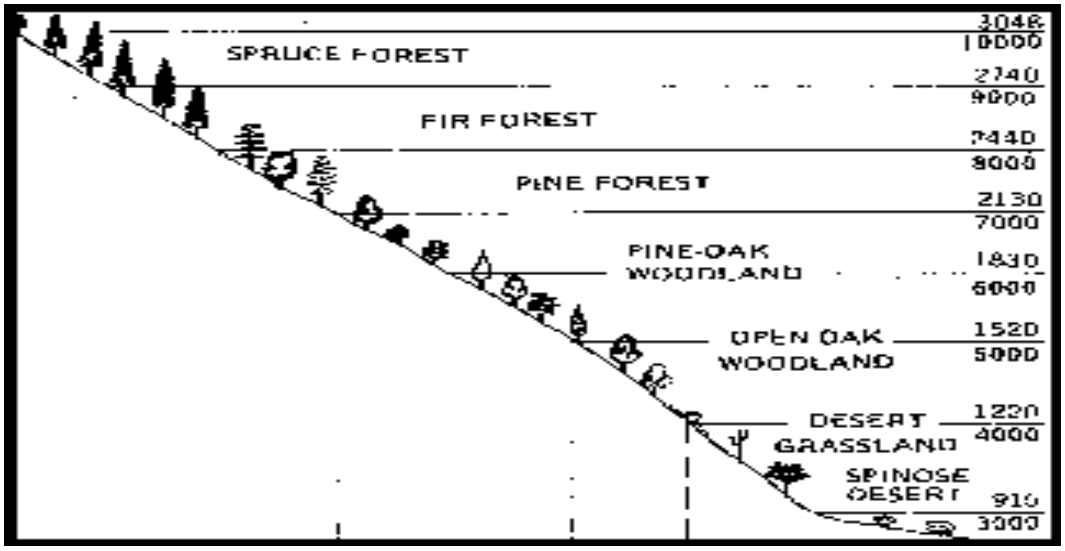
ดังนั้นหากต้องการศึกษาผลจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมปัจจัยใดมากที่สุด ควรพยายามลดปัจจัยทางด้านอื่นให้เหลือน้อยที่สุด เช่น หากต้องการที่จะศึกษาสภาพทางภูมิอากาศไว้ ปัจจัยเรื่องอายุก็ต้องพยายามที่จะกำจัดออกไป ต้นไม้ และ พื้นที่ ที่จะเลือกในการศึกษาก็ต้องเลือกให้มีข้อจำกัดของทั้งปัจจัยภายนอกและภายในของระบบนิเวศน้อยที่สุด

โมเดลของการเจริญเติบโตอยู่ในรูปสมการทางคณิตศาสตร์คือ

$$R_t = A_t + C_t + D1_t + D2_t + E_t$$

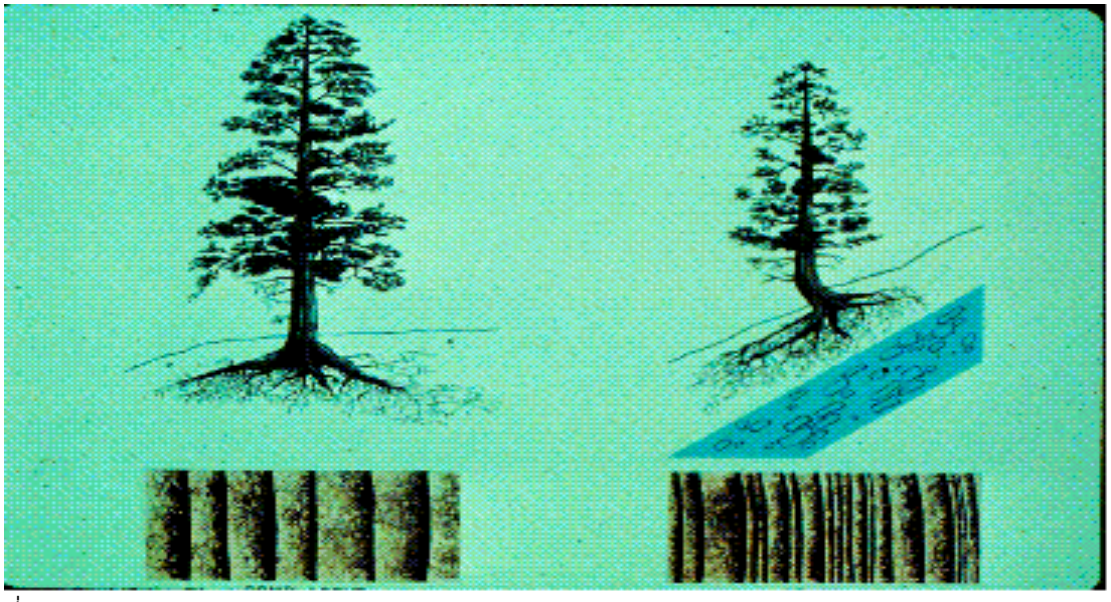
โดยที่ : “ความกว้างวงปี ที่ปีใดปีหนึ่ง (t) คือฟังชั่น
ของการเปลี่ยนแปลงของอายุ (A),
อากาศ (C),
การรบกวนจากขบวนการของพื้นที่ศึกษา (D1),
การรบกวนจากขบวนการของพื้นที่ศึกษา (D2),
และความผิดพลาดอื่นๆ (random error) (E) ”.

2.7.4 การกระจายตัวทางระบบนิเวศ (Ecological Amplitude) กล่าวคือชนิดไม้สามารถที่จะเจริญเติบโต ขยายพันธ์ เพิ่มจำนวน ขยายไปยังพื้นที่ที่กว้าง หรือในพื้นที่ที่แคบ หรืออาจจะจำกัดอยู่ในบางพื้นที่ ตัวอย่าง ไม้สนพอนเดโรสา (Ponderosa pine*: Pinus ponderosa*) มีการกระจายพันธ์ที่กว้างมากที่สุดของไม้สนทั้งหมด ในทางตอนเหนือของอเมริกา สามารถเติบโตในแหล่งที่อยู่อาศัยที่มีความแตกต่างกันมาก (เช่น พื้นที่ชื้นแฉะ พื้นที่แห้งแล้ง ระดับความสูงจากน้ำทะเลไม่มากนัก หรือที่สูงจากระดับน้ำทะเลมาก) ซึ่งตรงกันข้ามกับ ซิโควยายักษ์ (Giant Sequoia: *Sequoiadendron giganteum*) เจริญเติบโตในพื้นที่ที่จำกัดในบริเวณพื้นที่ลาดชันทางตะวันตกของ Sierra Nevada ของ แคลิฟอร์เนีย ดังนั้น ซิโควยายักษ์ มีการกระจายของระบบนิเวศที่แคบ หลักการนี้มีความสำคัญเพราะว่าชนิดพืชที่มีประโยชน์ต่อการศึกษาทางด้านวงปีไม้ ส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่ตามขอบของระบบธรรมชาตินั้นๆ เช่น ไม้สปรูซ (*Picea glauca*) ซึ่งขึ้นอยู่บริเวณด้านเหนือสุดของเส้นรุ้ง ของแนวเขตที่ต้นไม้สามารถขึ้นได้



รูปที่ 2-10 แสดงการกระจายตัวของต้นไม้ตามระดับความสูงที่แตกต่างกัน

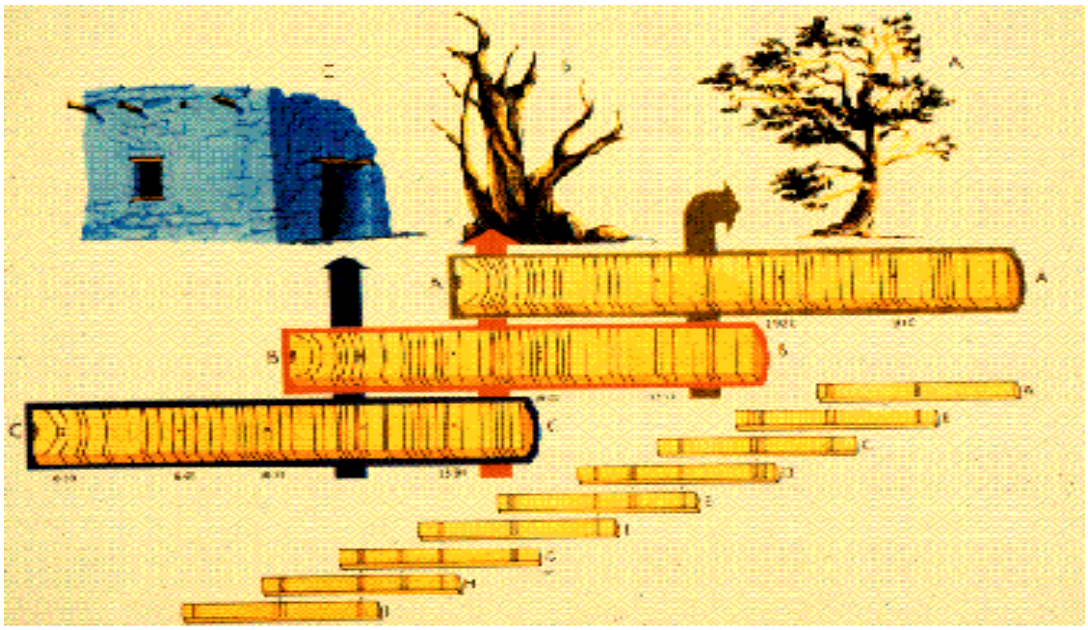
2.7.5 หลักการในการเลือกพื้นที่ศึกษา (Site Selection) การเลือกพื้นที่ที่จะเป็นประโยชน์ในการศึกษา Dendrochronology ต้องสามารถบอกได้และเลือกให้เข้ากับข้อกำหนดที่จะทำเส้นดัชนีที่ต้องการให้มีความอ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อม ตัวอย่างเช่น ต้นไม้ที่ตอบสนองต่อความแห้งแล้ง สามารถที่จะพบได้ในพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนเป็นปัจจัยจำกัด เช่นบริเวณพื้นที่ที่เป็นหินโผล่ หรือบริเวณหน้าผา ของพื้นที่ภูเขา ดังนั้น นักวงปีไม้ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องเงื่อนไขความแห้งแล้งในอดีต ควรที่จะมีเป้าหมายในการเลือกเก็บตัวอย่าง ในพื้นที่ที่มีน้ำเป็นปัจจัยจำกัด การเลือกต้นไม้ในบริเวณพื้นที่ที่ต่ำ หรือพื้นที่ที่มีความชื้น หรือมีน้ำขัง ก็จะไม่มีการสร้างวงปีที่มีความอ่อนไหวเป็นพิเศษ กับปริมาณน้ำฝน นักวงปีไม้ ต้องทำการเลือกพื้นที่ศึกษาที่สะท้อนผลทางด้านสิ่งแวดล้อมที่ตนสนใจมากที่สุด



ที่มา: http//www.utk.edu

รูปที่ 2-11 แสดงความแตกต่างของวงปีไม้ในพื้นที่ศึกษาที่มีลักษณะต่างกัน

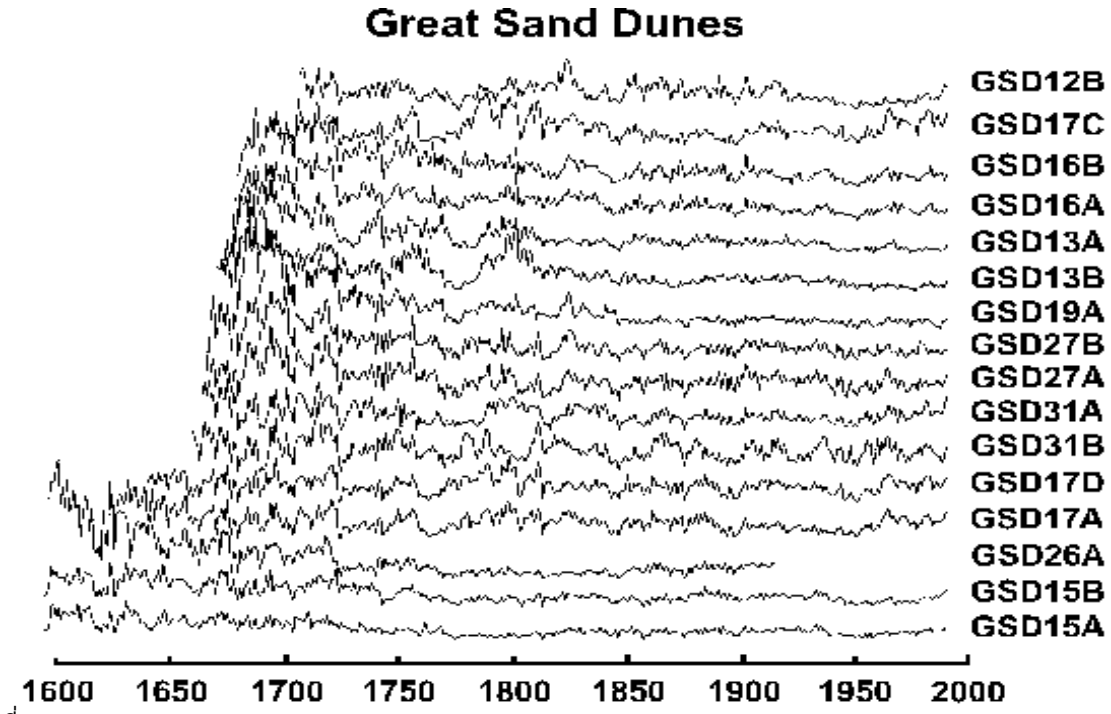
2.7.6 หลักเกณฑ์ในการเปรียบเทียบความเหมือนกัน (Crossdating) กล่าวคือ การเปรียบเทียบรูปแบบของความกว้างวงปี หรือลักษณะอย่างอื่นเช่น รูปแบบของความเข้ม (density) ของ วงปี ความต่อเนื่องของวงปีที่แตกต่างกัน สามารถบอกได้อย่างแน่นอนว่าวงปีไหนที่สร้างขึ้นเมื่อไร ตัวอย่างที่สามารถบอกอายุของสิ่งก่อสร้างได้ เช่นบ้านของชาวอินเดียแดง ที่สร้างขึ้น โดยการเทียบเคียงระหว่างตัวอย่างไม้ที่เจาะมาจากสิ่งก่อสร้างและตัวอย่างที่ได้มาจาก ต้นไม้ที่มีชีวิตอยู่



ที่มา:http://www.utk.edu

รูปที่ 2-12 แสดงการเปรียบเทียบความเหมือนกัน

2.7.7 การจำลองแบบ (Replication) สัญญาณจากสภาพแวดล้อมที่ต้องการศึกษาต้องเป็นปัจจัยที่สำคัญมากที่สุด และการรบกวนจากส่วนอื่นๆ (noise) ต้องน้อยที่สุด โดยการเลือกเก็บตัวอย่างจากต้นไม้ 1 ต้น มากกว่า 1 ด้านรัศมี และเลือกเก็บต้นไม้มากกว่า 1 ต้น ในพื้นที่ที่ศึกษา การที่เก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ตัวอย่างจากต้นไม้ 1 ต้น เพื่อที่จะลดความคลาดเคลื่อนของความแตกต่างในต้นไม้เดียวกัน “intra-tree variability” การที่ต้องเก็บตัวอย่างมากกว่า 1 ต้นในพื้นที่ศึกษา และอาจจะต้องเลือกพื้นที่ศึกษาหลายๆพื้นที่ศึกษา เป็นการทำให้แน่ใจว่า การรบกวน (noise) มีน้อยมาก



ที่มา: http://www.utk.edu

รูปที่ 2-13 แสดงกราฟเส้นการเจริญเติบโตจากพื้นที่ศึกษาจำนวนมาก

2.8 การประยุกต์ใช้วงปีไม้กับปรากฏการณ์ Elnino-Southern Oscillation

ตัวอย่าง Stahle et al. (1993) ศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเส้น Southern Oscillation Extreames โดยใช้ความกว้างของวงปีไม้ จากบริเวณตอนใต้ของอเมริกา (Sierra Madre Occidental และ Southern Great Plains Woodhouse (1993) ได้ทำการศึกษาผลกระทบของ ENSO ต่อความกว้างวงปีไม้ในพื้นที่ตอนกลางโคโลราโด และ D'Arrigo and Jacoby (1991) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับ "A 1000-year record of winter precipitation from northern New Mexico, USA: a reconstruction from tree-rings and its relation to El Nino and Southern Oscillation". งานวิจัยเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของปรากฏการณ์ El Nino กับวงปีไม้ ในประเทศไทยนั้น ผลการศึกษาทั้งสองให้ข้อสรุปว่าปรากฏการณ์ El nino ส่งผลให้สภาพอากาศในปีนั้นแห้งแล้งและทำให้วงปีไม้แคบลง Pumijumnong (2001) การศึกษาปรากฏการณ์และการสร้างเส้นดัชนี ElNino-Southern Oscillation ในประเทศไทย โดยใช้ความกว้างวงปีไม้ ไม้ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาคือ ไม้สัก ไม้สน 2 ใบ และ 3 ใบ พื้นที่ศึกษาครอบคลุม เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอุ้มผาง จังหวัดตาก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย จังหวัดแม่ฮ่องสอน ดัชนีของไม้สักมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนี ENSO เดือน พฤษภาคมถึงตุลาคม ของปีปัจจุบัน และดัชนีของไม้สนมีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญกับดัชนี ENSO ตั้งแต่เดือนกันยายนของปีที่ผ่านมาจนถึงเมษายนของปีปัจจุบัน

2.9 การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงปีไม้ในเอเชีย

อาจกล่าวได้ว่าการศึกษาวงปีไม้ในบริเวณเอเชีย หรือแถบป่าร้อนชื้น มีการพัฒนาน้อยมากหากเทียบกับประเทศอื่นๆของโลก ประเด็นสำคัญที่เป็นเช่นนี้คงเนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศที่มีความไม่ชัดเจนของฤดูกาล ซึ่งส่งผลให้การเจริญเติบโตของต้นไม้มีตลอดทั้งปีและทำให้ไม่เห็นความชัดเจนระหว่างเนื้อไม้ในช่วงฤดูแล้งและฤดูฝนซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ไม้สร้างวงปี Bass & Vetter (1989) กล่าวว่า การศึกษาวงปีไม้ในเขตป่าร้อนชื้น (tropical rain forest) และกึ่งร้อนชื้น (Subtropical rainforest) ในเวลาที่ผ่าน

มาไม่มีความเป็นไปได้ แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโดยรวมของโลก และความเชื่อมต่อกันของสภาพภูมิอากาศ ทำให้ต้องเข้าใจ สภาพภูมิอากาศในแต่ละพื้นที่ ดังนั้น ความพยายามที่จะศึกษาทางด้านวงปีไม้เพื่อเป็นเครื่องมือบ่งบอกถึงสภาพภูมิอากาศจึงเริ่มขึ้น

อย่างไรก็ดีปรากฏเอกสารอ้างอิงที่เก่าแก่ที่พอจะประมาณได้ว่ามีเค้าโครงการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้หรือเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของต้นไม้ในเขตกึ่งป่าร้อนชื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบเอเชียคือ Geiger (1915) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของฮอร์โมนกับการทิ้งใบของไม้สักที่เกาะชวา ประเทศอินโดนีเซีย นอกจากนี้ Coster (1927,1928) ได้ศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการหยุดการเจริญเติบโตของไม้สักกับสภาพภูมิอากาศที่เกาะชวา ประเทศอินโดนีเซียและพบว่ามีความสัมพันธ์กัน นอกจากนี้ยังได้มีการกล่าวไว้ในเอกสารโดย Brandis นักพฤษศาสตร์ชาวเยอรมันที่ได้เข้ามาอยู่ในประเทศอินเดียและประเทศพม่าเป็นเวลานาน ได้กล่าวถึงไม้สักว่าเป็นไม้ที่มีวงปี (Liese,1986)

การศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้สักที่ทำอย่างเป็นเรื่องราวและสร้างดัชนีไม้สักขึ้นเป็นเส้นแรกเป็นการศึกษาของนักอุตุนิยมวิทยา ชาวเนเธอแลนด์ ที่ในสมันนั้นประเทศอินโดนีเซียยังเป็นเมืองขึ้นของประเทศเนเธอร์แลนด์ (Berlage,1931) ได้ทำการสร้างดัชนีของไม้สักที่มีอายุมากที่สุดคือประมาณ 400 ปี จากหมู่เกาะชวา ประเทศอินโดนีเซีย และทำการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีกับปัจจัยต่างๆทางสภาพภูมิอากาศ และพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างเด่นชัดโดยเฉพาะปริมาณน้ำฝน ต่อจากนั้นมีนักวิทยาศาสตร์จากทั้งประเทศออสเตรเลีย (Murphy,1994; Murphy&Whetton,1989; Palmer & Murphy,1993), นักอุตุนิยมวิทยาชาวเนเธอแลนด์ (DeBore,1951) และนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกา (Jacoby & D'Arrigo,1990) ได้นำดัชนีไม้สักของ Berlage มาทำการวิเคราะห์ใหม่ โดยใช้เทคโนโลยีด้านการคิดคำนวณที่ทันสมัยขึ้น ซึ่งผลการศึกษาโดยรวมพบว่า ขนาดความกว้างวงปีของไม้สักจากชวามีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในช่วงที่เปลี่ยนจากฤดูแล้งมาเป็นฤดูฝน

จะเห็นได้ว่าการศึกษาวงปีไม้สักในประเทศอินโดนีเซียมีความเข้มข้นพอสมควรในช่วง 1915-1993 และการศึกษาทั้งหมดจะเป็นนักวิทยาศาสตร์จากต่างประเทศที่ได้นำความรู้เกี่ยวกับศาสตร์ทางด้านวงปีไม้ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิชาชีววิทยาเข้ามาประยุกต์ใช้ จนถึงปัจจุบัน (2549) ไม่มีผลงานวิจัยใหม่ๆ จากประเทศนี้เลย อาจเนื่องมาจาก ไม้สักในประเทศอินโดนีเซียมีเพียงที่เกาะชวาและคาดว่าจะเป็นไม้สักที่นำเข้ามาปลูกตั้งแต่สมัยก่อน (Hesmer,1970) และอีกสาเหตุหนึ่งอาจเป็นเพราะไม่มีนักวิทยาศาสตร์ที่สนใจเกี่ยวกับเรื่องนี้เป็นชาวอินโดนีเซีย

ประเทศอินเดีย เป็นประเทศหนึ่งในเขตเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่มีความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยทรัพยากรป่าไม้ การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ เรื่องวงปีไม้ ค่อนข้างที่จะมีความต่อเนื่อง อาจจะเป็นเพราะในประเทศอินเดียมีสถาบันการศึกษาและสถาบันอื่นๆที่ให้ความสำคัญเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านนี้ เช่นที่ Birbal Sahni Institute of Palaeobotany, LUCKNOW เนื่องจากที่ตั้งของเมืองอยู่ทางตอนเหนือของประเทศอินเดียและอยู่ใกล้กับเทือกเขาหิมาลัยทำให้สถาบันนี้มีงานวิจัยมากมายเกี่ยวกับเรื่องพืชพรรณในอดีตและเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ นอกจากนี้สถาบัน Climatatology and Hydrometeorology Division, Indian Institute of Tropical Meteorology. มีงานวิจัยมากมายเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศโดยเฉพาะอย่างยิ่งลมมรสุม ดังนั้นงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์จึงมีอย่างต่อเนื่องได้แก่ Chowhury (1940), Plant and Borgaonkar (1983) และ Bhattacharyya et al. (1992) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับความกว้างของวงปีของไม้สักพบว่าปริมาณน้ำฝนของเดือนตุลาคมของปีที่ผ่านมามีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างวงปี Borgaonkar et al. (1996) ได้ศึกษาความกว้างวงปีของไม้ *Cedrus deodara* จากสามพื้นที่ศึกษาที่แตกต่างกันทางตะวันตกของเทือกเขาหิมาลัย ผลจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิมีความสัมพันธ์เชิงลบกับความกว้างวงปีของไม้ และปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความกว้างวงปี และได้มีการสร้างเส้นภูมิอากาศในช่วง

ก่อนฤดูฝนคือ มีนาคม-เมษายน-พฤษภาคม เส้นอุณหภูมิที่สร้างขึ้นใหม่ย้อนหลังกลับไปถึงในศตวรรษที่ 18 Borgaonkar et al.(1994) ศึกษาความกว้างวงปีไม้จากไม้ต่างชนิดกันคือ Abies, Cedrus, Picea และ Pine จากทางตะวันตกของเทือกเขาหิมาลัย โดยที่ความกว้างของวงปีไม้ได้แสดงศักยภาพในการศึกษาเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศเป็นอย่างดีและได้สร้างเส้นน้ำฝนที่ Srinagar, Kashmir, India กลับไปถึงศตวรรษที่ 18 นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยต่างๆอีกมาก

ประเทศไทย อาจกล่าวได้ว่าได้มีการศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้เมื่อไม่กี่ปีมานี้เอง เอกสารงานวิจัยชิ้นแรกเป็นของ Thammincha et al. (1988) ได้ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านรัศมีของไม้สน 2 ใบ และ สน 3 ใบ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ต่อจากนั้นอีก 7 ปี คือในปี 1995 (พ.ศ. 2538) ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับไม้สักขึ้นเป็นครั้งแรกของประเทศไทย (Pumijumnong, 1995; Pumijumnong et. al., 1995a; 1995b) โดยที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลไม้สักบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัดคือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำพูน จังหวัดแพร่ จังหวัดตาก และจังหวัดลำปาง จำนวนพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 29 พื้นที่ศึกษา จำนวนตัวอย่าง 425 ตัวอย่าง จาก 288 ต้น ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีไม้สักที่ยาวที่สุด 312 ปี จากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก ผลการศึกษาสรุปโดยภาพรวมคือ ไม้สักทางภาคเหนือของประเทศไทยตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิใกล้เคียงกัน คือ ปริมาณน้ำฝนในช่วงคาบเกี่ยวจากฤดูแล้งมาสู่ฤดูฝน (เมษายน-กรกฎาคม) มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับความกว้างวงปี ส่วนอุณหภูมิมีความสัมพันธ์อย่างไม่มีนัยสำคัญ และจากการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างเส้นน้ำฝนและเส้นอุณหภูมิกลับไปถึงปี 1870 (พ.ศ. 2413) พบว่าโดยเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วงที่ไม่มีข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา พ.ศ. 2413-2454 (ค.ศ.1870-1911) ไม่มีความแตกต่างจากสภาพปัจจุบันมากนัก พ.ศ. 2454-2533 (ค.ศ.1911-1990) ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิมีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน เช่นเดียวกับปริมาณน้ำฝนและกราฟในช่วงปัจจุบัน (1911-1990) จะมีความแปรปรวนมากกว่าในอดีต

นอกจากนี้การศึกษาเรื่องวงปีไม้ในประเทศไทย ยังมีคณะนักวิจัยชาวต่างชาติที่ให้ความสำคัญโดยเฉพาะได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับไม้สนในทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยและมีผลการศึกษาในเบื้องต้นซึ่งได้มีการตีพิมพ์แล้วคือ D'Arrigo et al. (1997), Buckley et al., (1995)

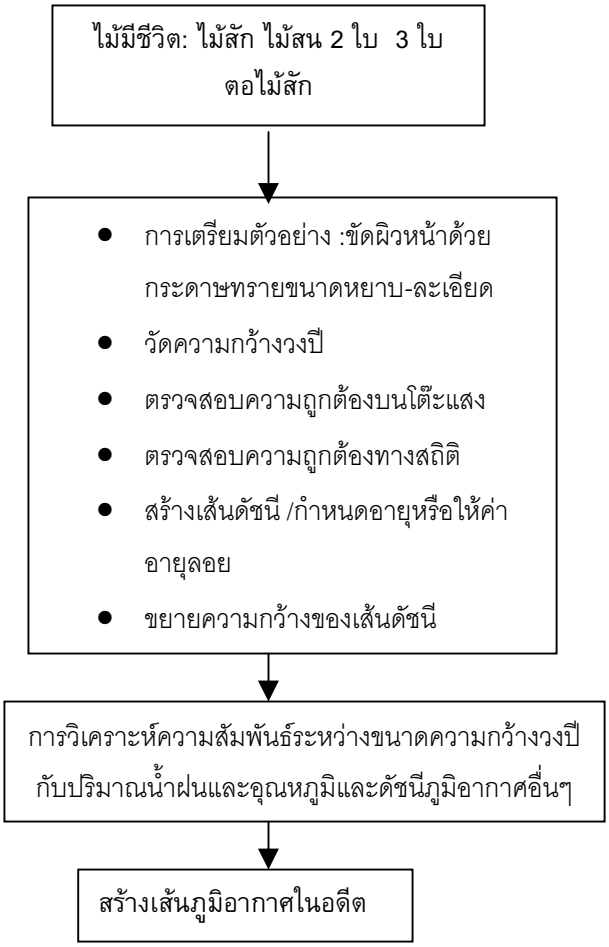
ส่วนการทำงานวิจัยในด้านอื่นๆเกี่ยวกับวงปีไม้ในประเทศไทย เป็นงานวิทยานิพนธ์ของนักศึกษาในระดับมหาบัณฑิต เช่น Booncherchco (1996) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีไม้สน กับตัวแปรด้านอากาศ กรณีศึกษา อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว และภูกระดึง ประเทศไทย ผลจากการศึกษาพบความกว้างวงปีของไม้สนมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายปี และมีความสัมพันธ์กับปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี Sumitra (1999) ได้ทำการศึกษาเรื่อง Correlative Study of Teak Ring Width and climatological Data from Srisatchanalai Area, Northern Thailand. ผลจากการศึกษาพบว่าความกว้างวงปีของไม้สักที่มีชีวิตมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำฝนในเดือนกรกฎาคม ส่วนไม้สักจากเสาที่บ้านเก่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณน้ำฝนเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม และสิงหาคม Sukkosol (1998) ได้ทำการศึกษาเรื่อง A Study of Drought and Flood Events in Thai Historical Data of The 20th Century and Comparison with Meteorological Data and Tree-ring Indices. การศึกษาครั้งนี้เป็นการนำเอาข้อมูลเหตุการณ์ประวัติศาสตร์ไทยในช่วงศตวรรษที่ 20 โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหตุการณ์ฝนแล้งและน้ำท่วมมาเปรียบเทียบกับข้อมูลปริมาณน้ำฝนจากปี พ.ศ. 2454-2536 (ค.ศ. 1911-1993) และข้อมูลวงปีไม้สนสามใบ ผลจาการศึกษาพบว่าข้อมูลปริมาณน้ำฝนมีความสัมพันธ์กับความกว้างวงปีไม้และสนับสนุนข้อมูลประวัติศาสตร์มากกว่าข้อมูลอุณหภูมิ โดยที่ปริมาณน้ำฝนเดือนพฤศจิกายนและตุลาคมมีผลเชิงบวกต่อความกว้างวงปีของไม้สนสามใบในบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

การศึกษาวงปีไม้ในประเทศพม่า นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ (2542) การศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากการเก็บข้อมูลในการศึกษาครอบคลุม พื้นที่ป่าเบญจพรรณที่แตกต่างกัน 3 เขตในประเทศพม่าคือ บริเวณ Pago Division, Magwe Division และ Mandalay Division พบว่า ไม้สักที่พม่า อายุมากที่สุด 250 ปี (จากข้อมูลที่เก็บมาทำการศึกษา) จากพื้นที่ Moswe Forest Reserve ในเขต Pago Division สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมินั้น เนื่องจากไม่สามารถได้ข้อมูลที่จดบันทึกจริงจากสถานีอุตุนิยมวิทยาที่พม่า หรือที่ได้ข้อมูลจริงมีเพียง 10 ปีเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้ ได้นำมาจากข้อมูลที่เผยแพร่ใน Internet ซึ่งผลจาการวิเคราะห์พบว่า มีเพียงพื้นที่ที่ Mandalay Division เท่านั้นที่ไม้สักมีการตอบสนองกับปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในลักษณะที่สามารถจะอธิบายอย่างเป็นเหตุเป็นผล ซึ่งข้อมูลคล้ายคลึงกับผลการศึกษาที่ประเทศไทยเป็นอย่างมาก

บทที่ 3
วิธีการศึกษา

3.1 ขั้นตอนดำเนินงาน

ขั้นตอนในการศึกษา ดังแสดงในรูปที่ 3-1 ในการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างทั้งจากไม้ที่มีชีวิต และจากตอไม้ที่เหลืออยู่ในพื้นที่ ตัวอย่างไม้ที่เก็บประกอบด้วยไม้สักและไม้สน ทั้งสนสองใบและสามใบ



รูปที่ 3-1 ขั้นตอนในการทำงาน

3.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลทุติยภูมิที่จำเป็นสำหรับการศึกษาครั้งนี้คือ ข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศ ในแต่ละพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ข้อมูลปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิ โดยใช้ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยาที่มีการบันทึกไว้ ข้อมูลสภาพภูมิอากาศนี้นำไปใช้ในการคำนวณการตอบสนองของความกว้างวงปีไม้กับสภาพภูมิอากาศเพื่อศึกษาถึงอิทธิพลของปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นไม้ ทั้งนี้ในพื้นที่แต่ละแห่งจะใช้สถานีตรวจวัดสภาพภูมิอากาศที่ใกล้พื้นที่ศึกษา แต่ควรพิจารณาความยาวของข้อมูลด้วย เนื่องจากหากข้อมูลจำนวนวงปีไม้ยาวมาก แต่ข้อมูลสภาพภูมิอากาศสั้นมาก จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูง ซึ่งเป็นผลมาจากโอกาสในการจับคู่ระหว่างตัวแปรตาม (วงปีไม้) และตัวแปรอิสระ (ปริมาณน้ำฝนหรืออุณหภูมิ) มีโอกาสสูง ดังนั้นจำเป็นต้องเสนอรายละเอียดไว้ในผลการวิจัยทุกครั้งถึงสภาพข้อมูลที่ใช้

ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ใช้ในการคำนวณเป็นข้อมูลรวมรายเดือนและอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของแต่ละสถานีที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศจากสถานีต่างๆ ดังนี้คือ

ตารางที่ 3-1 รายชื่อสถานีสภาพภูมิอากาศที่นำมาใช้ในการศึกษา

ชื่อสถานี	ข้อมูลน้ำฝน	ข้อมูลอุณหภูมิ	ระดับความสูงจากน้ำทะเล (ม)	ที่ตั้ง
อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน	1911-2003	1951-2003	271	19° 18”-เหนือ 97° 50” ตะวันออก
อ.เมือง จ.เชียงใหม่	1911-2003	1951-2003	305	18° 47” เหนือ และ 98° 58” ตะวันออก
อ.อมก๋อย จ.เชียงใหม่	1977-2003	-	-	
อ.เมือง จ.เชียงราย	1911-2002	1951-2002	-	-
อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	1911-2002	1951-2002	-	-
อ.หัวหิน จ. ประจวบคีรีขันธ์	1950-2002	1950-2002	-	-

ตารางที่ 3-2 รายชื่อดัชนีภูมิอากาศ

climate	location	web site
SOI(Southern Oscillation Indices)	Sea level at Tahiti (10° 33” south, 149° 20” east And sea level pressure at Darwin (12° 26” south, 130° 52” east	http://www.bom.gov.au/climate/glossary/soi.html

ตารางที่ 3-2 (ต่อ) รายชื่อดัชนีภูมิอากาศ