



# การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย (Thailand Climate Change Information)



## เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต

อำนาจ ชิดไธสง

ผู้เขียนและเรียบเรียง

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

# การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย (Thailand Climate Change Information)

## เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต (Volume 1: Past Climate)

อำนาจ ชิดโรสง  
ผู้เขียนและเรียบเรียง

ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย  
(The Thailand Research Fund's Research Development and  
Co-ordination Center for Global Warming and Climate Change; T-GLOB)



สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว).

ชื่อหนังสือ	การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย (Thailand Climate Change Information) เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต
ผู้เขียน	อำนาจ ชิดโรสง
พิมพ์ครั้งที่ 2	มีนาคม 2553
จำนวน	2,000 เล่ม
จัดทำโดย	ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund's Research development and Co-ordination Center for Global Warming and Climate Change) (T-GLOB) บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140 โทร 02 470 8309 -10 ต่อ 4144/4119 โทรสาร 02 872 9805 <a href="http://climatechange.jgsee.org">http://climatechange.jgsee.org</a>
ได้รับทุนอุดหนุนจาก	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ชั้น 14 เอสเอ็มทาวเวอร์ เลขที่ 979 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
ออกแบบโดย	มีทนพรรณ จิวเจียม และประวูฒิ ศรีมโนธรรม

### ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ National Library of Thailand Cataloging in Publication Data

อำนาจ ชิดโรสง. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต.--  
กรุงเทพฯ : สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2553.  
92 หน้า.  
1. ไทย-ภูมิอากาศ 2. การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก. II. ชื่อเรื่อง.  
551.6  
ISBN: 978-616-7070-24-7

# คำนำ

เป็นที่แน่ชัดแล้วว่าภูมิอากาศของโลกกำลังเปลี่ยนแปลง โดยเฉพาะในศตวรรษที่ผ่านมา ก่อเกิดฝนและความแห้งแล้งที่ผิดปกติ ความผิดปกติของฝนในแต่ละพื้นที่ พายุที่มีความรุนแรงและบ่อยขึ้นในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา ส่งผลกระทบมากมายต่อทุกอย่าง ทุกด้าน ทั้งทางเกษตร เศรษฐกิจ ความเป็นอยู่ ชีวิต ทรัพย์สิน ฯลฯ

สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือ อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (โลกร้อน) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า ก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ปลดปล่อยในบรรยากาศได้ก่อให้เกิดโลกร้อน โดยเฉพาะตั้งแต่เริ่มการปฏิวัติอุตสาหกรรมเป็นต้นมา หากมนุษย์ไม่รับดำเนินการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกในอัตราที่นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณไว้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกก็จะยังไม่อยู่ ซึ่งจะนำไปสู่ความหายนะของสิ่งมีชีวิตบนโลก

การศึกษา หาข้อมูล และหามาตรการแก้ไขเรื่องก๊าซเรือนกระจก โลกร้อน และสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จึงได้สนับสนุนงานวิจัยในเรื่องดังกล่าวมาอย่างต่อเนื่อง ทั้งในเชิงการรวบรวมและสังเคราะห์ข้อมูลและความรู้ และเชิงนโยบาย

ชุดความรู้เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย” เป็นผลผลิตของศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการสนับสนุนของ สกว. ในการประมวลข้อมูลความรู้หลากหลายศาสตร์ หลายมิติ จากงานวิจัยของสถาบันการศึกษา/วิจัย และนำเสนอภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตั้งแต่อดีตและที่จะเผชิญในอนาคต โดยคาดหวังว่าภาคส่วนต่างๆ ของสังคมไทยได้รับรู้และคิดหาหนทางรับมือกับความเสี่ยงใหม่ที่เป็นภัยคุกคามส่งผลกระทบร้ายแรงต่อความมั่นคงและเศรษฐกิจของประเทศ

สกว. ขอขอบคุณ ผศ.ดร.อำนาจ ชิตไธสง บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ผู้ประสานงานวิจัย และกลุ่มนักวิจัยในชุดโครงการการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบต่อประเทศไทย ที่ให้ความทุ่มเทและร่วมสร้างและเผยแพร่ความรู้ในเรื่องดังกล่าว



ศาสตราจารย์ ดร. สวัสดิ์ ตันตระรัตน์

ผู้อำนวยการสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย



# เกี่ยวกับหนังสือเล่มนี้

เมื่อประมาณปลายปี 2549 งานวิจัยด้านโลกร้อน/การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยอย่างจริงจังโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผลของการดำเนินงานดังกล่าว ด้านหนึ่งส่งผลให้เริ่มมีการระดมองค์ความรู้และความเข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงในเชิงกายภาพและผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นต่อประเทศไทยจากภาวะโลกร้อน และอีกด้านหนึ่งสังคมไทยได้รับรู้ข้อมูลและเริ่มตระหนักและเข้าใจถึงปัญหาโลกร้อนมากขึ้น

องค์ความรู้ที่เกิดจากงานวิจัยนับว่ามีความสำคัญและก่อให้เกิดประโยชน์ในการสร้างความเข้าใจให้กับสังคมและผู้สนใจทั่วไป สกว. จึงดำริให้นำความรู้ที่เกิดขึ้นมาจัดการให้เกิดการเผยแพร่และเป็นแหล่งอ้างอิง ซึ่งผู้เขียนเห็นว่าเพื่อให้สะดวกต่อการเข้าถึงและง่ายต่อการทำความเข้าใจ จึงรวบรวมและจัดทำเป็นชุดความรู้เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย” แยกเป็น 5 เล่มดังนี้

เล่มที่ 1 สภาพภูมิอากาศในอดีต

เล่มที่ 2 แบบจำลองสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิอากาศในอนาคต

เล่มที่ 3 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการเกษตร

เล่มที่ 4 ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อการจัดการทรัพยากรน้ำ

เล่มที่ 5 การปรับตัวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

สำหรับเล่มที่ 1 **สภาพภูมิอากาศในอดีต** ผู้เขียนได้นำข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่เกี่ยวกับข้อมูลสภาพภูมิอากาศของไทยโดยพยายามรวบรวมข้อมูลในอดีตให้ได้มากที่สุด ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก รศ.ดร.นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ จากคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ในการย้อนอดีตไปประมาณ 40,000 ปี เพื่อตรวจสอบข้อมูลสภาพภูมิอากาศในยุคที่ยังไม่สามารถตรวจวัดด้วยเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ได้ ส่วนข้อมูลในช่วงที่มีเครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศในประเทศไทย (ประมาณ 60 ปีที่ผ่านมา) ได้รวบรวมจากโครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนจาก สกว. และจากแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่หาได้ในประเทศไทย ซึ่งข้อมูลอาจนำมาจากผลการศึกษาวิจัยไม่ครอบคลุมทุกแหล่ง เนื่องจากยังมีข้อจำกัดด้านข้อมูลและงานวิจัยด้านนี้ในประเทศไทยก็เพิ่งเริ่มดำเนินการมาเมื่อไม่นานมานี้เอง

ผู้เขียนหวังว่า ข้อมูลและสาระที่นำมาเสนอในหนังสือเล่มนี้ จะเกิดประโยชน์และกระตุ้นให้เกิงานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยให้มากยิ่งขึ้น

อำนาจ ชิดไชสง

ผู้เขียนและเรียบเรียง



# สารบัญ

คำนำ	3
เกี่ยวกับหนังสือเล่มนี้	5
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	11
สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	16
คำจำกัดความที่สำคัญ	17
<b>บทที่ 2 สภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทย</b>	21
หลักฐานที่ใช้ศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต	26
ลักษณะสภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทย	27
• หลักฐานจากวงปีไม้	27
• หลักฐานจากละอองเรณู	34
<b>บทที่ 3 ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย</b>	45
ดัชนีชี้วัดความแปรปรวนและสภาวะความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ	50
ความแปรปรวนของฝน	51
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ	54
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อน	61
แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเล	62
<b>บทที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ทางสมุทรศาสตร์กับสภาพภูมิอากาศ     ของไทย</b>	65
ฝนและอุณหภูมิของไทยกับเอลนีโญ	67
ฝนและอุณหภูมิของไทยกับลานีญา	72
ผลกระทบของปรากฏการณ์อินเดียเย็นโอเชียเนียโตโพล	75
ความสัมพันธ์ของฝนกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	77
ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศ (T-GLOB)	81
เอกสารอ้างอิง	85

# สารบัญรูป

รูปที่	เรื่อง	หน้า
1	การเกิดภาวะเรือนกระจกตามธรรมชาติ (Greenhouse effect) ภาวะเรือนกระจกที่รุนแรงขึ้น (Enhanced greenhouse effect) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศของมนุษย์ นำมาซึ่งภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ	17
2	แสดงกายวิภาคของต้นไม้ที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต ก) ไม้สน ข) ไม้สัก	28
3	เส้นดัชนีไม้สักจากตัวอย่างใน จ. แม่ฮ่องสอน	29
4	ก) เส้นน้ำฝนที่สร้างขึ้นแทนปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และ ข) เส้นอุณหภูมิที่สร้างขึ้นแทนอุณหภูมิในเดือนตุลาคม	33
5	ตัวอย่างของละอองเรณูในพืชชนิดต่างๆ ซึ่งชนิดของพืชที่เจริญในพื้นที่หนึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะของสภาพภูมิอากาศ นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถใช้ความสัมพันธ์นี้เพื่อศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตได้	35
6	ที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอากาศในประเทศไทย TMD = สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา (Thai Meteorological Department, RID = สถานีของกรมชลประทาน (Royal Irrigation Department), EGAT= สถานีของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (Electricity Generation Authority of Thailand)	51
7	กราฟแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วประเทศเปรียบเทียบค่าปกติและแนวโน้ม	52
8	ผลการวิเคราะห์ Principal Component Analysis ของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน โดยขนาดของเครื่องหมายบวกหรือลบแสดงถึงสภาวะความรุนแรงเชิงบวก (สูงกว่าปกติ) และลบ (ต่ำกว่าปกติ)	55
9	การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในแต่ละปีของประเทศไทย เปรียบเทียบระหว่างช่วงหลังปี พ.ศ. 2533-2549 กับช่วง พ.ศ. 2508-2532	56
10	แนวโน้มและอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2493-2549	57
11	แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนวันที่มีอุณหภูมิประจำวันสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส (SU35) และจำนวนคืนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2508-2549 (ค.ศ. 1965-2006)	59
12	แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิในประเทศไทย	60

รูปที่	เรื่อง	หน้า
13	จำนวนพายุหมุนเขตร้อนในพื้นที่ครอบคลุม (ละติจูด 0-25 องศาเหนือ ลองจิจูด 90-120 องศาตะวันออก) กราฟแท่งแสดงจำนวนพายุหมุน เขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย	62
14	ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่สถานีเกาะหลักและสัตหีบระหว่างปี พ.ศ. 2483 -2539 (ค.ศ. 1940 -1996)	63
15	ข้อมูลระดับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่สถานีจังหวัดภูเก็ตระหว่าง ปี พ.ศ. 2536-2546 (ค.ศ. 1669-2003)	64
16	สภาพที่เกิด เอลนินโญ่ ในมหาสมุทรแปซิฟิก (ภาพล่าง) เมื่อเทียบกับสภาวะ ปกติในภาพบน	68
17	ดัชนี SOI ที่เป็นค่าความแตกต่างของความกดอากาศที่เกาะตาฮิติ และ เมืองคาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย SOI ที่มีค่าเป็นลบมากติดต่อกันเป็นช่วง ระยะเวลานานระยะหนึ่ง แสดงถึงการเกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ่	70
18	ดัชนี Multivariate ENSO Index (IMEI) ที่เป็นค่าที่รวมตัวแปรหลักต่าง ๆ ค่าที่เป็นบวกติดต่อกันเป็นช่วงระยะเวลานานระยะหนึ่ง แสดงถึงการเกิด เอลนินโญ่และสภาวะความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนินโญ่	71
19	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ่ (2540) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนระหว่างปี พ.ศ. 2515-2544	72
20	สภาพที่เกิดลานินญา ในมหาสมุทรแปซิฟิก	73
21	การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานินญา เปรียบ เทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนระหว่างปี พ.ศ. 2515-2544	74
22	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของไทยในช่วงปี พ.ศ. 2515-2544 ลูกศรสีแดงแสดงช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ่ และลูกศรสีเขียวแสดงช่วง ที่เกิดลานินญา, กราฟแท่งแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของไทย และเส้นประ แสดงอุณหภูมิผิวน้ำทะเล	74
23	ดัชนี Dipole Mode Index (DMI) ซึ่งเป็นค่าบออสภาวะความรุนแรงและ การเกิด IOD และคำนวณจากความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่าง ด้านฝั่งตะวันตกและด้านฝั่งตะวันออกเฉียงใต้ของมหาสมุทรอินเดีย	75
24	การเปลี่ยนแปลงค่าที่เกิดซ้ำของปรากฏการณ์ IOD	76
25	วันเริ่มต้นของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้	77
26	ความแปรปรวนและแนวโน้มของวันเริ่มฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2539	78

รูปที่	เรื่อง	หน้า
27	แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงดัชนีความรุนแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ภาพ (a) DIMI, ภาพ (b) AIRI และภาพ (c) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้งสอง	80

## สารบัญตาราง

ตารางที่	เรื่อง	หน้า
1	องค์ความรู้บางส่วนด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยในปัจจุบัน	19
2	ตัวอย่างของวิธีการและหลักฐานที่สำคัญที่ใช้ในการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต: ประโยชน์และข้อจำกัด	30
3	สรุปการศึกษาเกี่ยวกับละอองเรณูวิทยาในประเทศไทยที่บ่งชี้ถึงระยะเวลาและระบบนิเวศในอดีต (AMS/P=AMS determination based on pollen)	41
4	อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยที่สูงกว่าปกติมากที่สุด 5 อันดับแรก	58
5	ดัชนีที่บ่งชี้ถึงจำนวนวันและจำนวนคืนที่หนาวหรืออบอุ่น	58
6	โครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สกว. ภายใต้ชุดโครงการ “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึงปัจจุบัน	83

# 1

## บทนำ (Introduction)





**ภาวะ**โลกร้อน (Global warming) ความแปรปรวน (Climate variability) และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate change) เป็นคำศัพท์ที่ค่อนข้างใหม่แต่ได้กลายเป็นคำที่พบเห็นตามสื่อต่างๆ กันอยู่บ่อยๆ คำเหล่านี้ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในบรรยากาศของโลกและมีผลเชื่อมโยงกับส่วนอื่นๆ ในระบบโลกอย่างแยกกันไม่ออก การเปลี่ยนแปลงทั้งระบบของโลกนี้ ส่งผลกระทบต่อให้ระบบต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาวะการณ์ใหม่ ระบบไหนที่สามารถปรับตัวดีหรือปรับตัวได้เร็ว ก็สามารถอยู่รอดได้และระบบไหนปรับตัวได้ช้าหรือปรับตัวตามไม่ได้ ก็อาจต้องสูญสลายไป จึงเป็นที่กังวลของประชาคมโลกว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะนำมาซึ่งความสูญเสียมหาศาล ทำให้บางระบบต้องสูญสลาย ทำให้บางระบบต้องปรับตัวในทิศทางที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การละลายของน้ำแข็ง และกระทบต่อความสามารถคงอยู่ของเผ่าพันธุ์มนุษย์โดยรวม

จุดเริ่มต้นที่สำคัญของการตระหนักถึงความสำคัญเรื่องนี้ ส่วนหนึ่งมาจากการเปิดเผยข้อมูลผลการวัดระดับความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในบรรยากาศเหนือภูเขา Moana Loa ในรัฐฮาวาย (รู้จักกันในชื่อ Keeling Curve) โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกัน ชื่อ Ralph Keeling ซึ่งบ่งบอกว่า ความเข้มข้นของก๊าซเหล่านี้ในบรรยากาศของโลก ได้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี พ.ศ. 2501 (ค.ศ. 1958) หลังการเสนอข้อมูลดังกล่าว ได้มีการตรวจวัดและสังเคราะห์ข้อมูลจากแหล่งต่างๆ เพิ่มขึ้นมาก โดยเฉพาะในรายงานของหน่วยงานระหว่างรัฐบาลว่าด้วยการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) ซึ่งได้เสนอข้อมูลในรูปของรายงาน (Assessment Report) ทุกๆ 5 ปีนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2533 การสังเคราะห์ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ดังกล่าว นำมาซึ่งข้อสรุปที่ชัดเจนว่า โลกได้ร้อนขึ้นอย่างต่อเนื่องหลังจากที่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 18-19 และสาเหตุของโลกร้อนดังกล่าวเกิดมาจากกิจกรรมของมนุษย์ นั่นคือการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศในปริมาณมากและในอัตราที่เร็วมาก เมื่อเทียบกับการเปลี่ยนแปลงของก๊าซเหล่านี้ตามธรรมชาติ

ตามรายงานของ IPCC (2007) พบว่าอุณหภูมิบริเวณภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 0.1-0.3 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ ปริมาณ

น้ำฝนรวมมีแนวโน้มลดลง ระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นประมาณ 1-3 มิลลิเมตรต่อปี และมีโอกาสที่จะเกิดสภาวะความรุนแรงของสภาพอากาศเพิ่มขึ้น (ฝนตกหนัก อากาศที่ร้อน เป็นต้น)

แม้ว่าจะมีสาเหตุอย่างเดียวกัน ระดับความรุนแรงและผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความแตกต่างกันไป ทั้งในแง่ของเวลา สถานที่ ระดับความรุนแรงและความถี่ของการเกิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางกายภาพ วัฒนธรรม เศรษฐกิจ-สังคมและขีดความสามารถในการปรับตัวของสังคมหรือพื้นที่นั้นๆ ฉะนั้น ในการที่จะสามารถบรรเทาหรือหลีกเลี่ยงผลกระทบ เตรียมความพร้อมในการตั้งรับ และหาแนวทางเพื่อการปรับตัว ประเทศไทยจำเป็นต้องมีการศึกษาวิจัย สร้างฐานข้อมูลและองค์ความรู้ให้ครอบคลุมทั้งในเชิงพื้นที่และเวลา การใช้ผลการศึกษาของต่างประเทศ เช่น IPCC ดังที่กล่าวข้างต้น อาจไม่เพียงพอในการประยุกต์ใช้อย่างเหมาะสมกับพื้นที่ของไทย

การศึกษาในประเทศไทยนี้ ควรมีเป้าหมายเพื่อนำองค์ความรู้เหล่านี้มาใช้ประเมินว่า บริเวณประเทศไทยอยู่ในสถานะเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ ถ้ามีระดับความเสี่ยงนั้นเป็นอย่างไร กระจายอยู่ตามพื้นที่ไหนบ้าง และมีดัชนีหรือข้อมูลอะไรบ้างที่จะสามารถนำมาใช้เพื่อประเมินความเสี่ยงดังกล่าว และเราสามารถนำองค์ความรู้เหล่านี้ไปปรับใช้ให้สอดคล้องกับความต้องการในกรณีต่างๆ ได้อย่างไร รวมทั้งการนำไปใช้ในการวางแผนการรับมือผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคตด้วย

ด้วยการเห็นความสำคัญและความต้องการสร้างและพัฒนาองค์ความรู้ในการประเมินผลกระทบ หาแนวทางในการปรับตัวในภาคส่วนต่างๆ ของประเทศ รวมทั้งให้ความร่วมมือกับนานาประเทศในการแก้ไขปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ สกว. จึงได้ให้การสนับสนุนงานวิจัยด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภายใต้ชุดโครงการ “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย” มาตั้งแต่ปลายปี 2549 โดยในระยะแรกได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาวิจัยและประมวลสภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต โดยใช้การคาดการณ์การพัฒนาทางเศรษฐกิจและสังคมของโลกซึ่งจะเป็นตัวกำหนดระดับของความเข้มข้นของก๊าซเรือนกระจกในอนาคต ตาม IPCC Scenario (IPCC SRES A2 และ B2) ซึ่งภาพจำลองและข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตนี้ จะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการประเมินผลกระทบต่อไป

อย่างไรก็ตาม ในการที่จะสามารถประเมินผลกระทบได้นั้น นอกจากต้องทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต (และในอดีต) แล้ว ข้อมูลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนลักษณะเฉพาะของระบบ (เช่น ลักษณะการใช้พื้นที่ สภาพทางเศรษฐกิจ-สังคม เป็นต้น) ในระยะต่อมา สกว. จึงได้สนับสนุนการศึกษาวิจัยและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง

การตอบสนอง และความอ่อนไหว โดยเน้นในสาขาที่มีความสำคัญเร่งด่วนคือ เกษตร แหล่งน้ำ และภัยพิบัติธรรมชาติ โดยมีเป้าหมายหลักเพื่อให้เกิดองค์ความรู้และความเข้าใจ และทราบ ข้อมูลลักษณะการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ ฝน ฤดูกาล) ของภาคการเกษตรและแหล่งน้ำ องค์ความรู้และผลบางส่วนที่เกิด จากกิจกรรมการวิจัยตั้งแต่เริ่มโครงการถึงปัจจุบัน ดังแสดงในตารางที่ 1

จากผลการวิจัยในโครงการต่างๆ ดังกล่าว เริ่มมีการสะสมองค์ความรู้ด้านการ เปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบในประเทศไทยมากขึ้น การนำองค์ความรู้เหล่านี้ มาจัดการและเผยแพร่ เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ จึงเป็นเรื่องสำคัญ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการเผยแพร่องค์ความรู้ดังกล่าว อย่างไรก็ตามจากตารางที่ 1 จะเห็นว่า งาน วิจัยที่ สกว. ให้การสนับสนุนในปัจจุบันนั้น ครอบคลุมเนื้อหาที่หลากหลาย มีความแตกต่างกัน ทั้งในแง่ของหัวข้อ พื้นที่ เวลา และสเกลที่พิจารณา นอกจากนี้งานวิจัยบางส่วนก็ยังไม่เสร็จ สมบูรณ์ การรอจนกว่าจะดำเนินการให้งานวิจัยทุกเรื่องเสร็จแล้วค่อยนำมาเผยแพร่ จึงเป็น เรื่องที่ยากและจะทำให้ข้อมูลองค์ความรู้ไม่มีความทันสมัยหรือไม่สอดคล้องกับการนำไปใช้ อย่างทันท่วงที ทางผู้เขียนจึงได้จัดองค์ความรู้และการค้นพบจากงานวิจัยดังกล่าวออกเป็น หมวดหมู่และจะทยอยสรุปเนื้อหาและรวบรวมออกมาในรูปของชุดหนังสือ ซึ่งหนังสือแต่ละเล่ม จะครอบคลุมหัวข้อที่มีเนื้อหาใกล้เคียงกัน เพื่อถ่ายทอดความเข้าใจ

เป้าหมายหนึ่งในการสนับสนุนงานวิจัยดังกล่าวของ สกว. คือ การนำข้อมูลและองค์ ความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ และเสนอแนวทางปรับตัว แต่ข้อมูลและองค์ความรู้ในปัจจุบัน ยังไม่ได้ทำให้เรา สามารถทำการประเมินความเสี่ยงได้อย่างเต็มที่ เช่น ประเทศไทยยังขาดข้อมูลวิจัยศึกษาการ พัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในอนาคต ขาดข้อมูลระดับความสามารถและปัจจัยที่มีผลต่อการ ปรับตัว เป็นต้น อย่างไรก็ตาม หนังสือเล่มนี้ ได้นำเสนอข้อมูลและองค์ความรู้ในด้านที่เกี่ยวข้อง กับปัจจัยที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดย ข้อมูลส่วนใหญ่ได้มาจากผลงานวิจัยจากชุดโครงการวิจัย “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ และผลกระทบต่อประเทศไทย” ซึ่งเป็นข้อมูล “ปัจจัยเสี่ยง” ที่สำคัญที่จะนำมาประกอบเพื่อ การประเมินความเสี่ยง ในโอกาสต่อไป

หนังสือเล่มนี้ เป็นเล่มแรกในชุดหนังสือ “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของ ประเทศไทย” มีเนื้อหาครอบคลุมเฉพาะประเด็นการวิเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต และผลการวิเคราะห์ว่า อะไรเป็นเหตุผลให้สภาพภูมิอากาศในอดีตมีความผันแปรไป ซึ่งระยะเวลาที่ครอบคลุม เริ่มตั้งแต่ยุคที่ยังไม่มีการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องมือต่างๆ ในการตรวจวัด ข้อมูลของสภาพภูมิอากาศ แต่เราสามารถศึกษาถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตในยุคนั้น จากการ “ถอดรหัส” บันทึกที่ถูกเก็บรักษาไว้ในวัตถุต่างๆ บนโลกนี้ เช่น ข้อมูลจากวงปีต้นไม้ ดินตะกอน

ปะการังในทะเล เป็นต้น จนถึงยุคที่มีเครื่องมือในการตรวจวัดหรือยุคปัจจุบัน ส่วนข้อมูล การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคต การประเมินผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ และประเด็นที่สำคัญอื่นๆ จะได้กล่าวถึงในเล่มต่อไป

## สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีสาเหตุมาจากปัจจัยทางธรรมชาติและมนุษย์ การ เปลี่ยนแปลงโดยสาเหตุทางธรรมชาติ ส่วนมากใช้ระยะเวลาที่นานจึงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่ ชัดเจน เช่น

- การเคลื่อนที่ของเปลือกโลกที่มีผลทำให้ระดับความสูงต่ำของพื้นที่เปลี่ยนแปลง หรือตำแหน่งบนผิวโลกเปลี่ยนไป หรือมีผลต่อการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากแหล่งธรรมชาติสู่ บรรยากาศเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งส่งผลทำให้สภาพภูมิอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย กระบวนการ เหล่านี้อาจใช้เวลาเป็นล้านปีถึงหลายร้อยล้านปี จากการประมาณการของนักวิทยาศาสตร์ การ เคลื่อนที่ของเปลือกโลกนี้ มีผลทำให้อุณหภูมิของโลกในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2443-2543 ลดลง ประมาณ 0.00002 องศาเซลเซียส

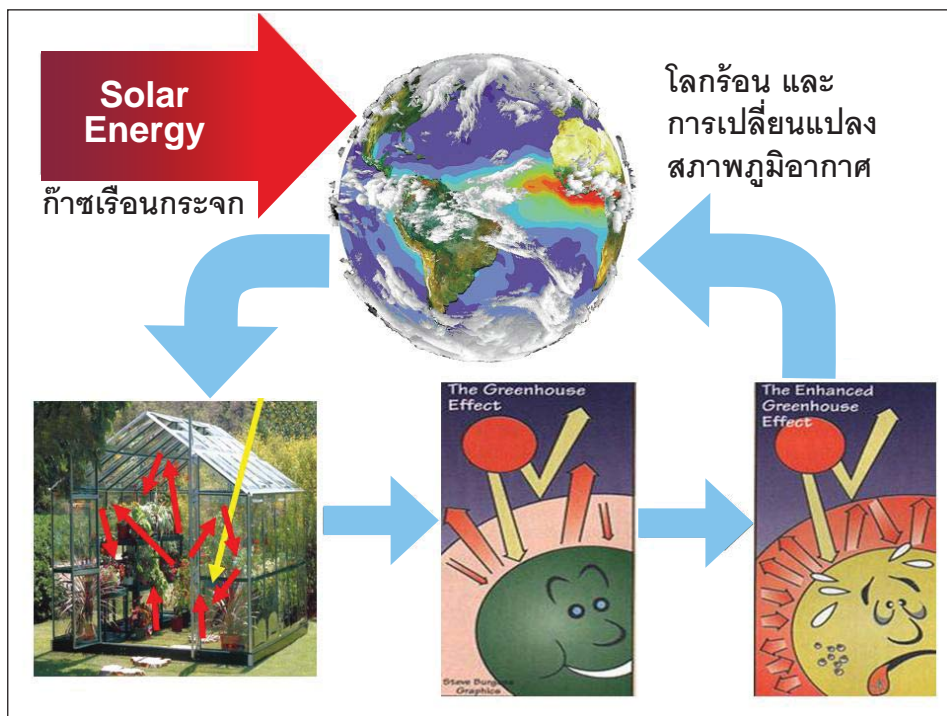
- การเปลี่ยนแปลงแนววงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ การเปลี่ยนแปลงการเอียง ของแกนโลกจากเส้นตั้งฉากกับระนาบการหมุนของโลกรอบดวงอาทิตย์ การแกว่งไปมาของ แกนโลกขณะหมุนรอบตัวเอง ซึ่งปรากฏการณ์เหล่านี้มีลักษณะของการเกิดเป็นวงจรหรือรอบ (Cycle) ซึ่งแต่ละรอบใช้เวลาตั้งแต่ 20,000 ปีถึงประมาณ 100,000 ปี นักวิทยาศาสตร์ได้ประเมิน ไว้ว่า ปรากฏการณ์เหล่านี้โดยรวมมีผลทำให้อุณหภูมิของโลกในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2443-2543 ลดลง 0.02 องศาเซลเซียส

- การปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศ จากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ ซึ่ง IPCC ประเมินว่า ในช่วงเวลาตั้งแต่มีการปฏิวัติอุตสาหกรรม เป็นต้นมา กิจกรรมดังกล่าวส่งผลให้ อุณหภูมิของโลกเพิ่มขึ้นประมาณ 0.8 องศาเซลเซียส ซึ่งก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ปล่อยออก สู่บรรยากาศนั้น เป็นเหตุให้ภาวะเรือนกระจกตามสภาวะธรรมชาติ (Natural greenhouse effect) มีความรุนแรงขึ้น (Enhanced greenhouse effect) ซึ่งส่งผลให้อุณหภูมิพื้นผิวโลก สูงขึ้น ที่เรียกว่า ภาวะโลกร้อน (Global warming) และมีการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ตามมา (รูปที่ 1) ซึ่งจากความรู้และหลักฐานที่มีในปัจจุบัน เราสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมของ มนุษย์ เป็นสาเหตุหลักของการเกิด Enhanced greenhouse effect ดังกล่าว ส่วนสาเหตุที่มา จากธรรมชาติมีส่วนน้อยมาก

## คำจำกัดความที่สำคัญ

**สภาวะเสี่ยง** ในหนังสือเล่มนี้ ผู้เขียนให้ความหมายกว้างๆ ถึง “ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และระดับของผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์นั้น” สภาวะความเสี่ยงจากการเปลี่ยนแปลงหรือความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ จึงเป็นการประเมินความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงนั้น ทั้งในระยะสั้นและยาว ทั้งนี้ การประเมินดังกล่าว สามารถกระทำได้ ทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ส่วนคำว่า “**ปัจจัยเสี่ยง**” นั้น ในที่นี้หมายถึง ปัจจัยต่างๆ ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ฝน และระดับน้ำทะเล ซึ่งมีศักยภาพหรือความน่าจะเป็นที่จะส่งผลให้เกิดผลกระทบเสียหายและเกิดสภาวะเสี่ยงด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศขึ้น

**ความแปรปรวนของภูมิอากาศ (Climate variability)** เป็นลักษณะอากาศที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าปกติ ซึ่งใช้ระยะเวลาเป็นรายปีถึงหลายสิบปี เช่น สภาวะความแห้งแล้งที่มีความผันแปรในแต่ละฤดูกาลของแต่ละปี สภาพอากาศที่ร้อนจัดหรือหนาวจัดที่มีความผันแปร



รูปที่ 1 การเกิดภาวะเรือนกระจกตามธรรมชาติ (Greenhouse effect) ภาวะเรือนกระจกที่รุนแรงขึ้น (Enhanced greenhouse effect) จากการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสู่บรรยากาศของมนุษย์ นำมาซึ่งภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ

ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ เป็นต้น

**ภาวะโลกร้อน (Global warming)** หมายถึง การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลก ซึ่งอาจมีสาเหตุมาจากปัจจัยธรรมชาติและ/หรือที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ก็ได้ แต่ในปัจจุบันหลักฐานทางวิทยาศาสตร์บ่งชี้ว่า ภาวะโลกร้อนที่รุนแรงขึ้นเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์เป็นหลัก ภาวะโลกร้อนนี้ ในระยะยาวส่งผลทำให้สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลง

**ก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse gas)** เป็นก๊าซที่มีอยู่ในบรรยากาศ ที่สามารถดูดซับคลื่นความร้อนได้ ซึ่งชนิดของก๊าซเรือนกระจกหลัก ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ มีเทน ไนตรัสออกไซด์ โอโซนในชั้นบรรยากาศโทรโปสเฟียร์ (0-18 กิโลเมตร) เป็นต้น

**การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (Climate Change)** เป็นลักษณะอากาศที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าปกติ ในทิศทางใดทิศทางหนึ่งติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน การแก้ไขให้การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศกลับมาดังเดิม ก็ต้องใช้ระยะเวลาที่ยาวนานเช่นกัน

ทั้งนี้ความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มีความสัมพันธ์และเชื่อมโยงกัน มีเพียงกรอบเวลาคว่าๆ เท่านั้นที่ทำให้แยกการเปลี่ยนแปลงทั้งสองลักษณะออกจากกัน

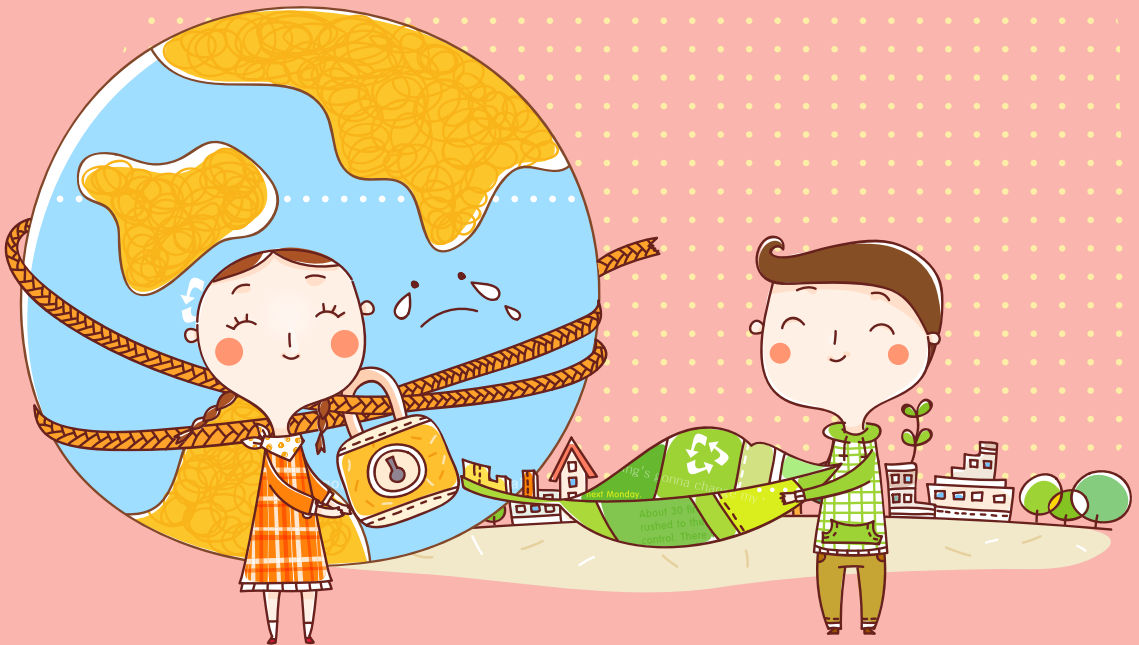
ตารางที่ 1 ตัวอย่างองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทยในปัจจุบัน

ประเด็นวิจัย	ผลการศึกษา
การพัฒนา/ปรับใช้แบบจำลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาคกับประเทศไทยในอนาคต (Regional climate modeling)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ช่วงปลายศตวรรษนี้ อุณหภูมิของประเทศไทยโดยรวมอาจสูงขึ้น 0.6–2 องศาเซลเซียส</li> <li>• มีจำนวนวันที่อากาศร้อนเกิน 35 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น และจำนวนวันที่อากาศเย็นลดลง</li> <li>• ฤดูฝนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคตะวันออกอาจยาวขึ้น 1–3 สัปดาห์</li> </ul>
การสังเคราะห์ข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีต	<ul style="list-style-type: none"> <li>• อุณหภูมิของประเทศไทยโดยเฉลี่ยเพิ่มขึ้นประมาณ 0.5–1 องศาเซลเซียส ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา</li> <li>• ปริมาณน้ำฝนในอดีตจึงปัจจุบันมีแนวโน้มลดลง แต่มีความผันแปรเชิงพื้นที่ค่อนข้างสูง</li> <li>• มีบางพื้นที่ของประเทศ ที่มีโอกาสเผชิญกับการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิหรือความแห้งแล้งมากกว่าพื้นที่อื่นๆ</li> <li>• ปริมาณและการกระจายตัวของฝนในประเทศไทย มีความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) เมื่อเกิด IOD ปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่จะลดลงในฤดูแล้งของปีถัดมา</li> </ul>
ผลกระทบต่อการจัดการน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณน้ำรายปีในอนาคต (พ.ศ. 2619–2643) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แต่มีความแปรปรวนรายเดือนสูงมาก เมื่อวิเคราะห์ความต้องการน้ำในอนาคตและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่จะเกิดขึ้นพบว่า จะมีการขาดแคลนน้ำรุนแรงในภาคอุตสาหกรรม เกษตรและการอุปโภคบริโภค</li> </ul>
ผลกระทบต่อภาคการเกษตร (อยู่ระหว่างดำเนินการ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• พื้นที่นาข้าว พื้นที่ปลูกอ้อยที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุดอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ</li> <li>• มูลค่าความเสียหายจากผลกระทบต่อการปลูกข้าวของไทยอาจสูงถึงหลายหมื่นล้านบาทต่อปี</li> </ul>



# 2

## สภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทย\* (Thailand Palaeoclimate)



\*โดย รศ.ดร. นาฏสุตา ภูมิจำนงค์ คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา



- 40,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน สภาพอากาศโดยรวมของประเทศไทยเย็นและแห้งแล้งกว่าในปัจจุบัน มีป่าสนกระจายครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ภาคเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
- 20,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน สภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยมีความชื้นเพิ่มมากขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณฝนมากขึ้นทำให้เกิดการกระจายตัวของพื้นที่ป่ากึ่งร้อนชื้น (ป่าผสมผลัดใบ) และป่าร้อนชื้น (ป่าไม่ผลัดใบ)
- 10,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยและปริมาณความชุ่มชื้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้ป่าร้อนชื้นมีความอุดมสมบูรณ์
- 8,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน พบว่าถึงแม้สภาพอากาศจะใกล้เคียงกับในช่วง 10,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน แต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การพึ่งพิงการใช้ทรัพยากรป่าไม้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้พื้นที่ป่าไม้เขตร้อนชื้นลดลงอย่างมากและป่ากึ่งร้อนชื้นหรือป่าผสมผลัดใบครอบครองพื้นที่มากขึ้น
- ตั้งแต่ประมาณ 4,000 ปีที่ผ่านมา บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีสภาพอากาศแบบเขตอบอุ่นคือ มีอากาศหนาวเย็นกว่าในปัจจุบัน และสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนในช่วงประมาณ 160 ปีที่ผ่านมา สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงซึ่งส่งผลให้พืชพรรณเปลี่ยนแปลงไปด้วยจนถึงในปัจจุบัน
- กว่า 300 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายนต่ำกว่าปัจจุบัน ประมาณ 0.05-0.1 องศาเซลเซียส และปริมาณฝนในช่วงเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม มีมากกว่าในปัจจุบัน ประมาณ 0.69 มิลลิเมตร
- กว่า 100 ปีที่ผ่านมา ปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วง พ.ศ. 2413-2454 หรือ ค.ศ. 1870-1911 มีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน แต่ข้อมูลในช่วงปัจจุบัน (พ.ศ. 2454-2533 หรือ ค.ศ.1911-1990) มีความแปรปรวนมากกว่าในอดีต



# สภาพภูมิอากาศในอดีต (Palaeoclimate) อาจเป็นคำที่ไม่คุ้นเคยในสังคมไทยเท่าไรนัก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า ประเทศไทยเรายังไม่มีการศึกษา และไม่มีข้อมูลสภาพภูมิอากาศในอดีตมากพอก็เป็นได้ โดยทั่วไปคำว่า “palaeo” ซึ่งแปลว่า “เก่า” “อดีต” “ดึกดำบรรพ์” นิยมใช้หน้าหน้าสรรพนามอื่นๆ เช่น “Palaeobotany” หมายถึง “การศึกษาพืชในอดีต” Paleoethnobotany” หมายถึง “การศึกษาเกี่ยวกับฟอสซิลของพืช หรือบรรพชีวินของพืช เมล็ดพืช เพื่อทราบถึงเรื่องราวที่เกี่ยวข้องในอดีต” เช่นเดียวกับคำว่า “Palaeoclimate” หมายถึง “การศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต”

เทคโนโลยีที่สามารถตรวจวัดสภาพภูมิอากาศ ไม่ว่าจะเป็นปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น เพิ่งมีการพัฒนามาไม่นานนี้เอง ดังนั้น คำถามเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในอดีตว่าเป็นอย่างไร คล้ายคลึงหรือแตกต่างจากปัจจุบัน และอะไรเป็นสาเหตุ จึงเป็นประเด็นที่ต้องหาคำตอบว่า มีอะไรบ้างในธรรมชาติที่สามารถจะเป็นตัวแทนของสภาพภูมิอากาศได้ (Bradley 1999) ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาตัวบ่งชี้ทางธรรมชาติที่จะเป็นตัวแทนของสภาพอากาศหรือที่เรียกว่า Climate Proxy จึงมีการพัฒนาขึ้น และพบว่า มีหลักฐานมากพอสมควร ที่สามารถจะนำมาอ้างอิงหรือใช้เป็นตัวแทนของสภาพภูมิอากาศได้ (Burroughs 2001)

คำกล่าวที่ว่า “การไม่รู้อดีตคือการไม่รู้อนาคต” หรือ “ไม่รู้อดีตก็แสดงว่าไม่มีอนาคต” นั้นแสดงให้เห็นว่าอดีตนั้นมีความสำคัญ ถ้าเรารู้ว่าอดีตเป็นอย่างไร และเข้าใจว่าปัจจัยอะไรที่ทำให้อดีตเป็นอย่างนั้น เราก็สามารถใช้ความรู้ความเข้าใจดังกล่าวเพื่อคาดการณ์ว่า ในอนาคตถ้าเกิดเหตุการณ์คล้ายๆ ในอดีตอีก ผลที่ตามมาจะเป็นอย่างไร ซึ่งจะทำให้เราสามารถเตรียมพร้อมในการตั้งรับกับสถานการณ์ในอนาคตได้ดียิ่งขึ้น

ในบทนี้ จะเป็นการกล่าวถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทย ในช่วงเวลา ก่อนที่มนุษย์จะสามารถคิดค้นเครื่องมือตรวจวัดสภาพอากาศได้โดยตรง ส่วนข้อมูลสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ที่เกิดจากการตรวจบันทึกโดยเครื่องมือตรวจวัดที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้น จะได้กล่าวในบทต่อไป

## หลักฐานที่ใช้ศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีต

ข้อมูลการตรวจวัดสภาพภูมิอากาศที่ได้จากเครื่องมือที่มีความน่าเชื่อถือ ถือเป็นข้อมูลที่ ดีที่สุดที่จะใช้อธิบายความผันแปรและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ อย่างไรก็ตาม ข้อมูล เหล่านี้มีน้อยมากก่อนปี ค.ศ. 1850 หรือในพื้นที่ที่มีข้อมูลก็อาจจะเป็นการเก็บข้อมูลที่แตกต่าง ไปจากปัจจุบัน ดังนั้น ลักษณะสภาพภูมิอากาศในอดีต จึงต้องมีการศึกษาจากหลักฐานทาง อ้อม (Proxy data) ซึ่งหลักฐานเหล่านี้จะตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง (Jones et al. 1998; IPCC 2001; Jones and Mann 2004) งานวิจัย ที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศในอดีตมี 2 ลักษณะคือ

- 1) รอบปีถึงรอบ 10 ปี ซึ่งสามารถที่จะหาความสัมพันธ์กับข้อมูลที่ตรวจวัดจริงได้ เพื่อที่จะศึกษาถึงความชัดเจนและความน่าเชื่อถือของหลักฐานที่นำมาใช้เป็นตัวแทน สภาพภูมิอากาศ (Proxy data) และการประเมินในส่วนที่ความละเอียดไม่มีความชัดเจน
- 2) มากกว่า 100 ปี ซึ่งจะให้ภาพอย่างหยาบๆ (เนื่องจากอาจหาข้อมูลมาช่วย สนับสนุนได้ยากขึ้น) ยิ่งช่วงเวลาที่ยาวนานมากจะให้ความเข้าใจเกี่ยวกับสภาพ ภูมิอากาศในอดีตได้มากขึ้น

การจำลองสภาพภูมิอากาศในอดีต (Palaeoclimatic reconstruction) สามารถศึกษา ได้จากปัจจัยของบรรยากาศหลายปัจจัย หลักฐานที่เป็นตัวแทนของอุณหภูมิเป็นที่นิยมใช้กัน เพราะว่ามีช่วงของข้อมูลเป็นช่วงที่กว้างมากที่สุด และอุณหภูมิก็เป็นตัวชี้วัดที่สำคัญเกี่ยวกับ ปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ความชื้นเป็นอีกตัวชี้วัดหนึ่งที่มีความสำคัญลำดับรอง ลงมา แต่ส่วนมากมีข้อมูลจำกัดและเป็นเฉพาะพื้นที่หรือเฉพาะเขต อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเป็น ตัวชี้วัดหรือหลักฐานใดนักวิทยาศาสตร์หรือนักวิจัยควรทราบข้อจำกัดในการใช้หลักฐานแต่ละ ประเภท ตัวอย่างวิธีการศึกษาและหลักฐานที่ใช้กันอย่างกว้างขวางของสภาพภูมิอากาศใน อดีตแสดงไว้ในตารางที่ 2 การใช้หลักฐานหลายๆ หลักฐานร่วมกัน (Multi-proxy integrated approach) จะช่วยให้ได้ข้อมูลที่มีความน่าเชื่อถือ แม่นยำมากขึ้น

# ลักษณะสภาพภูมิอากาศในอดีตของประเทศไทย

## 1) หลักฐานจากวงปีไม้

การศึกษาเกี่ยวกับวงปีไม้ในประเทศไทยเริ่มขึ้นเมื่อไม่นาน เอกสารงานวิจัยชิ้นแรกเป็นของ Thammincha et al. (1988) ซึ่งได้ศึกษาการเจริญเติบโตทางด้านรัศมีของไม้สนสองใบ และสนสามใบ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ซึ่งการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อการศึกษาผลผลิตของไม้สนเท่านั้นมิได้เพื่อใช้ประโยชน์เกี่ยวกับการศึกษาสภาพภูมิอากาศ

ต่อจากนั้นอีก 7 ปี คือในปี พ.ศ. 2538 (ค.ศ.1995) ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับไม้สักขึ้นเป็นครั้งแรกของประเทศไทย (Pumijumnong 1995; Pumijumnong et al. 1995a, 1995b) โดยที่ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลไม้สักบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยครอบคลุมพื้นที่ 5 จังหวัด คือ จังหวัดแม่ฮ่องสอน จังหวัดลำพูน จังหวัดแพร่ จังหวัดตาก และจังหวัดลำปาง จำนวนพื้นที่ศึกษาทั้งสิ้น 29 พื้นที่ศึกษา จำนวนตัวอย่าง 425 ตัวอย่าง จาก 288 ต้น ผลการศึกษาได้ดัชนีไม้สักที่ครอบคลุมระยะเวลา 312 ปี จากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าแม่ตื่น จังหวัดตาก โดยการนี้ศึกษาพบว่า ไม้สักทางภาคเหนือของประเทศไทยตอบสนองต่อปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิใกล้เคียงกัน คือ ถ้ามีปริมาณน้ำฝนในช่วงคาบเกี่ยวจากฤดูแล้งมาสู่ฤดูฝน (เมษายน-กรกฎาคม) มาก ความกว้างวงปีก็มากขึ้นเช่นกัน (รูปที่ 2) ส่วนความสัมพันธ์กับอุณหภูมิเมื่อเทียบกับในกรณีของฝนยังไม่มีชัดเจนมากนัก และจาก*การศึกษาครั้งนี้ได้สร้างเส้นน้ำฝนและเส้นอุณหภูมีย้อนกลับไปถึงปี พ.ศ. 2413 (ค.ศ.1870) พบว่าโดยเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนและอุณหภูมิในช่วง พ.ศ. 2413-2454 หรือ ค.ศ. 1870-1911 มีแนวโน้มที่จะต่ำกว่าค่าเฉลี่ยในปัจจุบัน แต่ข้อมูลในช่วงปัจจุบัน (พ.ศ. 2454-2533 หรือ ค.ศ. 1911-1990) มีความแปรปรวนมากกว่าในอดีต*

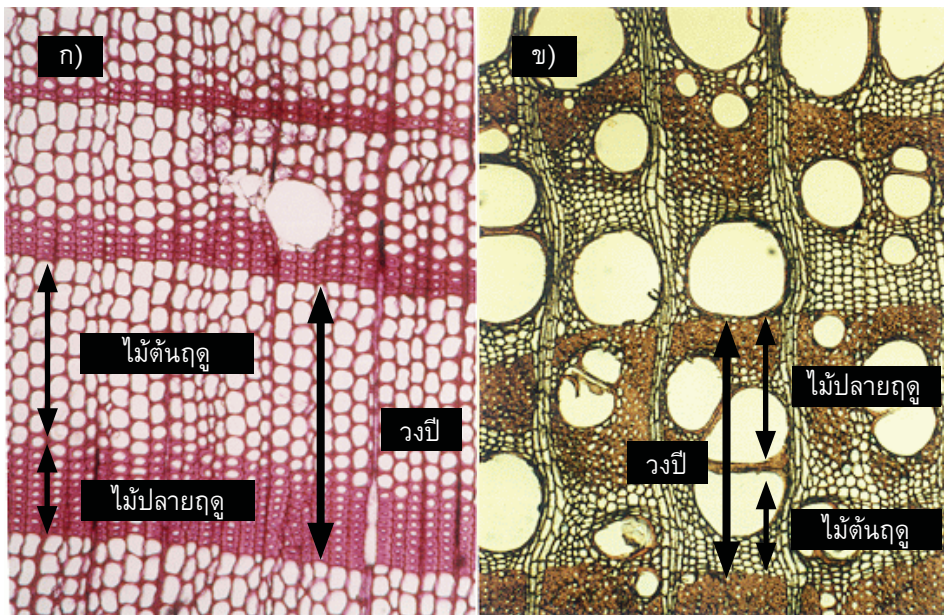
นาฏสุดา ภูมิจันทร์ (2547) ได้ศึกษาปรากฏการณ์และการสร้างเส้นดัชนี El Niño-Southern Oscillation (ENSO) และ Southern Oscillation Index (SOI) ในประเทศไทย โดยใช้ความกว้างวงปีไม้ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 18 แห่ง ครอบคลุม 3 จังหวัดของภาคเหนือของประเทศไทย ผลการศึกษาได้สร้างเส้นดัชนีทั้งหมดจำนวน 18 เส้น เป็นดัชนีไม้สัก 6 เส้น ไม้สนสองใบ 3 เส้น และไม้สนสามใบ 9 เส้น ตัวอย่างไม้สักมีอายุมากที่สุด คือ 442 ปี จากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าอู้มาง ไม้สนสองใบ ที่อายุมากที่สุดคือ 289 ปี จากพื้นที่เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าลุ่มน้ำปาย และไม้สนสามใบที่อายุมากที่สุดคือ 180 ปี จากพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยเวียงผา ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความกว้างวงปีกับสภาพภูมิอากาศพบว่า

- ไม้สัก พบว่าปริมาณน้ำฝนในช่วงครึ่งแรกของฤดูฝนมีผลต่อการเจริญเติบโตของไม้สัก ส่วนอุณหภูมิมิมีความสัมพันธ์แบบไม่มีนัยสำคัญ

- ดัชนีไม้สนในภาพรวมพบว่าปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายนมีความสัมพันธ์ทางบวกต่อขนาดความกว้างวงปีของไม้สน
- ทั้ง ENSO และ SOI มีผลทางลบต่อขนาดความกว้างวงปีของไม้สนและไม้สัก

การสร้างเส้นภูมิอากาศ (ปริมาณน้ำฝน/อุณหภูมิ) ENSO และ SOI ในอดีต ใช้ดัชนีไม้สักจำนวน 6 เส้นและไม้สนจำนวน 7 เส้น โดยใช้ดัชนีไม้สักสร้างเส้นน้ำฝนในเดือน พฤษภาคม-กรกฎาคม ระหว่าง พ.ศ. 2391-2542 (ค.ศ. 1848-1999) และเส้นอุณหภูมิในเดือนเมษายน-กรกฎาคม ระหว่าง พ.ศ. 2352-2542 (ค.ศ. 1809-1999) ใช้ดัชนีไม้สนสร้างเส้นน้ำฝนในเดือน เมษายน-พฤษภาคม ระหว่าง พ.ศ. 2255-2542 (ค.ศ. 1712-1999) และเส้นอุณหภูมิ ระหว่าง พ.ศ. 2255-2542 (ค.ศ. 1712-1999) เช่นกัน สำหรับการสร้างเส้น ENSO ในเดือนเมษายน-พฤษภาคม ระหว่าง พ.ศ. 2272-2542 (ค.ศ. 1729-1999) และ SOI ในเดือน พฤษภาคม ระหว่าง พ.ศ. 2330-2542 (ค.ศ. 1787-1999) ใช้เพียงดัชนีไม้สน

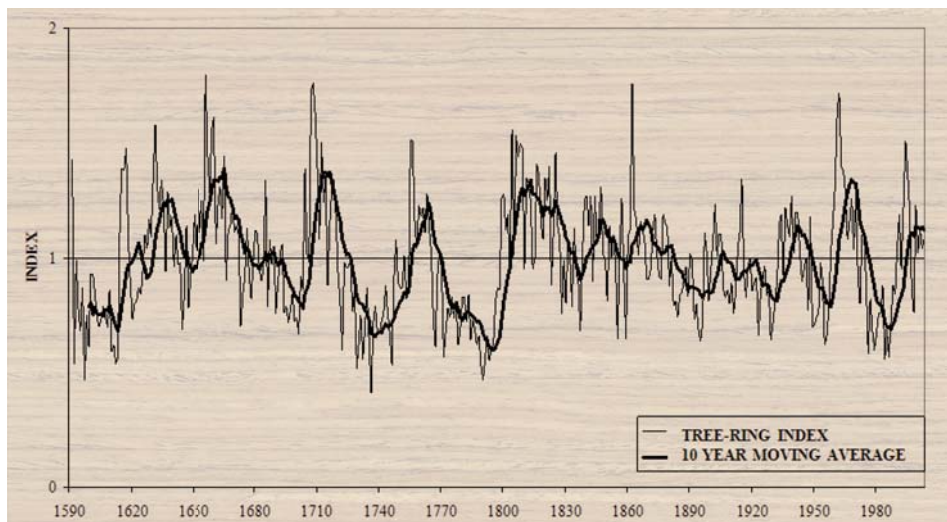
ผลการศึกษาโดย นาฏสุตา ภูมิจันทร์ (2548) พบว่า เส้นดัชนีไม้สักที่เป็นตัวแทนสภาพอากาศในอดีตของภาคเหนือของประเทศไทย โดยในช่วง พ.ศ. 2133-2223 ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยพร้อมกับอุณหภูมิที่ลดต่ำลง ในช่วง พ.ศ. 2233-2343 ปริมาณน้ำฝนต่ำกว่าค่าเฉลี่ยและมีอุณหภูมิสูงขึ้นเล็กน้อยและ พ.ศ. 2343-2433 มีปริมาณน้ำฝนสูงกว่าค่าเฉลี่ยอีกครั้งหนึ่งและอุณหภูมิก็ตลดต่ำลง ส่วนช่วงสุดท้ายในปี พ.ศ. 2433-ปัจจุบัน ปริมาณน้ำฝนลดน้อยลง แต่ยังคงสูงกว่าในช่วง พ.ศ. 2233-2343



รูปที่ 2 กายวิภาคของต้นไม้ที่สัมพันธ์กับการเจริญเติบโต ก) ไม้สน ข) ไม้สัก

เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า ระหว่าง พ.ศ. 1943-2343 เป็นช่วงที่โลกเกิด “Little ice age” ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลจากเส้นดัชนีไม้สัก ที่พบว่าอุณหภูมิอากาศในช่วงค่อนข้างเย็นลงอย่างชัดเจน ในช่วง พ.ศ. 2133-2223 และช่วง 2343-2433 ซึ่งจากการศึกษาทั้งหมดที่ได้กล่าวมานี้ **สามารถสรุปได้ว่า กว่าสามร้อยปีที่ผ่านมาสภาพอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงบ้าง อุณหภูมิมีความแตกต่างประมาณ 0.05-0.1 องศาเซลเซียส (ในช่วงกุมภาพันธ์ - เมษายน) และปริมาณฝนในอดีตมีมากกว่าปัจจุบันในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ประมาณ 0.69 มม.**

ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นครั้งแรกที่ได้มีการขยายเส้นดัชนีไม้สักระหว่างไม้สักที่มีชีวิตและต่อไม้สัก ซึ่งมีความยาวถึง 403 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2170-2547 ดัชนีไม้สักที่ขยายแล้วได้ใช้ในการสร้างเส้นน้ำฝนในเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และอุณหภูมิในเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน ครอบคลุมช่วงเวลาระหว่างปี พ.ศ. 2170-2547 นอกจากนี้ยังได้ดัชนีไม้สนสองใบเพื่อใช้ในการสร้างเส้นน้ำฝนในเดือน มีนาคม-เมษายน ย้อนกลับไปและครอบคลุมระยะเวลา ระหว่างปี พ.ศ. 2293-2544 และเส้นอุณหภูมิในเดือนกุมภาพันธ์ ตั้งแต่ พ.ศ. 2293-2544 (รูปที่ 3 และ 4, กฤษดาพันธ์ุ ผลากิจ และนาฏสุดา ภูมิจำนงค์ 2004)



รูปที่ 3 เส้นดัชนีไม้สักจากตัวอย่างไม้ จ. แม่ฮ่องสอน (ที่มา: กฤษดาพันธ์ุ ผลากิจ และนาฏสุดา ภูมิจำนงค์ 2004)

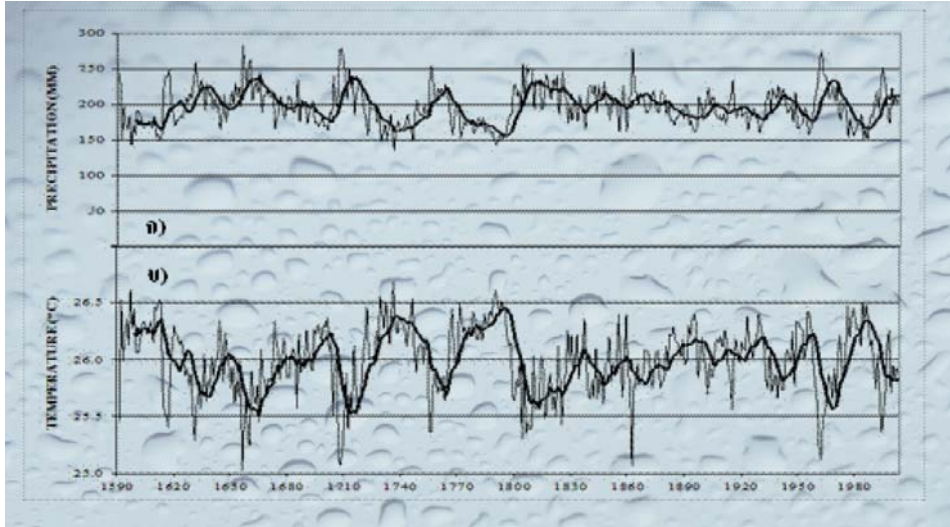
ตารางที่ 2 ตัวอย่างของวิธีการและหลักฐานที่สำคัญที่ใช้ในการศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตและความผันแปร: ประโยชน์และข้อจำกัด

วิธีการศึกษา/ หลักฐาน	คำนิยาม	พื้นที่ครอบคลุม	ระยะเวลา	ประโยชน์	ข้อจำกัด
แท่งน้ำแข็ง (Ice core: $^{18}\text{O}$ , gasses, dust)	แท่งน้ำแข็งจาก การจะลงไปที่ บริเวณธาร น้ำแข็งหรือชั้นที่ ปกคลุมด้วย น้ำแข็ง	กรีนแลนด์ แอน ตาร์กติก (ทั่วโลก ได้) ยอดเขาสูง	ประมาณ 100,000 ปี หรือมาก กว่า	- การบันทึกที่ยาวมากกว่าหลาย ร้อยปี - สามารถครอบคลุมรายละเอียดที่ กว้าง - สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งในแต่ละปี และฤดูกาล	- พบในพื้นที่ขนาดเล็กบนพื้นผิวโลก โดยเฉพาะพื้นที่ที่หนาวเย็นเท่านั้น - รายละเอียดเกี่ยวกับการกำหนด ค่าอายุไม่แม่นยำ - ความถูกต้องลดลงเมื่อความลึก มากขึ้น - มีผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลง ความชื้น - มีผลกระทบจากอัตราการไหลใน แนวระนาบ
การศึกษาวงปี ไม้ (Dendrochron ology)	ความกว้างของ วงปีไม้ และ ความหนาแน่น ของวงปี (ไม้ต้น ฤดู/ไม้ปลายฤดู)	ครอบคลุมพื้นที่ ตั้งแต่เส้นรุ้งที่ 10 องศาเหนือขึ้นไป- ใต้ลงมา	ประมาณ 10,000 ปี	- รายละเอียดเกี่ยวกับอุณหภูมิและ ความชื้น - มีความสัมพันธ์สูงกับข้อมูลที่ ตรวจวัด - เพิ่มประสิทธิภาพการวิเคราะห์ สำหรับ $^{18}\text{O}$ และ $^{14}\text{C}$ - การบันทึกข้อมูลมีประสิทธิภาพ สูง	- ข้อจำกัดในพื้นที่ที่สูงกว่าระดับ น้ำทะเลหรือตั้งแต่ช่วงกลางถึงสูง - ใช้ได้กับเฉพาะต้นไม้ที่มีวงเจริญ เติบโต - ขึ้นอยู่กับฤดูกาลเจริญเติบโต - ขึ้นอยู่กับวิธีการวัดค่ามาตรฐาน - สามารถที่จะตรวจสอบข้อมูลได้ เพียงช่วงที่มีความเป็นไปได้ที่ ซ้อนทับกันระหว่างข้อมูลสภาพ ภูมิอากาศกับความกว้างวงปี

วิธีการศึกษา/ หลักฐาน	คำนิยาม	พื้นที่ครอบคลุม	ระยะเวลา	ประโยชน์	ข้อจำกัด
ปะการัง (Coral)	วงเจริญเติบโต และตุ่มสมบัติ ทางเคมีจาก ปะการังในเขต ร้อนชื้น	เขตร้อนชื้นตาม ชายฝั่งทะเลระดับ ต้น	หลายปี ตั้งแต่ร้อย จนถึง หลายพันปี	- เขตร้อนชื้น (ในพื้นที่ที่พบวง เจริญเติบโต) - สามารถกำหนดอายุที่มีความน่า เชื่อถือ - ข้อมูลมีความต่อเนื่อง - ให้ความละเอียดเกี่ยวกับการศึกษา ปรากฏการณ์ ENSO - ให้ความละเอียดเกี่ยวกับการ วิเคราะห์องค์ประกอบดักแคะเคมี และไอโซโทป	- ใช้ได้ในเขตร้อนชื้นเท่านั้น - ครอบคลุมพื้นที่จำกัด - ข้อมูลการบันทึกระยะเวลามีค่อนข้าง สั้น - ขึ้นกับปัจจัยที่สำคัญคืออุณหภูมิหน้า และความเค็ม - มีความถูกต้องน้อยเมื่อระดับความ ลึกเพิ่มมากขึ้น - วัฏจักรฤดูกาลมีความสำคัญ
ละอองเรณู (pollen)	ชนิดของละออง เรณูในพื้นที่ทะเล สาบหรือชายฝั่ง ทะเลที่ไม่ถูก รบกวน	โดยทั่วไปพื้นที่ที่ อยู่บริเวณเส้นรุ้ง ตอนกลางถึงระดับ สูงที่มีต้นไม้และ หญ้าเจริญเติบโต	โดยทั่วไป ประมาณ สอง-สาม พันปี	- ใช้ในพื้นที่กว้างขวาง - มีข้อมูลบันทึกระยะเวลา - สามารถบ่งชี้ได้ทั้งอุณหภูมิและ ความชื้น	- การกำหนดค่าอายุอาจไม่แน่นอน - การจำแนกชนิดของละอองเรณูอาจ ยุ่งยาก - ขึ้นอยู่กับความมากมายที่พืชจะ ตอบสนองต่อสภาพภูมิอากาศ
หินงอก-หินย้อย (Speleothems)	รวมทั้งหินงอก และหินย้อยที่ เป็นสิ่งแวดล้อม ภายในถ้ำ	สภาพแวดล้อมถ้ำ ขึ้นอยู่กับกาลไหล ของน้ำภายในชั้น หินตะกอน	โดยทั่วไป ประมาณ สอง-สาม พันปี	- มีความเป็นไปได้ของช่วงที่กว้าง ของหลักฐาน (ทางเคมีและ trace element) - สามารถที่จะบ่งบอกถึงวัฏจักรหน้า การหมุนเวียนของบรรยากาศ	- ข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่ - การกำหนดอายุอาจไม่แน่นอน - ยากในการอธิบายเกี่ยวกับความ ผันแปรของสภาพภูมิอากาศ

วิธีการศึกษา/ หลักฐาน	คำนิยาม	พื้นที่ครอบคลุม	ระยะเวลา	ประโยชน์	ข้อจำกัด
การทับถมของ ชั้นตะกอนใน ทะเลสาบ (Varved sediment)	การทับถมใน มหาสมุทรและ ทะเลสาบที่ยัง เหลือส่วนของ อินทรีย์สาร	พื้นที่ที่มีอัตราการ ตกตะกอนที่บดม สูงและมีการ เปลี่ยนแปลงตาม ฤดูกาล	โดยทั่วไป ประมาณ สอง-สาม พันปี	- พังเป็หรือฤดูกาล สามารถที่จะใช้ การวิเคราะห์ <sup>18</sup> O - ชั้นส่วนของสัตว์น้ำดิน	- ดีที่สุดในบริเวณพื้นที่ที่ธารน้ำแข็งปิด - การกระจายของแหล่งพื้นที่ ค่อนข้างจำกัด
ข้อมูล/หลัก ฐานการบันทึก (Historical records)	บันทึกการเขียน, การบันทึก ประจำวัน, ลักษณะกาย นอกของพืช, การเก็บเกี่ยว ผลผลิตทางการ เกษตร	ครอบคลุมพื้นที่ได้ กว้าง โดยทั่วไป ตั้งแต่พื้นที่บริเวณ เส้นรุ้งตอนกลาง ถึงระดับสูง	ประมาณ 1,500 ปี	- รายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับ ความเป็นอยู่ - แหล่งข้อมูลค่อนข้างกว้าง - สามารถให้รายละเอียดที่ค่อนข้าง ดี	- สามารถอธิบายได้ในบริเวณหนึ่งๆ และอาจขาดความแม่นยำในความ ถูกต้อง - ต้องการเหตุผลในการอธิบาย - ป้อยครั้งที่เห็นในเรื่องความรุนแรง - อาจจะไม่เป็นตัวแทนในเรื่อง ฤดูกาลและค่าเฉลี่ย

ที่มา: ปรับปรุงมาจาก Jones et al. (1988); IPCC (2001); Jones and Mann (2004)



รูปที่ 4 ก) เส้นน้ำฝนที่สร้างขึ้นแทนปริมาณน้ำฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม และ  
 ข) เส้นอุณหภูมิที่สร้างขึ้นแทนอุณหภูมิในเดือนตุลาคม  
 (ที่มา: กฤษฎาพันธ์ ผลากิจ และนาฏสุดา ภูมิจำรงค์ 2004)

งานวิจัยทางด้านวงปีไม้จากไม้เก่าในแหล่งโบราณคดีของประเทศไทยได้เริ่มต้นครั้งแรกเมื่อปี พ.ศ. 2544 ภายใต้โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน โดยเป็นแหล่งโบราณคดีในวัฒนธรรมโลงไม้ที่พบในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอนมีอายุ 57 ปีก่อนพุทธศักราช หรือพุทธศตวรรษที่ 14 (รัศมี ชูทรงเดช 2546; พิพัฒน์ กระแจะจันทร์ 2544; 2546; สินีนาฏ วารณศรี 2546) ผลการศึกษาพบว่า สภาพแวดล้อมในอดีตมีความอุดมสมบูรณ์กว่าในปัจจุบัน และกลุ่มคนในวัฒนธรรมโลงไม้มีเทคโนโลยีที่คล้ายคลึงกันด้วยการทำโลงไม้จากไม้ต้นเดียวกัน นอกจากนี้ Wannasri (2004) ได้ศึกษาตัวอย่างโลงไม้จากบ้านป่อไคร้และบ้านไร่ โดยการเก็บตัวอย่างของโลงไม้ทั้งหมดจากแหล่งโบราณคดีใช้เทคนิคด้านวงปีไม้ในการจัดสร้างเส้นอายุลอยของโลงไม้แต่ละตัวอย่าง และกำหนดค่าอายุของหัวโลงไม้ด้วยวิธีทางวิทยาศาสตร์ คาร์บอน 14 ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบหัวโลงที่แตกต่างกันไม่มีนัยถึงการวิวัฒนาการในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน กล่าวคือรูปแบบหัวโลงต่างๆ สร้างขึ้นมาในช่วงเวลาเดียวกัน/ใกล้เคียงกัน นอกจากนี้ยังมีบทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสาร Science Asia (Wannasri et al. 2007) และบทความเสนอในงานประชุมวิชาการ “พลวัตทางสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูง” จำนวน 3 บทความ ได้แก่ สิ่งแวดล้อมในอดีตและย้อนทางผ่านวงปี และวงปีและวัฒนธรรมความตาย (รัศมี ชูทรงเดช 2549) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ น่าจะสามารถนำมาใช้ศึกษาถึงสภาพภูมิอากาศในอดีตได้

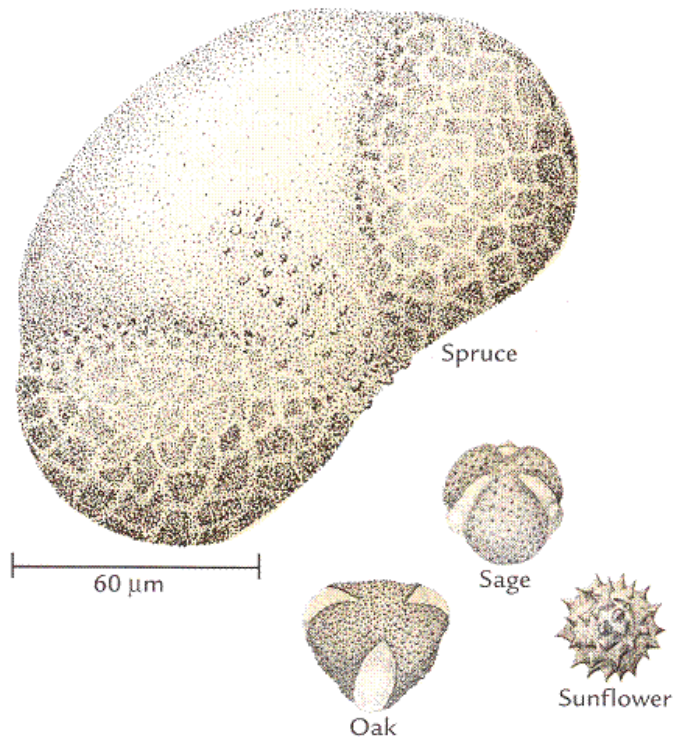
## 2) หลักฐานจากละอองเรณู

ละอองเรณูและสปอร์เป็นส่วนสำคัญของวัฏจักรของพืชที่มีท่อลำเลียงน้ำ เพราะว่าเป็นส่วนที่มีผนังที่แข็งแรง ละอองเรณูและสปอร์โดยทั่วไปมีปริมาณมาก ง่ายต่อการจำแนก และเป็นส่วนที่ถูกเก็บรักษาไว้ได้ในบริเวณที่มีการทับถม ข้อมูลที่ได้จะสามารถบ่งชี้ถึงองค์ประกอบของสังคมพืชที่เคยเจริญเติบโตในบริเวณพื้นที่นั้นทั้งในปัจจุบันและอดีต (รูปที่ 5)

สปอร์เป็นเซลล์สืบพันธุ์ของพืชชั้นต่ำ เช่น มอส หญ้าหางม้า และเฟิร์น สปอร์ปรากฏเป็นครั้งแรกในประวัติศาสตร์ที่พบในรูปของฟอสซิลในชั้นล่างของหินยุคซิลูเรีย (Silurian) ต่อมามีการพบฟอสซิลขนาดใหญ่ของพืชที่มีท่อลำเลียงน้ำ สำหรับละอองเรณูเป็นส่วนของสเปิร์มซึ่งเป็นส่วนของเซลล์สืบพันธุ์ของเมล็ดพืชที่อยู่ในพืชพวก เมล็ดเปลือย (Gymnosperm) ตัวอย่างเช่น สน และพวก Cycads และพวกมีดอก (Angiosperm) การพบละอองเรณูครั้งแรกพบในหินชั้นบนของยุคดีโวเนียน (Devonian) สอดคล้องกับการพบฟอสซิลเมล็ดในช่วงต้นๆ ในทางอเมริกาเหนือ ทั้งสปอร์และละอองเรณูมีผนังที่แข็งแรง และลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถเก็บรักษาไว้ในชั้นการทับถมเป็นเวลานาน ผนังเซลล์ของทั้งสปอร์และละอองเรณูมีลักษณะเฉพาะ (Sculpture) และรูเปิด (Aperture) ทั้งสองลักษณะนี้มีประโยชน์เพื่อใช้ในการจำแนกชนิดของพืช (รูปที่ 5)

การศึกษาละอองเรณูและสปอร์ต้องใช้กล้องไมโครสโคปที่มีกำลังขยายสูง เพราะว่ทั้งละอองเรณูและสปอร์มีขนาดเล็ก โดยทั่วไปมีขนาดตั้งแต่ 10 ไมโครมิเตอร์ (Micrometers:  $\mu\text{m}$ ) และ 200  $\mu\text{m}$  (1 มิลลิเมตรมีขนาด 1,000  $\mu\text{m}$  และ 1 มิลลิเมตรมีขนาดเท่ากับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของหัวเข็มมุด) นักวิทยาศาสตร์นับและจำแนกละอองเรณูโดยใช้กล้องไมโครสโคปและเปรียบเทียบกับไดอะแกรมของละอองเรณู เพื่อมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์หรือปริมาณของละอองเรณูในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาละอองเรณูเพื่อบ่งชี้ถึงสภาพแวดล้อมในอดีตหรือระบบนิเวศในอดีตในประเทศไทย มีมากพอสมควรซึ่งส่วนมากเป็นผลงานของนักวิจัยชาวต่างประเทศ ปัญหาของการศึกษาละอองเรณูในเขตร้อนชื้นคือ จากความหลากหลายของพืชเขตร้อนชื้นทำให้มีชนิดพืชพรรณมากมายและยังไม่มีการศึกษาชนิดของละอองเรณูอย่างเป็นระบบ จึงขาดแคลนฐานข้อมูลในการวินิจฉัย เป็นข้อจำกัดที่ทำให้นักวิชาการเห็นว่าเป็นปัญหาอุปสรรคในการจำแนกชนิดพืช



รูปที่ 5 ตัวอย่างของละอองเรณูในพืชชนิดต่างๆ ซึ่งชนิดของพืชที่เจริญในพื้นที่หนึ่งมีความสัมพันธ์กับลักษณะของสภาพภูมิอากาศ นักวิทยาศาสตร์จึงสามารถใช้ความสัมพันธ์นี้เพื่อศึกษาสภาพภูมิอากาศในอดีตได้ (Ruddiman 2001)

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในภาพรวมของโลกที่สำคัญๆ เช่นยุคน้ำแข็ง (Ice Age มากกว่า 10,000 ปีที่ผ่านมา) ยุค Younger Dryas ประมาณ 11,000-10,000 ปีที่ผ่านมา ยุค Medieval Warm Period ประมาณ พ.ศ. 1643-1793 (ค.ศ. 1100-1250) และยุค Little Ice Age ประมาณ พ.ศ. 1943-2443 (ค.ศ.1400-1900) พบว่าประเทศต่างๆ ได้ใช้ละอองเรณูมาเป็นหลักฐานในการอธิบายเหตุการณ์เหล่านี้ เพื่อยืนยันความสอดคล้องว่าสภาพอากาศเหล่านี้เกิดขึ้นทั่วโลกหรือไม่อย่างไร การวิจัยเหล่านี้มีมากในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา ซึ่งอาจจะมีความชัดเจนเกี่ยวกับเรื่องของสภาพภูมิอากาศมากกว่าประเทศที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งละติจูดที่ไม่สูงมากเช่นประเทศไทย

การศึกษาละอองเรณูในประเทศไทย สมัยไพลสโตซีนตอนปลาย ( $126,000 \pm 5,000$  ปี ก่อนปีปัจจุบัน ถึงสมัยโฮโลซีน  $11,430 \pm 300$  ปี ก่อนปีปัจจุบัน (9560-9300 BC)

### ก) บริเวณภาคกลาง

Hutangkura (2000) ศึกษาพืชพรรณในอดีตของยุคโฮโลซีนและสภาพแวดล้อมในอดีตโดยการวิเคราะห์ทางเรณูวิทยาจากตัวอย่างตะกอนดินยุคโฮโลซีนที่ระดับความลึก 10-12 เมตร จากผิวดิน บริเวณพื้นที่ของเหมือง S.A.P. mining Co., Ltd. ที่ตั้งอยู่ที่แอ่งบ่อพลอย อำเภอบ่อพลอย จังหวัดกาญจนบุรี โดยเลือกเก็บดินตะกอนที่มีการสะสมตัวของอินทรีย์วัตถุค่อนข้างสูง ซึ่งจะเป็นตะกอนดินเหนียวสีน้ำตาลละเอียด และตรวจสอบอายุด้วยวิธีเรดิโอคาร์บอน ( $^{14}\text{C}$ ) จากตัวอย่างไม้ที่ฝังตัวอยู่ในชั้นเดียวกันกับตัวอย่างดิน ซึ่งได้ค่าอายุประมาณ  $4,540 \pm 50$  ปี ก่อนปีปัจจุบัน

ผลการวิเคราะห์ Pollen diagram สามารถจำแนกพืชออกได้เป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) กลุ่มพืชกึ่งอบอุ่น 2) กลุ่มพืชแถบศูนย์สูตร (ป่าดิบแล้งและป่าผสมผลัดใบ) 3) กลุ่มพืชที่อาศัยในหนองบึง และ 4) กลุ่มพืชที่อาศัยในน้ำ ซึ่งจากการศึกษาพบว่า ละอองเรณูส่วนใหญ่ที่พบเป็นพืชที่ยังปรากฏอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสภาพแวดล้อมในปัจจุบันเป็นแบบป่าเบญจพรรณถึงป่าดิบแล้ง สภาพแวดล้อมแบบหนองบึงและแบบพื้นที่ชุ่มน้ำ และพบเรณูพืชพวกสน (*Pinus* spp.) บ้าง อาจสรุปได้ว่าสภาพอากาศเมื่อประมาณ 4,000 ปีที่ผ่านมาบริเวณภาคกลางอาจได้รับอิทธิพลความหนาวเย็นแผ่ปกคลุมมาถึง จึงพบละอองเรณูของไม้สน แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากการวิจัยไม่ได้นับปริมาณละอองเรณูไม้สน จึงอาจต้องการข้อมูลสนับสนุนการวิจัยเพิ่มเติม

### ว) ภาคเหนือตอนล่างและภาคเหนือ

ในปี พ.ศ. 2547 ได้มีการศึกษาละอองเรณูเพื่อเป็นหลักฐานชี้วัดเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ทุ่งแสลงหลวง จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาได้แบ่งสังคมพืชออกเป็น 7 กลุ่มใหญ่ได้แก่ 1) กลุ่มพืชแบบป่าเขตกึ่งร้อนชื้น (Subtropical forest) 2) กลุ่มพืชแบบป่าร้อนชื้น (Tropical forest) 3) กลุ่มพืชที่เจริญเติบโตในน้ำ (Aquatic habitat) 4) กลุ่มพืชที่เจริญเติบโตในหนองบึง (Swamp habitat) 5) กลุ่มพืชจำพวกหญ้า (Grass) 6) กลุ่มพืชประเภทปาล์ม (Palm) และ 7) กลุ่มพืชพวกเฟิร์น (Fern group) ผลการตรวจหาค่าอายุโดยวิธี Radiocarbon dating ในระดับความลึก 97 เซนติเมตร ได้อายุประมาณ  $1,150 \pm 40$  ปี ก่อนปีปัจจุบัน (ca. A.D. 780-990) หรือประมาณ พ.ศ. 1323-1533 และพบว่าสภาพพืชพรรณที่พบใกล้เคียงกับสภาพพืชพรรณในปัจจุบัน โดยมีสังคมพืชแบบกึ่งร้อนชื้น

ได้แก่ สนต่างๆ และมีไฟเกิดขึ้นในพื้นที่ในช่วงอายุ  $877 \pm 40$  ปีก่อนปีปัจจุบัน เนื่องจากพบสปอร์ของหญ้าในปริมาณที่มาก (Wannakoaw 2004)

พื้นที่มรดกโลกคือกรุงสุโขทัยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับละอองเรณูในพื้นที่วัดเก่าต่างๆ โดยมนัส วัฒนศักดิ์ (Watanasak 2003) พบละอองเรณูส่วนใหญ่ที่เป็นต้นไม้หรือไม้พุ่ม ได้แก่ สน (Pinaceae) ตาลโตนด (Palmae) สาเล่แก่นใจ (Capparidaceae) เครือออน (Symphoremataceae) ไคร้มด (Aquifoliaceae) ข่อย (Moraceae) ขี้หนอน (Sapindaceae) คาง (Mimosaceae) ชะมดตัน (Malvaceae) มะขาม (Caesalpiniaceae) มะพร้าว (Palmae) มะม่วง (Anacardiaceae) สมอพิเภก (Combretaceae) สะเดา (Meliaceae) สะแกนา (Combretaceae) พืชตระกูลหญ้า พืชน้ำ เฟิร์น ได้แก่ หญ้าหัวไม้ขีด (Eriocaulaceae) หญ้าถอดปล้อง (Equisetaceae) หญ้า/ข้าว (Gramineae) บัวสาย (Nymphaeaceae) กูดขน (Lycopodiaceae) ขายผ้าสีดา (Polypodiaceae) กูด (Gleicheniaceae) และ ผักกูดขม (Blechnaceae) ผลการส่งตัวอย่างถ่านที่พบในแหล่งขุดค้นทั้งสิ้น 7 ตัวอย่างได้ค่าอายุ  $280 \pm 30$  BP (ค.ศ. 1643 หรือ พ.ศ. 2186) ละอองเรณูมีการสะสมมากอยู่ในระดับชั้นผิวดิน ในดินที่ระดับลึกลงไปไม่พบหรือพบละอองเรณูน้อยมาก ค่าอายุที่ตรวจวัดได้เป็นค่าอายุยุคหลังกรุงสุโขทัย

นอกจากนี้ได้พบเสาไม้เก่าในพื้นที่ศึกษา หลังจากที่ได้มีการพิสูจน์ว่าเป็นไม้เต็ง (*Shore obtuse*: Dipterocarpaceae) ได้ส่งไปตรวจค่าอายุพบว่าอายุที่ได้คือ  $480 \pm 60$  BP (ค.ศ. 1430 หรือ พ.ศ. 1973) จากผลการศึกษาละอองเรณูที่พบซึ่งส่วนใหญ่เป็นไม้ที่นำมาใช้ประโยชน์ในครัวเรือน ไม่ว่าจะเป็นพืชอาหาร สมุนไพร หรือเพื่อวัตถุประสงค์ต่างๆ เช่น มะพร้าว มะม่วง และพืชน้ำ แสดงให้เห็นว่าสภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ลุ่ม ส่วนไม้ป่าหรือไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่มีการพบละอองเรณูคือไม้สน ซึ่งนักวิจัยได้ตั้งข้อสังเกตว่า **การที่พบละอองเรณูของไม้สน สภาพพื้นที่ดังกล่าวอาจมีอากาศที่เย็นกว่าในปัจจุบันหรือมีการนำไม้สนเข้ามาปลูกในบริเวณพื้นที่ศึกษา** ข้อสังเกตการอธิบายผลจากตารางแสดงปริมาณที่พบละอองเรณู พบว่า มีละอองเรณูของไม้สนไม่มาก อาจเป็นไปได้ว่าละอองเรณูนี้ถูกพัดพามาจากพื้นที่อื่น เพราะตามธรรมชาติไม้สนเป็นไม้ที่ต้องการสภาพอากาศที่เป็นฤดูกาลมีความแห้งแล้งชัดเจน

รัฐพงษ์ พวงทับทิม (1998) ศึกษาละอองเรณูและสปอร์ของพืชในอดีต บริเวณแอ่งพรุภุชา “อ่างกา” ที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อสร้างแผนผัง (Pollen and spore diagram) แสดงปริมาณการสะสมตัวของละอองเรณูและสปอร์ตั้งแต่อดีต ผลการตีความจาก Pollen and spore diagram ของ Peat bog ซึ่งอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 2,565 เมตร พบว่าเมื่อประมาณ 4,300 ปีที่ผ่านมา พื้นที่นี้เป็นป่าดิบเขา และสามารถแบ่งภูมิอากาศบริเวณนี้ได้เป็น 6 ช่วง ตามการเปลี่ยนแปลงของภูมิอากาศซึ่งอุ่นและเย็นขึ้นโดยใช้พรรณไม้เขตอบอุ่นเป็นดัชนีบ่งชี้ ซึ่งหลักฐานนี้สนับสนุนว่า ภูมิอากาศในยุค

ไฮโลซินไม่คงที่ นอกจากนี้ จากการพบละอองเรณูของ Polygonum และหญ้า แสดงว่า บริเวณนี้อาจถูกบุกรุกจากกิจกรรมของมนุษย์

การศึกษาในพื้นที่เดียวกันโดย อังคาร แจ่มชื่น (2541) ได้ศึกษาชนิดและสังคมพืช ในอดีตยุคไฮโลซินตอนปลายเพื่อการเปรียบเทียบสภาพภูมิอากาศ บริเวณพื้นที่ศึกษา “อ่างกา” ใกล้ยอดดอยอินทนนท์ โดยการวิเคราะห์ทางเรณูวิทยาจากตัวอย่างตะกอนดินและตรวจหา อายุจากตัวอย่างอินทรีย์วัตถุด้วยวิธี Radiocarbon พบว่า เมื่อประมาณ 1,250±60 ปีมาแล้ว จนถึงปัจจุบัน บริเวณพื้นที่ศึกษามีระบบนิเวศแบบ “ป่าดิบเขาระดับสูงกึ่งป่าในเขตอบอุ่น” โดยพบละอองเรณูและสปอร์ของพืชในเขตป่าดิบเขาระดับสูง และพบพันธุ์พืชในเขตอบอุ่นบางชนิดซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ ได้แก่ *Quercus* spp., *Rhododendron* sp., *Castanopsis* sp. และ *Betula* spp. และพบว่าในช่วงเวลา 160±65 ปีที่ผ่านมา ระบบนิเวศดังกล่าวนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจนกระทั่งในปัจจุบัน โดยพืชในเขตอบอุ่นบางชนิดที่เคยเจริญเติบโตได้ดีในพื้นที่ที่กลบลดจำนวนลง เช่น ไม้ก่อ (*Quercus* spp.) หรือไม้พบบอกอีกเลยได้แก่ ไม้ก่อ/เกาลัด (*Castanopsis* sp.), พวง *Myrsinaceae*, *Ilex* spp., *Euphorbiaceae* และ *Margocolporite vanwijhei* ในขณะที่พบเรณูและสปอร์ของพืชพวกกก (*Cyperaceae*) เฟิร์นสร้อยนารี (*Lycopodium* sp.) เพิ่มมากขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งแสดงว่าสภาพภูมิอากาศในพื้นที่ศึกษาในอดีตมีความหนาวเย็นกว่าในปัจจุบัน

**จากผลการศึกษาที่อ่างกา สรุปได้ว่า ตั้งแต่ประมาณ 4,000 ปีที่ผ่านมา บริเวณภาคเหนือของประเทศไทยมีสภาพอากาศแบบเขตอบอุ่นคือ มีอากาศหนาวเย็นกว่าในปัจจุบัน และสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากจนในช่วงประมาณ 160 ปีที่ผ่านมา สภาพอากาศเปลี่ยนแปลงซึ่งส่งผลให้พืชพรรณเปลี่ยนแปลงไปด้วยจนถึงในปัจจุบัน**

## ก) ภาคใต้

Purintavaragul (1999) ศึกษาเกี่ยวกับวิวัฒนาการของทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็น Lacustrine/ lagoonal sequence และการปฏิสัมพันธ์กับการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ พื้นที่ทะเลสาบใหญ่แยกจากทะเลด้วย Beach barrier system Satingpra Peninsula ที่เป็นที่ตั้งถิ่นฐานในยุคประวัติศาสตร์ช่วงแรก (1,400–2,000 ปีมาแล้ว) โดยแบ่งออกเป็นทะเลสาบน้ำจืดเล็กๆ (ทะเลน้อย) ซึ่งช่วงที่ทะเลสาบแยกออกมาจาก Lagoonal system น่าจะเกี่ยวข้องกับ การสร้างคลองเมื่อประมาณ 1,500 ปี และการตั้งถิ่นอาศัยของมนุษย์

จากการวิเคราะห์ทางเรณูวิทยา สามารถจำแนกสังคมพืชได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ 1) สปอร์ของเฟิร์นจำนวนมากและพบละอองเรณูของไม้โกงกางประปรายปนกับสปอร์ของพืช น้ำจืด 2) ละอองเรณูของไม้โกงกางในปริมาณมากและปะปนด้วยสปอร์ของพืชน้ำจืดและสปอร์

สาหร่ายน้ำเค็ม และ 3) สปอร์ของพืชน้ำจืดเป็นจำนวนมากสลับกับละอองเรณูของป่าชายเลน การแปลความหมายด้านสิ่งแวดล้อมและการทดแทนสังคมพืชแสดงถึงความแตกต่างกับพื้นที่ในปัจจุบัน คือ

- ป่าชายเลนที่อยู่ตามชายฝั่งมีมากกว่าในปัจจุบันโดยพืชที่เด่นๆ เป็นต้นโกงกาง (Rhizophoraceae) ซึ่งพบทั่วไปในป่าชายเลนบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยที่พบมากในปัจจุบัน คือ *Sonneratia caseolaris* และใน Pollen profile ไม่ได้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสังคมป่าชายเลน

- ใน Pollen profile แทบจะไม่พบสังคมพืชแบบ Freshwater herbaceous swamp ที่พบมากในทะเลน้อยในปัจจุบัน

- ไม่พบหลักฐานทางเรณูวิทยาในด้านการพัฒนาของเสม็ด (*Melaleuca cajuputi*) พื้นที่ชุ่มน้ำที่เป็นป่าพรุที่เด่นในปัจจุบันซึ่งเสม็ดเป็นพืชทางเศรษฐกิจ (Trade plant) ในอดีตและการที่ใน Pollen profile ไม่พบตัวแทนของสังคมพืชในปัจจุบันอาจสะท้อนถึงความสามารถในการสร้างละอองเรณูต่ำกว่าในปัจจุบัน

- ผลการศึกษาไม่พบหลักฐานในเรื่องการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศ แต่พบว่า มีหญ้า ซึ่งแสดงถึงการมีไฟไหม้พื้นที่ และพบเรณูของสน กระจายอยู่ในส่วนล่างของชั้นดิน

## ง) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

การศึกษาโดย Kealhofer (1996) ได้มีการเจาะชั้นดินเพื่อเก็บตัวอย่างละอองเรณูในดินชั้นล่าง จากทะเลสาบกุมภวาปี เพื่อศึกษาเรณู Phytolith ธรณีสัณฐานและเคมีของดิน โดยเน้นการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ (Human landscape use) ในช่วงปลายสมัยไพลสโตซีนและต้นโฮโลซีน พบว่ามีข้อมูลที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงด้านภูมิอากาศ ด้านธรณีสัณฐานและการเปลี่ยนแปลงทางวัฒนธรรม จากหลักฐานการเผาไหม้ของเศษอินทรีย์ (Burned phytolith) ได้ชี้ว่าการเกิดไฟป่าในป่าผสมผลัดใบและป่าผลัดใบแล้ง (Mixed deciduous-dry deciduous forest) ได้เริ่มมาตั้งแต่ช่วงโฮโลซีนตอนต้น และมีหลักฐานแสดงว่าการเพาะปลูกเริ่มมีความสำคัญในยุคโฮโลซีนตอนกลางและการเกิดไฟป่าก็ลดลง **สภาพแวดล้อมของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้และประเทศไทยในช่วงไพลสโตซีน ตอนปลาย มีความแห้งแล้งมากกว่าและฤดูกาลชัดเจนกว่าในปัจจุบัน และพบว่าไม้และพืชพรรณต่างๆ เริ่มมีมากขึ้นในช่วงสิ้นสุดสมัยไพลสโตซีน สอดคล้องกับที่พบว่ามีไม้เพิ่มขึ้นในช่วงสมัยโฮโลซีนตอนต้น ซึ่งเป็นช่วงที่ภูมิอากาศและรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินเริ่มเสถียร**

ในช่วงต้นโฮโลซีน (ประมาณ 7,500 B.C.) มีการเปลี่ยนแปลงพืชพรรณที่สำคัญ พบว่าการเพาะปลูกได้ขยายมาถึงพื้นที่ที่เป็นป่าผลัดใบแล้ง และข้อมูล Phytolith แสดงว่า

เริ่มมีการเพาะปลูกข้าวกันมากในช่วงปลายของสมัยโฮโลซีนตอนต้น นอกจากนี้ข้อมูลเปอร์เซ็นต์การเผาไหม้สูงสุดของ Phytolith ที่ชี้ถึงการเกิดไฟป่า ที่แสดงว่ามีความสัมพันธ์กับช่วงเวลาการตั้งถิ่นฐานที่บ้านเชียงและพื้นที่ใกล้เคียง เป็นหลักฐานว่ามนุษย์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่ มาตั้งแต่ยุคสมัยดังกล่าวแล้ว

Penny (2001a) ได้วิเคราะห์สิ่งแวดล้อมในอดีตที่แอ่งสกลนคร ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ราบสูงโคราชด้านเหนือเป็นแหล่งโบราณคดีก่อนประวัติศาสตร์ของไทย แต่ยังไม่ค่อยมีข้อมูลทางด้าน การตั้งชุมชนและสภาพสิ่งแวดล้อมเท่าใดนัก สำหรับข้อมูลทางธรณีวิทยาจากหนองหาน กุมภวาปี ซึ่งเป็นทะเลสาบที่อยู่ในแอ่งสกลนคร ได้แสดงถึงช่วงเวลาที่มีการรบกวนพื้นที่ป่า และความถี่ของการเกิดไฟป่าที่มาก ในช่วง 6,400–6,600 ปีก่อนปีปัจจุบัน แต่ยังไม่สามารถที่จะบอกถึงสาเหตุได้ ข้อมูลทางธรณีวิทยาที่ได้ จึงยากที่จะนำไปเชื่อมกับรูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณที่คาดว่าน่าจะถูกบุกรุกโดยมนุษย์

จากผลการศึกษาดะกอนดินจาก 3 พื้นที่ศึกษาในที่ราบสูงโคราช หนองหาน กุมภวาปี หนองพะโค และหนองหาน สกลนคร พบละอองเรณูที่มีอายุถึง 14,300 ปีมาแล้ว (Penny 2001b) ในพื้นที่แอ่งสกลนครได้ปกคลุมด้วยพืชตระกูลก่อและตระกูลสน คล้ายคลึงกับการอธิบายพืชพรรณทางตะวันตกเฉียงใต้ของจีน ภายใต้เงื่อนไขของสภาพอากาศหนาวเย็นกว่าและแห้งแล้งกว่าสภาพที่พบในปัจจุบัน แต่การอุ่นขึ้นของอุณหภูมิหลังจากนั้น ทำให้ป่าไม้เบิกวางในเขตร้อนชื้นและป่าผลัดใบ เป็นไม้เด่นในช่วงสมัยไพลสโตซีน/โฮโลซีน และยังคงหลงเหลือไม้ก่อไม้สน เป็นหย่อมๆ เท่านั้น

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับละอองเรณูในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย เชื่อมโยงถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและชนิดพืชพรรณ ในตารางที่ 3 สรุปผลการศึกษาจากงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับละอองเรณู โดยเรียงลำดับจากช่วงเวลาที่อายุมากที่สุดจนถึงอายุน้อยที่สุด โดยพยายามให้เห็นความแตกต่างในเรื่องระยะเวลา และสภาพระบบนิเวศหรือชนิดพืชพรรณ ซึ่งผลการศึกษาเท่าที่ประมวลมา ในบางครั้งอาจจะไม่สามารถระบุชนิดป่าไม้ (ชื่อชนิดป่าในปัจจุบัน) หรือบางครั้งสามารถอธิบายได้ในภาพรวมของโครงสร้างป่าแต่ไม่ระบุชนิดพืชพันธุ์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความมากน้อยหรือความเด่นของหลักฐาน (ละอองเรณู)

ตารางที่ 3 สรุปการศึกษาเกี่ยวกับละอองเรณูวิทยาในประเทศไทยที่บ่งชี้ถึงระยะเวลาและระบบนิเวศในอดีต (AMS/P=AMS determination based on pollen)

อายุ (C-14 BP)	สภาพภูมิอากาศ/ระบบนิเวศ
38,300±600 ถึง 6,700±50 ปี (Penny, 2001)	<ul style="list-style-type: none"> <li>สภาพอากาศเย็นและแห้งกว่าในปัจจุบัน</li> <li>พืชเขตร้อนและเขตกึ่งร้อนมีเพิ่มขึ้นในช่วงต้นยุคโฮโลซีน (ประมาณ 7,000 ปีก่อนปัจจุบัน) สอดคล้องกับความชื้นที่สูงขึ้นจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้น</li> <li>การเปลี่ยนแปลงพืชพรรณในช่วงกลางและปลายยุคโฮโลซีน พบว่ามีอิทธิพลทั้งจากไฟป่าและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ</li> </ul>
10,820±50 ถึง 6,330±50 ปี (Maloney 1997)	<ul style="list-style-type: none"> <li>การหายไปของ Hymenophyllaceae (Filmy fern) บ่งถึงป่าไม้ไม่ได้อยู่ในสภาพที่ชื้น</li> <li>มีการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำในพื้นที่ซึ่งเชื่อมโยงกับการเพิ่มขึ้นของน้ำใต้ดิน</li> </ul>
19,190±120 ถึง 640±40 ปี (Penny and Kealhofer 2004)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ในอดีต (ประมาณ 19,190 ปีก่อนปีปัจจุบัน) มีความเป็นไปได้สูงที่ไม่แน่นอนยังกระจายครอบคลุมอยู่บริเวณภาคเหนือของประเทศไทย</li> </ul>
12,220±70 ถึง 5,540±70 ปี (Kealhofer and Penny 1998)	<ul style="list-style-type: none"> <li>สภาพอากาศตามฤดูกาลมีสภาพแห้งและเปียก และไม่พบละอองเรณูเนื่องจากจะถูกออกซิไดซ์ไประหว่างอากาศแห้ง</li> <li>การเปลี่ยนแปลงพืชพรรณในช่วง 9,800 ปีก่อนปีปัจจุบันมีความชัดเจน มีความหลากหลายของพืชพรรณป่าผลัดใบมีการขยายตัว พบ <i>Altingoia</i>, <i>Combretaceae</i>, <i>Dipterocarpaceae</i> ในช่วง 8,000–6,900 ปีก่อนปีปัจจุบัน มีความเป็นไปได้สูงว่ารอบๆทะเลสาบจะเป็นป่าผสมผลัดใบและป่าดิบแล้ง และมีความชุ่มชื้นมากกว่าในปัจจุบัน</li> <li>6,600–6,400 ปีก่อนปีปัจจุบัน (โฮโลซีน) ถึงแม้ว่าความชุ่มชื้นจะเพิ่มขึ้นแต่พืชพรรณกลับลดลงหรือบางชนิดหายไป มีถ่านเพิ่มมากขึ้นแสดงว่าเกิดไฟป่าขึ้นทั่วไป อย่างไรก็ตามแต่กลับมีละอองเรณูของสนเพิ่มมากขึ้น อาจเป็นไปได้ที่สนมีความทนไฟ และปกติสนมีสปอร์เป็นปริมาณมากและกระจายไปได้ไกล</li> <li>2,500 ปีก่อนปีปัจจุบัน ป่าไม้โดนรบกวนมาก ป่ามีความแห้งแล้งขึ้น</li> </ul>
1,360 ปี (Komomjinda and Wattanakornsiri 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>สังคมพืชเป็นแบบป่าร้อนชื้น ส่วนละอองเรณูพืชที่พบในเขตอบอุ่นและกึ่งเขตอบอุ่นพบในปริมาณน้อย นอกจากนี้ปริมาณเรณูของหญ้ามีแนวโน้มมากขึ้นและสปอร์ของเฟิร์นมีแนวโน้มน้อยลง บ่งชี้ถึงสาเหตุการเปลี่ยนแปลงมาจากกิจกรรมของมนุษย์และไฟป่า</li> </ul>

อายุ (C-14 BP)	สภาพภูมิอากาศ/ระบบนิเวศ
620±40 ปี (Trikanchanawattana 2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ละอองเรณูไม้ยืนต้นที่พบได้แก่ ไม้สน (<i>Pinus sp.</i>) Annonaceae, <i>Bauhinia sp.</i> <i>Jatropha sp.</i> <i>Xylia sp.</i> พืชล้มลุก ได้แก่ พวกกุตสภาพอากาศอาจจะเย็นมากกว่าในปัจจุบัน เพราะพบละอองเรณูของไม้สนซึ่งปัจจุบันในบริเวณนี้ไม่ปรากฏไม้สน</li> </ul>
280±30 ปี (Watanasak 2003)	<ul style="list-style-type: none"> <li>พบละอองเรณูส่วนใหญ่ที่พบที่เป็นต้นไม้หรือไม้พุ่ม ได้แก่ สน (Pinaceae) ตาลโตนด (Palmae) สาเล่แก่นใจ (Capparidaceae) เครืออ่อน (Symphoremataceae) ไคร้มด (Aquifoliaceae) ข่อย (Moraceae) ขี้หนอน (Sapindaceae) คาง (Mimosaceae) ชะมดต้น (Malvaceae) มะขาม (Caesalpinaceae) มะพร้าว (Palmae) มะม่วง (Anacardiaceae) สมอพิเภก (Combretaceae) สะเดา (Anacardiaceae) สมอพิเภก (Combretaceae) สะเดา (Meliaceae) สะแกนา (Combretaceae) พืชตระกูลหญ้า พีชน้ำ เฟิร์น ได้แก่ หญ้าหัวไม้ขีด (Eriocaulaceae) หญ้าถอดปล้อง (Equisetaceae) หญ้า/ข้าว (Gramineae) บัวสาย (Nymphaeaceae) กูดขน (Lycopodiaceae) ขายผ้าสีดำ (Polypodiaceae) กูด (Gleicheniaceae) และผักกูดขม (Blechnaceae) (AMS/P=AMS determination based on pollen)</li> </ul>
160±40ปี (Trikanchanawattana 2005)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ไม้ยืนต้นได้แก่ ไม้ก่อ (<i>Castanopsis sp.</i>) ไม้สน (<i>Pinus sp.</i>) Annonaceae (วงศ์กระดังงา) <i>Phyllanthus sp.</i> (มะขามป้อม) Lauraceae (อบเชย) Ulmaceae (ปอแฟน) (AMS/P=AMS determination based on pollen)</li> </ul>

จากการทบทวนการศึกษาละอองเรณูในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย พบว่างานวิจัยส่วนมากเป็นผลงานของนักวิจัยชาวต่างประเทศที่ต้องการศึกษาถึงเรื่องราวของมนุษย์กับสิ่งแวดล้อม วัฒนธรรมการปลูกข้าว การหาแหล่งตั้งถิ่นฐานของมนุษย์เริ่มแรกในแผ่นดินทวีป ซึ่งพอจะอนุมานได้ว่า

40,000 ปีก่อนปีปัจจุบันสภาพอากาศโดยรวมของประเทศไทยเย็นและแห้งแล้งกว่าในปัจจุบัน มีป่าสนกระจายครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ภาคเหนือ และบางส่วนของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยจนถึงประมาณ 20,000 ปีก่อนปีปัจจุบันสภาพอากาศมีการเปลี่ยนแปลงไปโดยมีความชื้นเพิ่มมากขึ้นและอุณหภูมิสูงขึ้น ปริมาณฝนมากขึ้นทำให้เกิดการกระจายตัวของพื้นที่ป่ากึ่งร้อนชื้น (ป่าผสมผลัดใบ) และป่าร้อนชื้น (ป่าไม่ผลัดใบ) ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ เช่นพื้นที่ลุ่มมีปริมาณน้ำฝนมากส่วนใหญ่จะปกคลุมด้วยป่าร้อนชื้น

10,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นเล็กน้อยและปริมาณความชื้นเพิ่มมากขึ้น ทำให้ป่าร้อนชื้นมีความอุดมสมบูรณ์

8,000 ปีก่อนปีปัจจุบันจนถึงปัจจุบัน พบว่าถึงแม้สภาพอากาศจะใกล้เคียงกับในช่วง 10,000 ปีก่อนปีปัจจุบัน แต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การพึ่งพิงการใช้ทรัพยากรป่าไม้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ทำให้พื้นที่ป่าไม้เขตร้อนชื้นลดลงอย่างมาก และป่ากึ่งร้อนชื้นหรือป่าผสมผลัดใบครอบคลุมพื้นที่มากขึ้น เป็นข้อสรุปที่นักวิจัยนำเสนอรูปแบบจำลองขึ้นมาจากข้อมูลสภาพแวดล้อมจากผู้วิจัยหลาย ๆ ท่าน ที่มีข้อมูลสอดคล้องกัน



# 3

## ความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย (Climate Variability in Thailand)





- จากสถานีตรวจวัดอากาศทั้งหมดในประเทศไทย ในช่วงเวลา ระหว่างปี พ.ศ. 2508-2549 พบว่าอุณหภูมิบริเวณประเทศไทยได้ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด ได้เพิ่มขึ้น 0.57, 0.81 และ 0.89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ
- จำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น 21.3 วัน และจำนวนคืนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น 43 วัน ในระหว่าง พ.ศ. 2508-2549 การเพิ่มขึ้นนี้พบมากโดยเฉพาะ ในช่วงหลังปี พ.ศ. 2533
- ปริมาณฝนรวมรายปีมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ในพื้นที่ภาคกลาง และภาคตะวันออก
- ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณฝนรวมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ
- ตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2549 จำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย โดยเฉลี่ยมีประมาณ 3 ลูกต่อปี มีแนวโน้มของจำนวนพายุลดลง แต่ความรุนแรงของพายุยังไม่ชัดเจน
- สถานการณ์ระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน ผลการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า มีทั้งระดับน้ำทะเลที่ไม่เปลี่ยนแปลง ลดลงในอัตรา 0.3 มิลลิเมตรต่อปี หรือเพิ่มขึ้นในอัตราประมาณ 0.6-2 มิลลิเมตรต่อปี



**ความ**แปรปรวนของภูมิอากาศเป็นลักษณะอากาศที่มีการเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยตามสถานการณ์ปกติ โดยพิจารณากรอบเวลาในช่วงสั้นๆ เช่น ความผันแปรของปริมาณและลักษณะการกระจายของฝน ความผันแปรของอุณหภูมิและความชื้นในช่วงเวลา 5-10 ปี เป็นต้น ซึ่งความแปรปรวนเหล่านี้ เป็นตัวบ่งชี้สภาวะความรุนแรงของสภาพอากาศและมีผลกระทบโดยตรงต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์และสมดุลของสิ่งแวดล้อม ความแปรปรวนที่เกิดขึ้น อาจเป็นส่วนหนึ่งของลักษณะการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ เช่น ระดับความถี่หรือความรุนแรงของความแปรปรวนในระยะยาวมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (สภาพอากาศมีความแปรปรวนสูงขึ้นหรือต่ำลงเรื่อยๆ หรือมีระดับความรุนแรงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ) ส่วนสาเหตุที่ทำให้ลักษณะความแปรปรวนเปลี่ยนไป ปัจจุบันยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าอาจเชื่อมโยงกับสภาวะโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่กำลังเกิดขึ้น ส่งผลทำให้ระบบต่างๆ บนโลก (ระบบกายภาพและชีวภาพ) พยายามปรับตัว (หรือเปลี่ยนตัวเอง) ตามแรงขับเคลื่อนดังกล่าว และผลของการตอบสนองถูกแสดงออกมาในรูปแบบของความแปรปรวนของสภาพอากาศที่เราสามารถตรวจวัดได้

ในอดีตที่ผ่านมา ประเทศไทยได้เกิดภาวะความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในระดับที่มีความรุนแรงมากน้อยแตกต่างกันไปในแต่ละช่วงเวลาและพื้นที่ เช่น สภาพความแห้งแล้ง เนื่องจากฝนไม่ตกตามฤดูกาลหรือมีฝนทิ้งช่วงเป็นเวลานาน นอกจากนี้ยังเกิดอุทกภัยอยู่เป็นระยะๆ เนื้อหาบทนี้ ครอบคลุมผลการศึกษาและการวิเคราะห์ลักษณะความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศเหล่านี้ ข้อมูลที่นำมาใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ ได้มาจากการตรวจวัดสภาพอากาศตามสถานีทั่วประเทศ ซึ่งถ้าเรานำข้อมูลหรือภาพของลักษณะสภาพภูมิอากาศไปต่อเชื่อมกับข้อมูลสภาพอากาศในยุคก่อนที่จะสามารถตรวจวัดตัวแปรสภาพอากาศได้ด้วยเครื่องมือ ตามที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 ก็จะสามารถทำให้เราเห็นภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยย้อนกลับไปในอดีตได้ ถึงแม้จะยังเป็นภาพที่ไม่ชัดเจนนัก แต่ก็นับเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญ และสามารถแสดงให้เห็นว่าอะไรที่เรารู้และยังไม่รู้ ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาวิจัยให้มีความชัดเจนต่อไป

## ดัชนีชี้วัดความแปรปรวนและสภาวะความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศ

เนื่องจากตัวแปรที่เป็นองค์ประกอบของลักษณะความแปรปรวนและสภาวะความรุนแรงของสภาพภูมิอากาศมีหลากหลาย ในการที่จะประเมินว่า พื้นที่หนึ่งอยู่ในสภาวะเสี่ยงจากความแปรปรวนดังกล่าวมากน้อยเพียงใดนั้น จำเป็นต้องใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่มาพิจารณาประกอบกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้ถูกจัดให้อยู่ในรูปของตัวชี้วัดหรือดัชนี ซึ่งโดยทั่วไปสามารถประเมินได้จากลักษณะเชิงคุณภาพและปริมาณของข้อมูลสภาพภูมิอากาศ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลง อัตราการเปลี่ยนแปลงต่อหน่วยเวลา หรือจำนวนครั้งของการเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งในกรอบเวลาหนึ่งๆ เป็นต้น โดยดัชนีหลักที่ใช้กันในปัจจุบัน สามารถจำแนกออกเป็นหมวดหมู่ ซึ่งประกอบด้วย (สรุปจาก แสงจันทร์ ลัมจิรกาล และคณะ 2552)

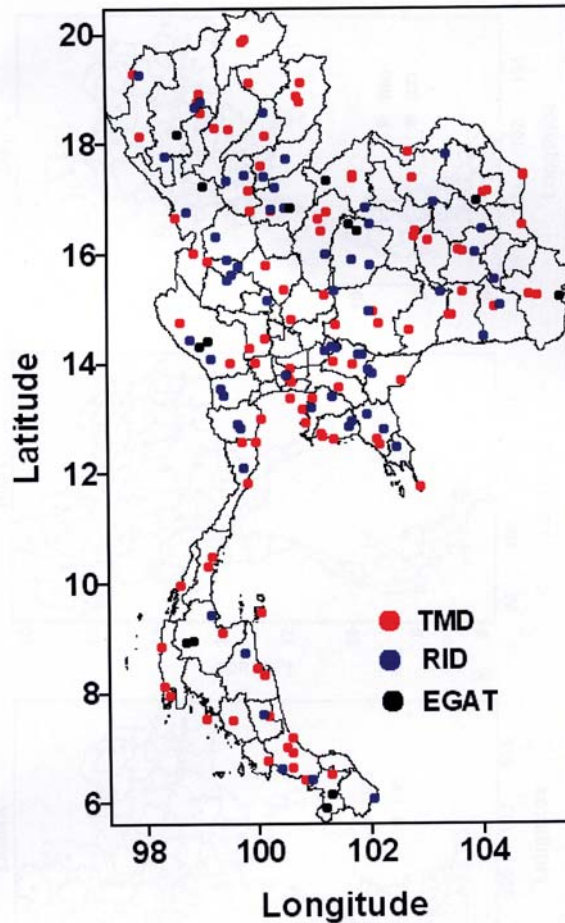
- Percentile-based indices เป็นดัชนีตัวแปรอากาศที่สูงหรือต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่กำหนด เช่น อุณหภูมิต่ำสุดรายวันที่ต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 หมายความว่า จากข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดรายวันทั้งหมด 100 ข้อมูล เราก็คือว่า ข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุด 10 ข้อมูลแรกเป็นข้อมูลที่เบี่ยงเบนไปจากค่าในช่วงปกติของค่าอุณหภูมิต่ำสุดหรือมีความแปรปรวนมากกว่าค่าในช่วงปกติ เป็นต้น

- Absolute indices เป็นดัชนีที่แสดงค่าต่ำสุดหรือสูงสุดในแต่ละช่วงเวลา เช่น ค่าอุณหภูมิสูงสุดในแต่ละวันหรือปริมาณฝนสูงสุดในรอบเดือน เป็นต้น

- Threshold indices เป็นดัชนีที่แสดงค่าตัวแปรที่มีค่าสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนด เช่น จำนวนวันที่ฝนตกมากกว่า 10 มิลลิเมตร เป็นต้น

- Duration indices เป็นดัชนีที่แสดงช่วงเวลาของลักษณะความแปรปรวนทางสภาวะอากาศ เช่น จำนวนวันที่ฝนตกต่อเนื่อง จำนวนวันที่อุณหภูมิอากาศเกิน 35 องศาเซลเซียส ต่อเนื่อง เป็นต้น

แสงจันทร์ ลัมจิรกาล และคณะ (2552) ได้ศึกษาสภาวะความรุนแรงของฝนและอุณหภูมิบริเวณประเทศไทยโดยใช้ดัชนีชี้วัดต่างๆ และใช้ข้อมูลในอดีตระหว่างปี พ.ศ. 2508–2549 (ค.ศ. 1965–2006) จากสถานีตรวจวัดอากาศทั้งหมดของประเทศไทย (สถานีตรวจวัดของกรมอุตุนิยมวิทยา การไฟฟ้าฝ่ายผลิต และกรมชลประทาน) ซึ่งที่ตั้งของสถานีเหล่านี้ ดังแสดงในรูปที่ 6 ผลการศึกษาจากรายงานดังกล่าว และจากที่รวบรวมมาจากแหล่งอื่นๆ สามารถสรุปดังนี้



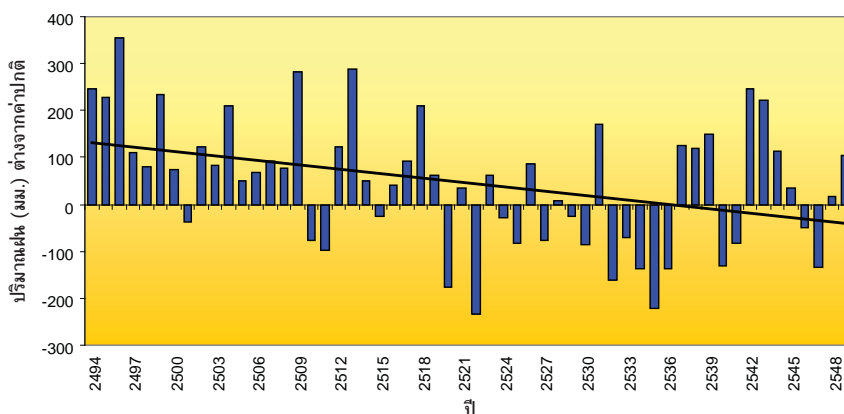
รูปที่ 6 ที่ตั้งของสถานีตรวจวัดอากาศ TMD = สถานีของกรมอุตุนิยมวิทยา (Thai Meteorological Department), RID = สถานีของกรมชลประทาน (Royal Irrigation Department), EGAT= สถานีของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (Electricity Generation Authority of Thailand) (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ 2552)

## ความแปรปรวนของฝนในประเทศไทย

ความแปรปรวนของฝนในแง่ของปริมาณ การกระจายเชิงพื้นที่และเวลา นับเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อประเทศไทยเป็นอย่างมาก การเปลี่ยนแปลงในลักษณะใดลักษณะหนึ่งของตัวแปรเหล่านี้ ล้วนส่งผลกระทบต่อการดำเนินชีวิตของประชากรส่วนใหญ่ของประเทศ ทั้งนี้มากกว่าครึ่งหนึ่งของประชากรไทยยังต้องอาศัยรายได้และอาหารจากการทำ

เกษตรกรรม โดยเฉพาะการทำนาที่ต้องอาศัยน้ำฝนในปริมาณที่เพียงพอ ในประเทศไทยกว่า 70% ของพื้นที่ทำนา เป็นพื้นที่ในเขตนาน้ำฝน ซึ่งความแปรปรวนเกี่ยวกับฝนนี้ มีทั้งเชิงบวก (ฝนมากกว่าปกติ) และเชิงลบ (ฝนน้อยกว่าปกติ) การวิเคราะห์ความแปรปรวนและแนวโน้ม การเปลี่ยนแปลงจะเป็นองค์ความรู้ที่สามารถนำมาปรับใช้ในการวางแผนการเพาะปลูก ชลประทาน และการจัดการน้ำโดยรวมได้

กรรวิ สิทธิชีวภาพ (2550) วิเคราะห์แนวโน้มของฝนรวมรายปีในรอบ 56 ปีที่ผ่านมา (ระหว่าง พ.ศ. 2494–2549) พบว่า ปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วทั้งประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 7 ซึ่งความแปรปรวนเห็นชัดเจนในช่วง 30 ปีล่าสุด ซึ่งแนวโน้มฝนส่วนใหญ่ ในต่ำกว่าค่าปกติ ตั้งแต่มีการเก็บรวบรวมข้อมูลมาในช่วง 20 ปีแรก ปริมาณฝนส่วนใหญ่สูงกว่าค่าปกติ ความผันแปรเห็นไม่ชัดเจน โดยรวมเมื่อพิจารณาปริมาณฝน 56 ปีแล้ว ปริมาณฝนประเทศไทยมีแนวโน้มลดลง (รูปที่ 7)



รูปที่ 7 กราฟแสดงปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วประเทศเปรียบเทียบค่าปกติและแนวโน้ม (ที่มา: กรรวิ สิทธิชีวภาพ 2550)

เมื่อพิจารณารายละเอียดลักษณะการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดจะเห็นความผันแปรของฝนชัดเจนกว่า เช่น จังหวัดเชียงใหม่ ฝนมีแนวโน้มลดลง จังหวัดอุบลราชธานีฝนมีแนวโน้มลดลง กรุงเทพมหานคร ฝนใกล้เคียงค่าปกติและมีแนวโน้มสูงขึ้น จังหวัดจันทบุรี ฝนใกล้เคียงค่าปกติ จังหวัดชุมพรฝนมีแนวโน้มลดลง และจังหวัดระนองฝนมีแนวโน้มลดลง เป็นต้น

ในการทำงานเดียวกันเมื่อพิจารณาจำนวนวันฝนตกของประเทศไทยจากข้อมูลในช่วงเดียวกันตั้งแต่ พ.ศ. 2494 ถึงพ.ศ. 2549 จำนวนวันฝนตกสอดคล้องกับปริมาณฝนเฉลี่ยทั่วทั้งประเทศ ความผันแปรเห็นชัดเจนในช่วง 30 ปีล่าสุด ส่วนในระยะแรกยังไม่ชัดเจนและเมื่อพิจารณาข้อมูล 56 ปี จำนวนวันฝนตกมีแนวโน้มลดลง

แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ (2552) ได้นำดัชนีชี้วัดสภาวะความรุนแรงของฝนและวิเคราะห์ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดต่างๆ โดยใช้วิธีการทางสถิติมาประยุกต์ใช้เพื่อคัดกรอง ข้อมูลที่ไม่สามารถตรวจสอบความถูกต้องได้ออกจากฐานข้อมูลก่อน แล้วจึงทำการวิเคราะห์แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลง เช่น ตัวชี้วัดปริมาณฝนรวมรายปี จำนวนวันที่ฝนตกรวมรายปี จำนวนวันที่มีปริมาณฝนตกมากกว่าหรือเท่ากับ 1 มิลลิเมตร และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงของฝนในปีหนึ่งๆ เปรียบกับค่าเฉลี่ยระยะยาว เป็นต้น ผลการศึกษาดังกล่าว สรุปได้ดังนี้

- ปริมาณฝนรวมรายปีในประเทศไทย มีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ทั้งในแง่ของอัตราและรูปแบบ โดยปริมาณฝนรวมรายปีมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (ระดับความเชื่อมั่น 95%) ในพื้นที่ภาคกลางและภาคตะวันออก (คิดเป็น 12% ของสถานีตรวจวัดทั้งหมด)
- ในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ปริมาณฝนรวมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (คิดเป็น 7% ของสถานีตรวจวัดทั้งหมด)
- ในภาพรวมทั้งประเทศ ไม่พบการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มอย่างมีนัยสำคัญของปริมาณฝนทั้งประเทศ ทั้งในด้านปริมาณฝนรายปี จำนวนวันที่ฝนตกรวมรายปี และเปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยระยะยาว แต่พบว่าปริมาณฝนรวมในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และในช่วงเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม มีแนวโน้มลดลง
- ในภาคกลาง ภาคตะวันออก และภาคเหนือบางส่วน พบว่า จำนวนวันฝนตกรวมรายปีลดลง (คิดเป็น 67% ของสถานีทั้งหมด) โดยมีอัตราการลดลงอยู่ในช่วง 0.05 - 1.3 วันต่อปี
- ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน จำนวนวันที่ฝนตกลดลงมากที่สุด ในภาคกลาง (0.3 วันต่อปี) และภาคตะวันออก (0.4 วันต่อปี)
- ในช่วงเดือนพฤศจิกายน-เมษายน จำนวนวันที่ฝนตกเพิ่มขึ้นในภาคเหนือตอนล่าง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (0.8 วันต่อปี)
- ความแรงของฝนซึ่งคำนวณจากปริมาณฝนรวมรายปีและจำนวนวันที่ฝนตก มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกภาค ทำให้ความแรงของฝนรวมทั้งประเทศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอัตรา 0.6 มิลลิเมตรต่อวันต่อในช่วงเวลา 10 ปี
- ปริมาณฝนที่มากกว่าปกติ (สัดส่วนของปริมาณฝนที่มากกว่าหรือเท่ากับเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95) พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง รวมทั้งกรุงเทพมหานคร

- จำนวนวันที่ฝนไม่ตกอย่างต่อเนื่องที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นสูงสุดพบที่สถานีราชบุรี ในภาพรวมทั้งประเทศ จำนวนวันที่ฝนไม่ตกอย่างต่อเนื่องมีอัตราเพิ่มขึ้น 24 วันระหว่างปี พ.ศ. 2508-2006

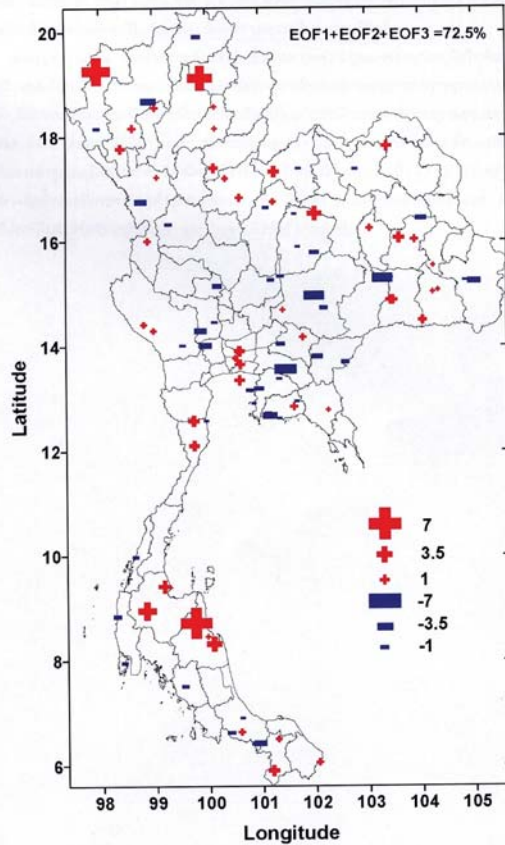
จากข้อมูลดัชนีการเปลี่ยนแปลงของฝนในประเทศไทย ผู้วิจัยได้นำดัชนีเหล่านี้มา รวมวิเคราะห์เพื่อบ่งชี้ถึงสถานะความรุนแรงของฝน ซึ่งดัชนีเหล่านี้ประกอบด้วย Monthly maximum 1-day rainfall (RX1DAY), Monthly maximum consecutive 5-day rainfall (RX5DAY), Annual total rainfall divided by the number of wet days (defined as rainfall  $\geq 1.0$  mm) in the year (SDII), Annual count of days when rainfall  $\geq 1.0$  mm (R10), Annual count of days when rainfall  $\geq 50$  mm (R50), Annual total rainfall when rainfall  $>95^{\text{th}}$  percentile (R95p), Maximum number of consecutive days with rainfall  $< 1$  mm (CDD), Maximum number of consecutive days with rainfall  $\geq 1.0$  mm (CWD), Annual total rainfall in wet day (rainfall  $\geq 1.0$  mm , RAINtot) และ Annual count of days when rainfall  $\geq 1.0$  mm (WETtot) โดยใช้วิธีทางสถิติที่เรียกว่า Principal Component Analysis (PCA) ซึ่งจะถูกคำนวณจากเมตริกซ์ของจำนวนสถานีทั้งหมด (170 สถานี) และดัชนีที่ทำการศึกษวิเคราะห์ทั้งหมด (10 ดัชนี)

ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงรวมของฝนดังกล่าวพบว่า พื้นที่ที่มีค่าคะแนน สูงสุดทางบวก (ความรุนแรงของฝนมากขึ้นหรือมีปริมาณฝนมากกว่าปกติ) เกิดขึ้นที่สถานี ตรวจวัดอากาศในจังหวัดนครศรีธรรมราช พะเยา และแม่ฮ่องสอน ส่วนค่าผลรวมดัชนีทางลบ (มีโอกาสเสี่ยงต่อภาวะความแห้งแล้ง) สูงสุด 3 ลำดับแรกคือ จังหวัดฉะเชิงเทรา นครราชสีมา และบุรีรัมย์ (รูปที่ 8)

## แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิประเทศไทยในรอบ 56 ปี กรรวิ สิทธิชีวภาค (2550) พบว่า อุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยมีแนวโน้มของ อุณหภูมิสูงขึ้นชัดเจน และเมื่อพิจารณาเป็นรายภาค แนวโน้มของอุณหภูมิก็มแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกัน คือ มีแนวโน้มสูงขึ้น นอกจากนี้ในช่วง 10 ปี ก่อนปี พ.ศ. 2549 อุณหภูมิประเทศไทยได้เพิ่มขึ้นมาโดยตลอด

ในทำนองเดียวกับการวิเคราะห์ความแปรปรวนของฝน แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาลและคณะ (2552) ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิบริเวณประเทศไทย ซึ่งการศึกษา วิเคราะห์ในลักษณะอย่างนี้ มีอยู่อย่างจำกัดในประเทศไทย ผลการศึกษานี้ร่วมกับการศึกษา อื่นๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

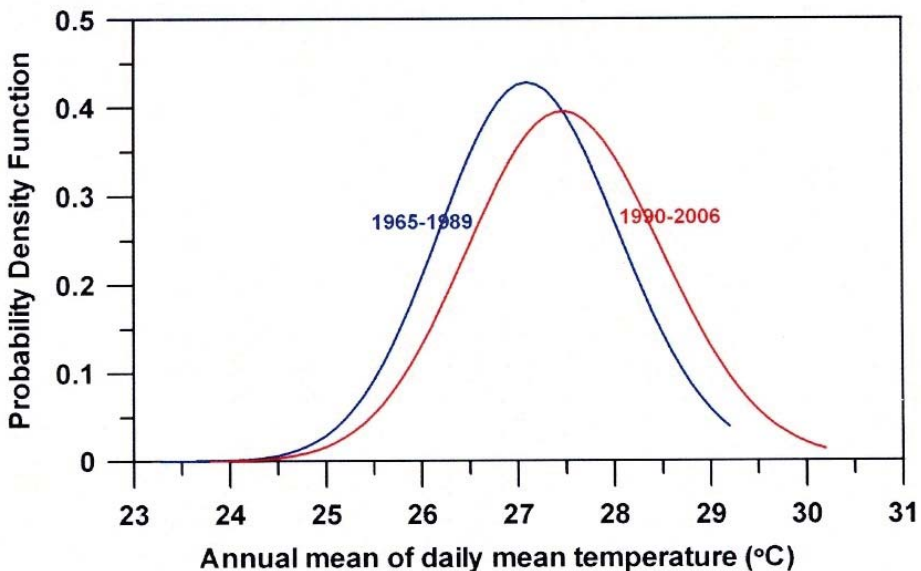


รูปที่ 8 ผลการวิเคราะห์ Principal Component Analysis ของดัชนีสภาวะความรุนแรงของฝน โดยขนาดของเครื่องหมายบวกหรือลบแสดงถึงสภาวะความรุนแรงเชิงบวก (ฝนกว่าปกติ) และลบ (ฝนน้อยกว่าปกติ) (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ 2552)

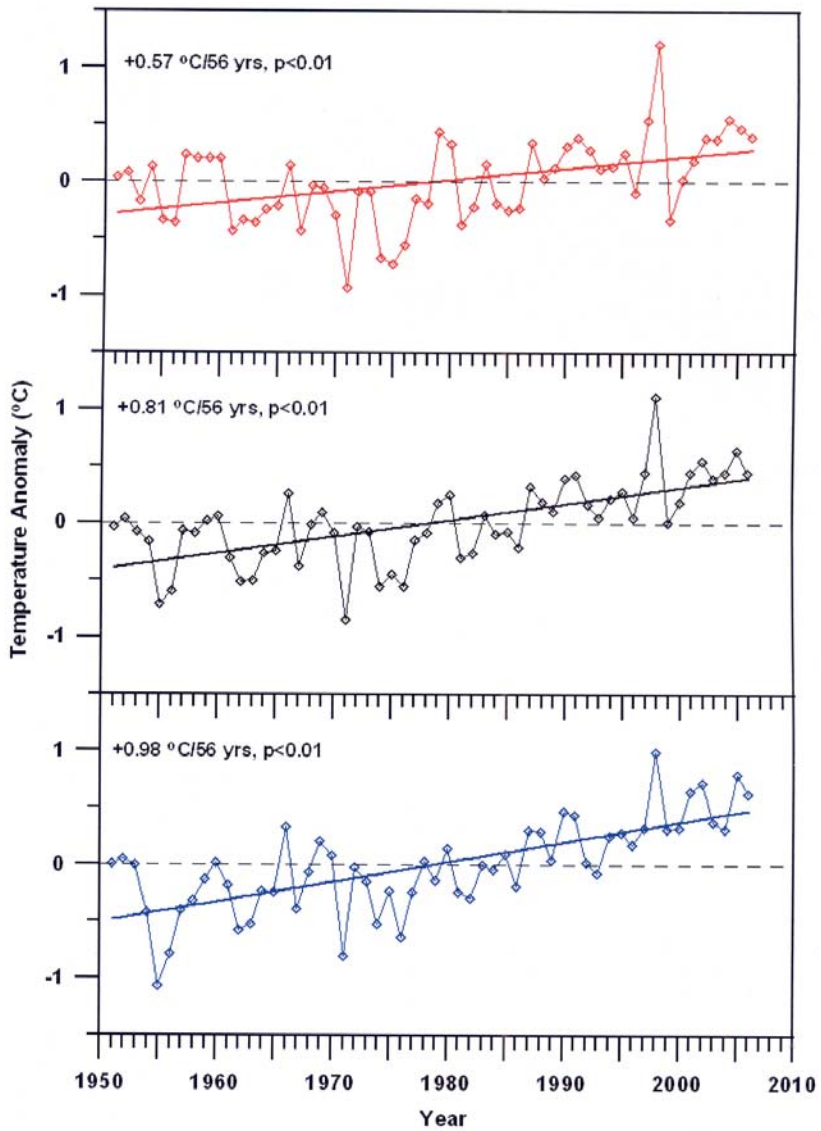
- เมื่อจัดอันดับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยในรอบ 56 ปี ปรากฏว่าอุณหภูมิเฉลี่ยเพิ่มขึ้นสูงสุดในปี พ.ศ. 2541 คือ เพิ่มขึ้น 1.5 องศาเซลเซียส เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยในช่วง พ.ศ. 2509-2533 ส่วนข้อมูลอุณหภูมิที่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นมากที่สุด 5 ลำดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 3 เป็นที่น่าสังเกตว่า ปีที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงสุด 4 ใน 5 ลำดับแรกพบในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา (ตารางที่ 4)

- จากจำนวนสถานีตรวจอากาศทั้งหมด พบว่า สัดส่วนของสถานีที่อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด มีค่าสูงขึ้นคิดเป็น 75% 86% และ 82% ของจำนวนสถานีทั้งหมด

- อัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดต่อทศวรรษคือ 0.12–0.91, 0.09–0.61 และ 0.11–0.80 องศาเซลเซียส
- ภาคตะวันออกเฉียงมีอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุดมากที่สุดเท่ากับ 0.39 และ 0.32 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ
- ภาคกลางมีอัตราการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิต่ำสุด มากที่สุดเท่ากับ 0.32 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ
- เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุด ในเชิงเวลาพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของตัวแปรทั้งสามอย่างมีนัยในช่วงหลังปี พ.ศ. 2532 เมื่อเทียบกับช่วงเวลา พ.ศ. 2508–2532 (รูปที่ 9)
- ในช่วง 56 ปีที่ผ่านมา อุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดในประเทศไทย ได้เพิ่มขึ้น 0.57, 0.81 และ 0.89 องศาเซลเซียส (รูปที่ 10) การที่อุณหภูมิต่ำสุดเพิ่มขึ้นในอัตราที่เร็วกว่าอุณหภูมิสูงสุด หมายความว่า ความแตกต่างระหว่าง อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุดนั้นแคบลงเรื่อยๆ หรือแสดงให้เห็นว่าประเทศไทยร้อนขึ้นนั่นเอง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ข้อมูลอุณหภูมิจากประเทศไทยโดย Limsakul and Goes (2008)
- อุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทยมีอัตราการเพิ่มขึ้นที่สูงกว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของโลก 0.016 องศาเซลเซียสต่อทศวรรษ



รูปที่ 9 การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิเฉลี่ยรายวันในแต่ละปีของประเทศไทย เปรียบเทียบระหว่างช่วงหลังปี พ.ศ. 2533–2549 กับช่วง พ.ศ. 2508–2532 (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ 2552)



รูปที่ 10 แนวโน้มและอัตราการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงสุด อุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ.2493-2549 (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิราภรณ์และคณะ 2552)

ตารางที่ 4 อุดหนุนเฉลี่ยของประเทศไทยที่สูงกว่าปกติมากที่สุด 5 อันดับแรกในช่วงปี พ.ศ. 2509-2548 (ข้อมูลจาก กรรวิ สิทธิชีวภาค 2550)

ลำดับที่	ปี พ.ศ.	ค่าอุดหนุนที่เพิ่มขึ้น (องศาเซลเซียส) เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยระหว่างปี พ.ศ. 2509 - 2533
1	2541	+1.48
2	2540 และ 2548	+0.79
3	2547	+0.73
4	2546	+0.69
5	2534	+0.68

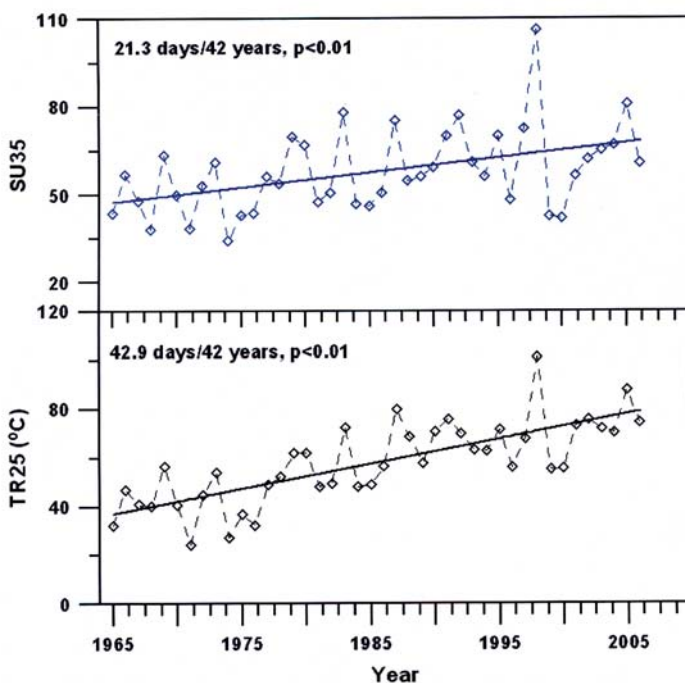
อีกดัชนีหนึ่งที่ใช้กันแพร่หลายในการวิเคราะห์ความแปรปรวนและสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิคือ จำนวนวันและจำนวนคืนที่หนาวหรืออบอุ่น ซึ่งรายละเอียดของดัชนีเหล่านี้ ดังแสดงในตารางที่ 5 (แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาลและคณะ 2552)

ตารางที่ 5 ดัชนีที่บ่งชี้ถึงจำนวนวันและจำนวนคืนที่หนาวหรืออบอุ่น

ตัวแปรที่ใช้ประเมิน	ความหมาย
คืนที่หนาว	คืนที่มีอุณหภูมิต่ำสุดในรอบวันหนึ่งๆ ที่มีค่าต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 หรืออีกนัยหนึ่งคือ ถ้ามีข้อมูลอยู่ทั้งหมด 100 ข้อมูลคืนที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดของวัน ที่อยู่ใน 10% แรกของข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด
คืนที่ร้อน	คืนที่มีอุณหภูมิสูงสุดในรอบวันหนึ่งๆ ที่สูงกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90 หรือ คืนที่มีค่าอุณหภูมิต่ำสุดของวัน ที่อยู่ใน 10% แรกของข้อมูลที่ใช้ทั้งหมด
วันที่หนาว	วันที่ดัชนีของอุณหภูมิสูงสุดประจำวันที่มีค่าต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10
วันที่ร้อน	วันที่ดัชนีของอุณหภูมิสูงสุดประจำวันที่มีค่าต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 90
ช่วงระยะเวลาที่หนาว	จำนวนวันในรอบปีที่มีอุณหภูมิต่ำสุดประจำวันต่ำกว่าค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 10 ติดต่อกันอย่างน้อย 6 วัน

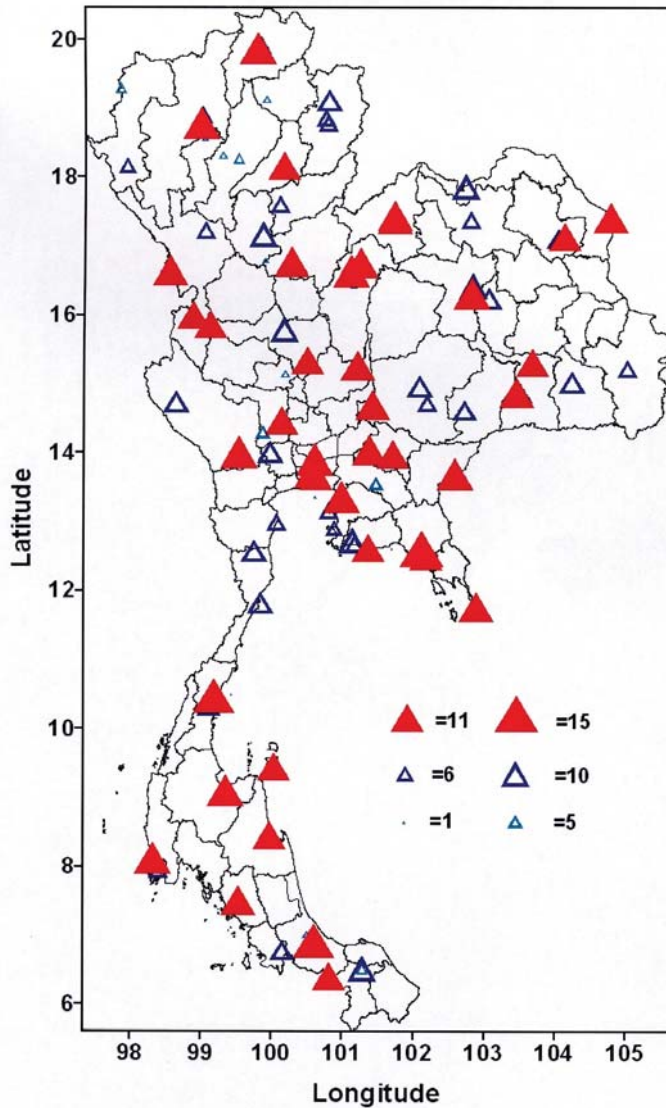
จากการวิเคราะห์ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2508-2549 พบว่า

- จำนวนคืนที่หนาวในประเทศไทยได้ลดลงในอัตรา 0.1- 0.8 วันต่อปี และตลอดช่วงเวลาดังกล่าว จำนวนคืนที่หนาวได้ลดลงรวมทั้งสิ้น 12.5 วัน
- จำนวนวันที่หนาวในประเทศไทยลดลงในอัตรา 0.1-0.5 วันต่อปี และตลอดช่วงเวลาดังกล่าว จำนวนวันที่หนาวได้ลดลงรวมทั้งสิ้น 7.9 วัน
- จำนวนคืนที่ร้อน ลดลง 0.1-0.9 วันต่อปี หรือเพิ่มขึ้น 12.6 วันในช่วง 42 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2508-2549)
- จำนวนวันที่ร้อนลดลง 0.1-1.1 วันต่อปี หรือเพิ่มขึ้น 11.8 วันในช่วง 42 ปีที่ผ่านมา
- ช่วงระยะเวลาที่หนาวได้ลดลง 8.4 วันในรอบ 42 ปีที่ผ่านมา
- ช่วงระยะเวลาที่ร้อนติดต่อกันอย่างน้อย 6 วันได้เพิ่มขึ้นจำนวน 15.2 วัน ในรอบ 42 ปีที่ผ่านมา
- จำนวนวันที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น 21.3 วัน และจำนวนคืนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เพิ่มขึ้น 43 วัน ในรอบ 42 ปีที่ผ่านมา โดยเฉพาะในช่วงหลังปี พ.ศ. 2533 (รูปที่ 11)



รูปที่ 11 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของจำนวนวันที่มีอุณหภูมิประจำวันสูงกว่า 35 องศาเซลเซียส (SU35) และจำนวนคืนที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส ข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2508-2549 (ค.ศ. 1965-2006) (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาลและคณะ 2552)

ในการทำงานเกี่ยวกับการประเมินสภาวะความรุนแรงของฝน การวิเคราะห์สภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิก็นสามารถทำได้ด้วยวิธีคล้ายๆ กัน โดยการรวมวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีที่สำคัญๆ และสรุปเป็นคะแนนรวมเพื่อประเมินหาพื้นที่และแสดงในเชิงพื้นที่ว่า พื้นที่นั้นๆ มีระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงมากน้อยอย่างไร (รูปที่ 12)



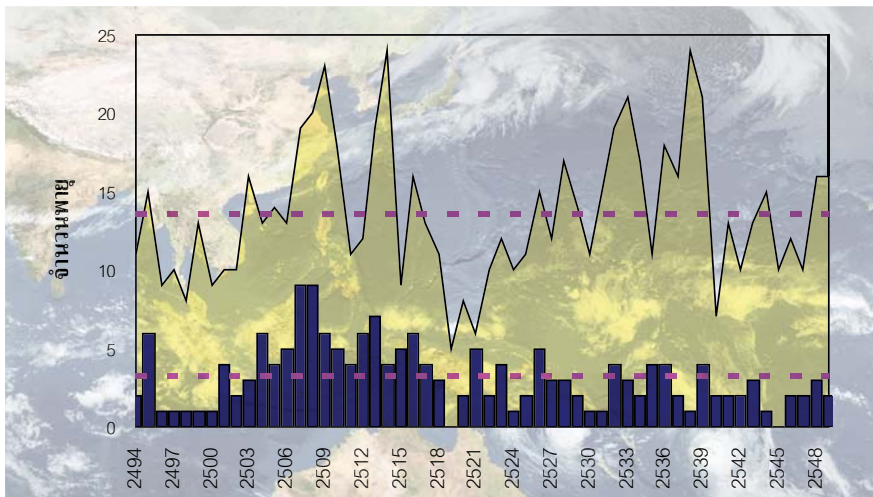
รูปที่ 12 แผนที่แสดงพื้นที่ที่มีการเปลี่ยนแปลงสภาวะความรุนแรงของอุณหภูมิจนในประเทศไทย ขนาดของสัญลักษณ์แสดงถึงระดับความรุนแรงที่แตกต่างกัน (ที่มา: แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล และคณะ 2552)

## แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของพายุหมุนเขตร้อน

พายุหมุนเขตร้อน (พายุดีเปรสชัน พายุโซนร้อน และไต้ฝุ่น) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีส่วนทำให้ปริมาณและการกระจายของฝนในประเทศไทยเกิดความผันแปรมากกว่าปกติ ปัจจัยสำคัญของการก่อตัวของพายุหมุนเขตร้อน องค์การอุตุนิยมวิทยาโลกได้สรุปไว้ว่าพายุหมุนเขตร้อนก่อตัวได้เหนือทะเลหรือมหาสมุทรที่อุณหภูมิผิวน้ำทะเลไม่ต่ำกว่า 26.5°C นอกเหนือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น บริเวณเหนือมหาสมุทรนั้นจะต้องมีการพัดสอบของลมในระดับล่าง และระดับบนมีการไหลออก และต้องเป็นบริเวณที่มีแรง Coriolis จึงจะทำให้อากาศรอบข้างที่ไหลเข้าไปแทนที่มีการเฉและเกิดการหมุนขึ้น เป็นต้น พายุหมุนเขตร้อนมีชื่อเรียกแตกต่างกันตามบริเวณที่เกิด เช่น ในอ่าวเบงกอล และในมหาสมุทรอินเดียเรียกว่า ไชโคลน ในมหาสมุทรแอตแลนติกเหนือ ทะเลแคริบเบียน อ่าวเม็กซิโก และทางด้านทะเลฝั่งตะวันตกของเม็กซิโกเรียกว่า เฮอริเคน ในมหาสมุทรแปซิฟิกเหนือด้านตะวันตกกับมหาสมุทรแปซิฟิกใต้และทะเลจีนใต้เรียกว่า ไต้ฝุ่น (กรรวิ สิทธิชีวภาค 2550)

ในระยะที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์มีความกังวลว่า ภาวะโลกร้อนอาจทำให้พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวในทะเลและมหาสมุทรมีจำนวนและความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากอุณหภูมิผิวน้ำทะเลที่สูงขึ้น จึงได้มีการศึกษาทดลองโดยการใช้แบบจำลอง ที่มีการควบคุมปัจจัยอื่น และเพิ่มอุณหภูมิผิวน้ำทะเลให้สูงขึ้น ผลการศึกษาพบว่า พายุหมุนเขตร้อนมีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบันที่พายุหมุนเขตร้อนที่ก่อตัวขึ้น มีความรุนแรงมากขึ้น สร้างความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน ในรายงานของ IPCC (2007) ก็มีข้อสรุปข้อหนึ่งกล่าวว่า การที่อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้นจะมีผลทำให้จำนวนพายุลดลงแต่ความรุนแรงของพายุจะเพิ่มมากขึ้น

สำหรับประเทศไทยจากที่ได้มีการบันทึกข้อมูลไว้ตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2549 มีจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (พ.ศ. 2494-2523) เฉลี่ย 4 ลูกต่อปี และระหว่าง พ.ศ. 2524-2549 เฉลี่ยประมาณ 2 ลูกต่อปี เมื่อพิจารณาทั้งหมด **ตั้งแต่ พ.ศ. 2494-2549 จำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย โดยเฉลี่ยประมาณ 3 ลูกต่อปี เมื่อพิจารณาจากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นแนวโน้มของจำนวนพายุลดลง แต่ความรุนแรงของพายุยังไม่ชัดเจน** ซึ่งอาจจำเป็นต้องสร้างฐานความรู้เกี่ยวกับเรื่องเหล่านี้ในอนาคต



รูปที่ 13 จำนวนพายุหมุนเขตร้อนในพื้นที่ครอบคลุม (ละติจูด 0-25 องศาเหนือ ลองจิจูด 90-120 องศาตะวันออก) กราฟแท่งแสดงจำนวนพายุหมุนเขตร้อนที่เคลื่อนเข้าสู่ประเทศไทย (ที่มา: กรรวิ สิทธิชีวกาศ 2550)

## แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล

การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล นับเป็นตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศที่สำคัญที่มีผลกระทบและความสัมพันธ์กับตัวแปรอื่นๆ การตรวจวัดในระดับโลกนั้นได้มีสรุปโดย IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007) ได้รายงานใน The 4<sup>th</sup> Assessment Report (AR4) ว่าระหว่างช่วงปี 1961-2003 โดยเฉลี่ยอัตราการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลอยู่ที่ 1.8 มิลลิเมตรต่อปี ระหว่างปี 1993-2003 ระดับน้ำทะเลได้เพิ่มเร็วขึ้น คือประมาณ 3.1 มิลลิเมตรต่อปี อย่างไรก็ตาม ยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่า การเพิ่มขึ้นดังกล่าวเป็นส่วนหนึ่งของความผันแปรในรอบทศวรรษหรือเป็นแนวโน้มในระยะยาว และพบว่า การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลของโลกในศตวรรษที่ 20 คือ 0.7 เมตร การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลนั้นมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ได้แก่

- การขยายตัวของน้ำทะเลอันเนื่องมาจากอุณหภูมิของน้ำในมหาสมุทรเพิ่มขึ้น นักวิทยาศาสตร์ได้ประมาณไว้ว่า การที่โลกร้อนขึ้น ทำให้มหาสมุทรดูดซับพลังงานความร้อนมากขึ้น เป็นเหตุให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นกว่าในสภาวะปกติ โดยทั่วไปการที่น้ำมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะมีผลทำให้ปริมาตรของน้ำขยายตัวประมาณ 1 ใน 7000 ส่วน ซึ่งการขยายตัวดังกล่าวเป็นการยกกระดานให้น้ำทะเลสูงขึ้น
- การละลายของน้ำแข็งบนยอดเขาสูง น้ำแข็งในเกาะกรีนแลนด์และน้ำแข็งบนทวีปแอนตาร์กติกา มีการประมาณกันว่าถ้า น้ำแข็งขั้วโลกทั้งสองละลายหมด ระดับน้ำทะเลจะเพิ่ม

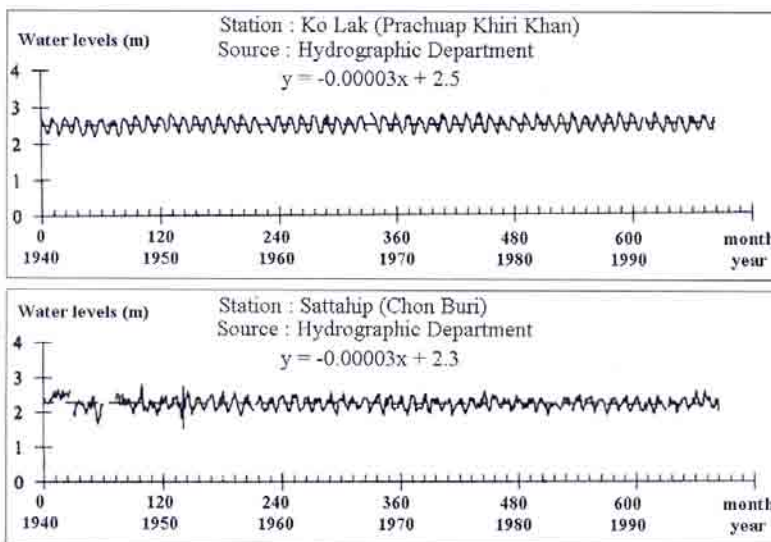
สูงขึ้นอีกประมาณ 50-70 เมตร (Ruddiman 2001) อย่างไรก็ตาม ถ้ามีการสะสมน้ำแข็งเพิ่มขึ้นตามแหล่งเหล่านี้ ระดับน้ำทะเลก็สามารถลดลงได้เช่นกัน

- การเคลื่อนตัวของเปลือกโลก ที่อาจมีผลทำให้น้ำทะเลเพิ่มขึ้นหรือลดลงก็ได้ เช่น ถ้ามีการเคลื่อนตัวและมีผลทำให้ปริมาตรของภูเขาใต้น้ำลดลง ระดับน้ำทะเลโดยรวมก็จะลดลง แต่ถ้าการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกทำให้เกิดภูเขาใต้น้ำ ระดับน้ำทะเลก็จะเพิ่มขึ้น

- กิจกรรมของมนุษย์เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ชายฝั่งหรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน และมีผลต่อการกัดเซาะชายฝั่ง การตกตะกอน และการจมตัวของพื้นดิน ซึ่งส่วนใหญ่มีผลทำให้ระดับความสูงของพื้นที่ลดลง ทำให้เกิดการรुक้าของน้ำทะเล ซึ่งในความเป็นจริงอาจไม่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเลยก็ได้

ในประเทศไทย จากการตรวจและทบทวนเอกสารงานวิจัยต่างๆ พบว่า ยังไม่ได้มีงานวิจัยเกี่ยวกับการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูลและสาเหตุของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลมากนัก อีกทั้งข้อมูลที่มีก็ยังขัดแย้งกันอยู่

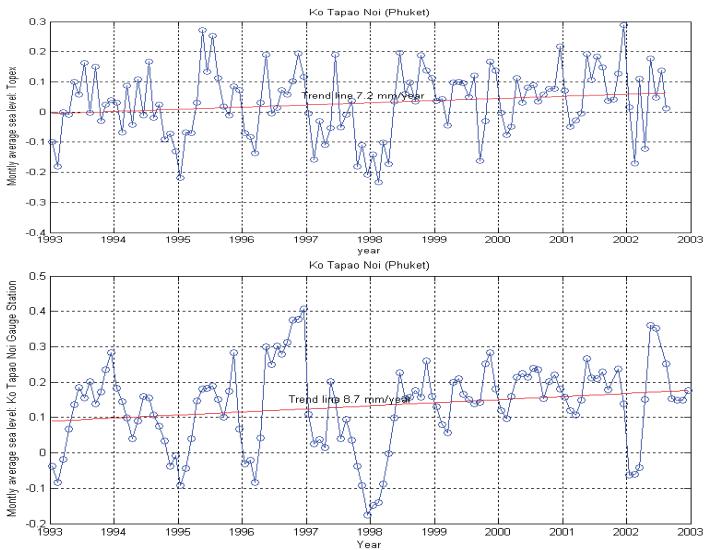
Vongvisessomjai (2006) ได้วิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลบริเวณอ่าวไทย โดยใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดที่เกาะหลัก จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และสถานีสัตหีบ จังหวัดชลบุรี ระหว่างปี พ.ศ. 2483-2539 (ค.ศ. 1940-1996) พบว่า ระดับน้ำทะเลในอ่าวไทยไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนัก และไม่มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (อาจมีแนวโน้มที่ลดลงเล็กน้อยในอัตรา  $-0.36$  มิลลิเมตรต่อปี, รูปที่ 14)



รูปที่ 14 ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่สถานีเกาะหลักและสัตหีบระหว่างปี พ.ศ. 2483-2539 (ค.ศ. 1940-1996) ที่มา: Vongvisessomjai, 2006

รชณัญ ภัทรสถาพรกุล และ ศรัณย์ ภีบาลชนม์ (2552) ใช้ข้อมูลจากสถานีวัดระดับน้ำของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2534–2548 พบว่าระดับน้ำทะเลมีความผันแปรเชิงพื้นที่สูง แนวโน้มเชิงเส้นของระดับน้ำทะเลจากการวิเคราะห์อนุกรมเวลามีค่าแปรผันอยู่ในช่วงระหว่าง 0.64 มิลลิเมตรต่อปี บริเวณชายฝั่งตะวันออก ถึง 0.54 มิลลิเมตรต่อปี บริเวณชายฝั่งตะวันตก

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยนักวิจัยอื่นๆ เช่น ศุภกร ชินวรรณ (2551) ซึ่งได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในด้านทะเลอันดามันที่สถานีในจังหวัดภูเก็ต ซึ่งพบอัตราการเพิ่มขึ้น 7 – 8 มิลลิเมตรต่อปี และ สุตารัตน์ ตรีเพชรกุล (2009) พบแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเลในบริเวณอ่าวไทยเช่นกัน แต่มีความแตกต่างกันในประเด็นอัตราการเพิ่มขึ้น (รูปที่ 15)



รูปที่ 15 ข้อมูลระดับการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลที่สถานีจังหวัดภูเก็ตระหว่างปี พ.ศ. 2536–2546 (ค.ศ. 1993–2003) ที่มา: ศุภกร ชินวรรณ, 2550

จะเห็นว่า ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลของประเทศไทย ยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะใช้วิธีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน รวมไปถึงข้อมูลจากแหล่งที่ต่างกันด้วย หรืออาจด้วยเหตุผลอื่นๆ ที่ไม่ทราบแน่ชัด ประเด็นเรื่องระดับน้ำทะเล จึงเป็นโจทย์วิจัยและมีความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องทำให้เกิดความชัดเจน เพราะการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลนั้น มีความสำคัญและมีผลกระทบต่อภาคส่วนต่างๆ มาก โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งของประเทศไทย ซึ่งประมาณ 40% ของประชากรทั้งประเทศในปี พ.ศ. 2548 อาศัยอยู่ภายในรัศมี 100 กิโลเมตรจากชายฝั่งทะเล

# 4

## ความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์ทางสมุทรศาสตร์กับฝน และอุณหภูมิของไทย (Relationships between Ocean Anomalies and Climate in Thailand)





# ประเทศ

ไทยตั้งอยู่บนคาบสมุทรอินโดจีน ซึ่งมีอาณาเขตติดกับทั้งมหาสมุทรแปซิฟิกทางด้านทิศตะวันออกและมหาสมุทรอินเดียทางด้านทิศตะวันตก การเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั้งในมหาสมุทรอินเดียและแปซิฟิก จึงมีผลกระทบต่อลักษณะสภาพภูมิอากาศของไทย และเป็นตัวแปรที่สำคัญต่อระดับความรุนแรงของความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ อาทิเช่น ฝนตกหนัก-น้ำท่วม ความแห้งแล้ง และสภาพอากาศที่ร้อนอบอ้าว

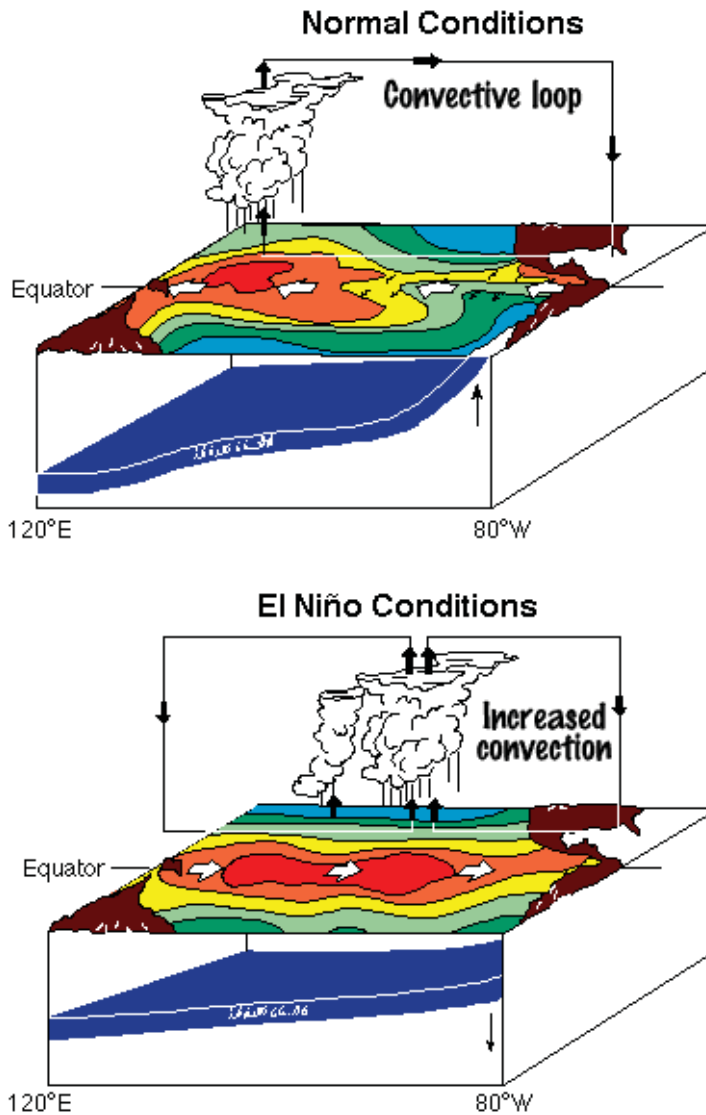
ปรากฏการณ์ในมหาสมุทรแปซิฟิกที่มีอิทธิพลสูงและมีความสำคัญต่อสภาพฝนตก-ความแห้งแล้งบริเวณประเทศไทย ได้แก่ ปรากฏการณ์เอลนีโญ-ลานีญา ส่วนปรากฏการณ์ในมหาสมุทรอินเดียที่มีผลกระทบต่อประเทศไทยคือ ระบบลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ที่มีบทบาทสำคัญต่อปริมาณและการกระจายของฝน ทั่วทุกภูมิภาคของประเทศไทย นอกจากนี้ ยังมีปรากฏการณ์ที่เรียกว่าอินเดียนโอเชียนไดโพล (Indian Ocean Dipoles) ซึ่งเป็นปรากฏการณ์ในลักษณะที่คล้ายกับ เอลนีโญ แต่มีตำแหน่งการเกิดในมหาสมุทรอินเดีย

ในบทนี้ จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างฝนและอุณหภูมิกับปรากฏการณ์ที่เกิดในมหาสมุทรดังกล่าว รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มว่าปรากฏการณ์เหล่านี้ มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรในช่วงเวลาที่ผ่านมา ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อความเข้าใจลักษณะความเข้าใจความแปรปรวนที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3

## ฝนและอุณหภูมิของไทยกับเอลนีโญ

เอลนีโญเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งแต่บริเวณตะวันออกของอินโดนีเซีย ออสเตรเลียตอนบนไปจนถึงชายฝั่งประเทศเปรูในทวีปอเมริกาใต้ โดยในสภาวะปกติ ลมสินค้า (Trade winds) จะทำให้เกิดกระแสน้ำไหลเวียนเส้นศูนย์สูตร จากฝั่งตะวันออกมายังฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิก เนื่องจากเป็นกระแสน้ำอุ่น จึงนำพาความชื้นและน้ำฝน ทำให้ภูมิภาคฝั่งตะวันตกของแปซิฟิกมีฝนตกชุก ในขณะที่เดียวกันด้านฝั่งตะวันออก

ของมหาสมุทรแปซิฟิก ก็จะเกิดปรากฏการณ์น้ำผุด (Upwelling) ซึ่งเป็นมวลน้ำเย็นที่นำ  
 ธาตุอาหารจากชั้นน้ำลึกมาหล่อเลี้ยงชั้นบน ซึ่งลักษณะเช่นนี้ จะทำให้บริเวณดังกล่าวมีความ  
 อุดมสมบูรณ์สูง แพลงก์ตอนเจริญเติบโตดี กลายเป็นอาหารของสัตว์ทะเล ในสภาพปกติ ฝั่งทะเล  
 ด้านตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกจึงมีผลผลิตด้านการประมงที่สูงมากบริเวณหนึ่งของโลก



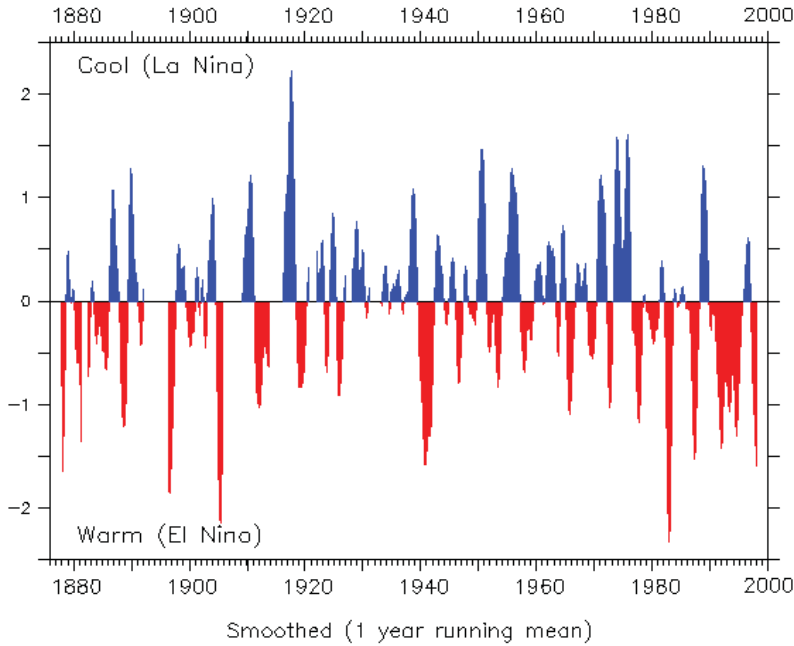
รูปที่ 16 สภาพที่เกิด เอลนินโญ ในมหาสมุทรแปซิฟิก (ภาพล่าง) เมื่อเทียบกับสภาวะปกติในภาพบน  
 (ที่มา: <http://www-naweb.iaea.org>)

อย่างไรก็ตาม ด้วยสาเหตุที่ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด ในบางช่วงเวลาลมสินค้าที่พัดปกคลุมเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกได้อ่อนกำลังลง ทำให้บริเวณที่เป็นมรสุมน้ำอุ่นขยับไปเป็นช่วงตอนกลางและขยายไปถึงฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิก การเปลี่ยนแปลงดังกล่าวสามารถตรวจวัดได้จากค่าอุณหภูมิของผิวน้ำทะเลในบริเวณนี้ที่เพิ่มขึ้นอย่างผิดปกติ ลักษณะเช่นนี้เป็นช่วงเวลาที่เรียกว่าเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (รูปที่ 16) ปรากฏการณ์เอลนีโญนี้ มีผลทำให้การก่อตัวของเมฆและฝนเหนือหน้าบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ลดลง และทำให้บริเวณตอนกลางและตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกเขตศูนย์สูตร รวมทั้งประเทศเปรูและเอกวาดอร์มีปริมาณฝนมากกว่าค่าเฉลี่ย ขณะที่มีความแห้งแล้งเกิดขึ้นที่นิวกีนิ และอินโดนีเซีย และมีผลทำให้บริเวณเขตร้อนของออสเตรเลีย (พื้นที่ทางตอนเหนือ) มักจะเริ่มฤดูฝนล่าช้า นอกจากนี้พื้นที่บริเวณเขตร้อนแล้ว เอลนีโญยังมีความเกี่ยวข้องเชื่อมโยงกับความผิดปกติของภูมิอากาศในพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลด้วย เช่น ความแห้งแล้งทางตอนใต้ของแอฟริกาจากการศึกษาเอลนีโญที่เคยเกิดขึ้นในอดีต นักวิทยาศาสตร์พบว่าในฤดูหนาวและฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ (ระหว่างเดือนธันวาคม – กุมภาพันธ์ และ เดือนมิถุนายน – สิงหาคม) รูปแบบของฝนและอุณหภูมิหลายพื้นที่ผิดปกติไปจากปกติ เช่น ในฤดูหนาวบริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของแอฟริกาและตอนเหนือของประเทศบราซิลแห้งแล้งผิดปกติ ขณะที่ทางตะวันตกของแคนาดา อลาสก้า และตอนบนสุดของอเมริกามีอุณหภูมิสูงผิดปกติ ส่วนบางพื้นที่บริเวณกึ่งเขตร้อนของอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ (บราซิลตอนใต้ถึงตอนกลางของอาร์เจนตินา) มีฝนมากผิดปกติ เป็นต้น (กรรวิ สิริทธิชีวะภาค 2550)

ปรากฏการณ์เอลนีโญ (El Niño) มีความเชื่อมโยงกับความแปรปรวนระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern oscillation) จึงมีการเชื่อมปรากฏการณ์สองอย่างนี้เข้าด้วยกัน เรียกว่า El Niño- Southern oscillation หรือ ENSO โดยความกดอากาศเหนือระดับน้ำทะเลบริเวณมหาสมุทรแปซิฟิกในซีกโลกใต้และมหาสมุทรอินเดียมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะตรงข้ามกัน ในระยะแรกจึงได้มีการเสนอให้ใช้ดัชนีการเปลี่ยนแปลงระบบอากาศในซีกโลกใต้ (Southern oscillation index, SOI) เป็นตัวบ่งชี้สภาวะ ENSO โดยดัชนีดังกล่าว เป็นค่าความแตกต่างของความกดอากาศที่ตรวจวัดที่เกาเดาฮิติ ซึ่งเป็นตัวแทนของความกดอากาศเหนือมหาสมุทรแปซิฟิก กับค่าความกดอากาศที่ตรวจวัดได้ที่เมืองดาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย ซึ่งเป็นตัวแทนความกดอากาศเหนือมหาสมุทรอินเดีย เมื่อดัชนีมีค่าลบเป็นระยะเวลาหนึ่ง เป็นตัวบ่งชี้ว่า ได้เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญขึ้นแล้ว (รูปที่ 17)

ในระยะต่อมา นักวิทยาศาสตร์ได้พัฒนาดัชนีขึ้นมาเพิ่มเติมอีกหลายตัว ที่สามารถบ่งชี้การเกิดและสภาวะความรุนแรงของ ENSO ซึ่งดัชนีที่สำคัญ เช่น Multivariate ENSO Index (IMEI) ซึ่งเป็นค่าที่คำนวณจากตัวแปรที่บ่งถึงสภาวะอากาศหลัก 6 ตัวแปร ได้แก่ อุณหภูมิผิวน้ำทะเล อุณหภูมิอากาศ ความกดอากาศเหนือระดับน้ำทะเล ความเร็วลมระดับพื้นผิวในทิศ

## Southern Oscillation Index

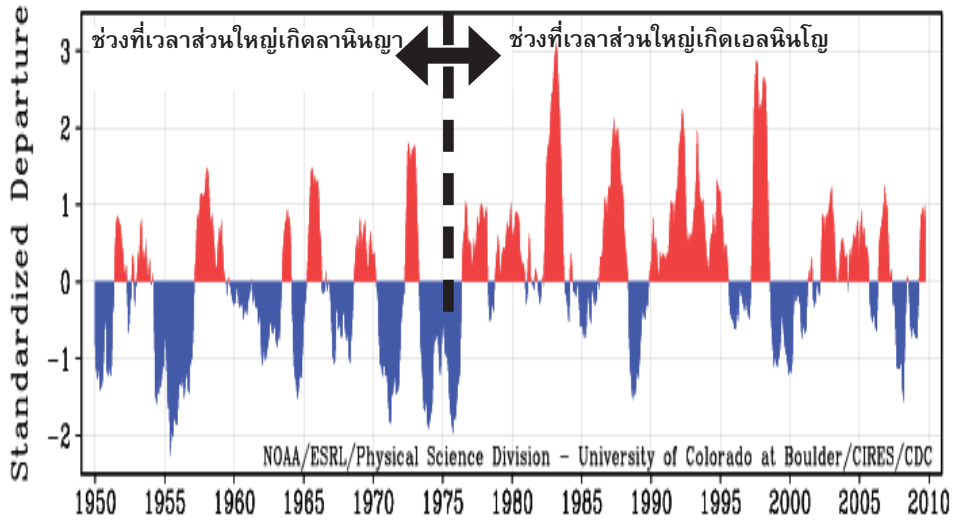


รูปที่ 17 ดัชนี SOI ที่เป็นค่าความแตกต่างของความกดอากาศที่เกาะตาดิตี และเมืองดาร์วิน ประเทศออสเตรเลีย SOI ที่มีค่าเป็นลบมากที่สุดติดต่อกันเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่งแสดงถึงการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (ที่มา: <http://www.ncdc.noaa.gov>)

เหนือ-ใต้ ความเร็วลมระดับพื้นผิวในทิศออก-ตก และปริมาณเมฆปกคลุม (รูปที่ 18) นอกจากนี้ยังมีดัชนีชี้วัดอื่นๆ เช่น ดัชนี Niño 3.4 และ Niño 1+2 ซึ่งได้พัฒนามาจากค่าเฉลี่ยอุณหภูมิผิวน้ำทะเล บริเวณต่างๆ ของมหาสมุทรแปซิฟิก

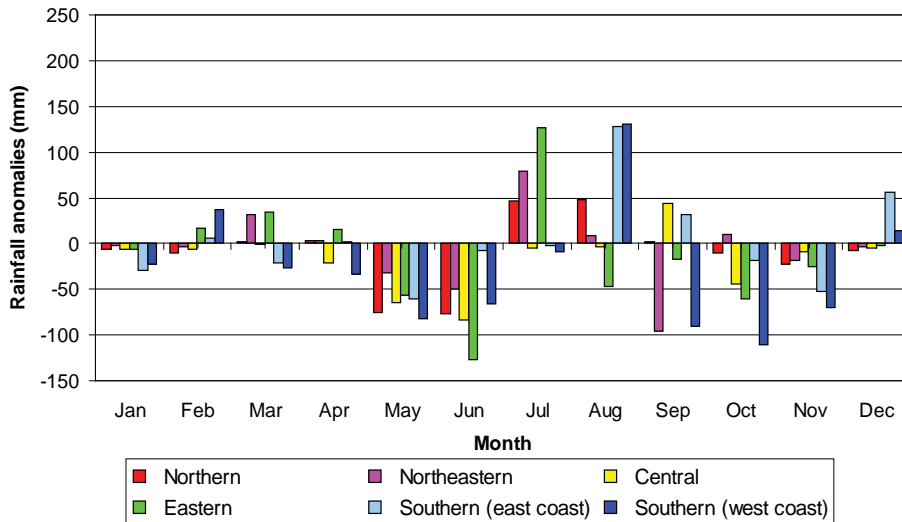
เนื่องจากความมีอิทธิพลที่สูงต่อสภาพภูมิอากาศทั้งในระดับโลกและภูมิภาค ที่ผ่านมา นักวิทยาศาสตร์ได้ศึกษาปรากฏการณ์เอลนีโญและประเมินผลกระทบต่างๆ ไว้ค่อนข้างมาก แต่ในประเทศไทยเริ่มที่จะศึกษาอย่างเป็นระบบเมื่อไม่นานมานี้เอง ซึ่งจากการศึกษาเหล่านี้ สามารถสรุปสาระสำคัญดังนี้

- คาบหรือความถี่การเกิดเอลนีโญ พบว่ามีแนวโน้มเปลี่ยนไปหลังประมาณปี พ.ศ. 2483 เมื่อเทียบกับระยะก่อนปี พ.ศ. 2483 กล่าวคือ หลังปี พ.ศ. 2483 ความถี่การเกิดเอลนีโญมีแนวโน้มสูงขึ้น และเมื่อมีการเกิดเอลนีโญแล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะคงอยู่เป็นระยะที่ยาวนานมากขึ้น



รูปที่ 18 ดัชนี Multivariate ENSO Index (IMEI) ที่เป็นค่าที่รวมตัวแปรหลักต่างๆ ค่าที่เป็นบวกต่อกันเป็นช่วงระยะเวลาหนึ่ง แสดงถึงการเกิดและสภาวะความรุนแรงของปรากฏการณ์เอลนินโญ (ที่มา: <http://www.esrl.noaa.gov>)

- เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ อุณหภูมิของอากาศมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (Limsakul and Goes 2007; Nounmusig 2008, รูปที่ 22) และพบว่า ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีมีแนวโน้มลดลง
- ข้อมูลปริมาณฝน/อุณหภูมิ รายปีตั้งแต่ พ.ศ. 2494 ถึง 2549 (1951-2006) พบว่า ปรากฏการณ์เอลนินโญไม่ได้ทำให้ปริมาณฝนของประเทศไทยต่ำกว่าปกติเสมอไป เว้นแต่จะเป็นปรากฏการณ์เอลนินโญที่มีขนาดปานกลางถึงรุนแรงซึ่งจะมีผลกระทบไปทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยด้วย ถ้าหากว่าเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนินโญขนาดรุนแรงมีผลทำให้ปริมาณฝนรวมทั้งประเทศไทยต่ำกว่าค่าปกติ และอุณหภูมิจะสูงกว่าปกติ
- พ.ศ. 2540 เป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนินโญขนาดรุนแรงส่งผลให้ปริมาณฝนรวมรายปีต่ำกว่าปกติ (ลดลง 14-16% เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยระหว่างปี 1972-2001) (กรรวี สิทธิชีวภาค 2550; Nounmusig 2008)
- เมื่อเกิดปรากฏการณ์เอลนินโญ ปริมาณฝนในช่วงต้นฤดู โดยเฉพาะในเดือนเมษายน-มิถุนายน ในทุกภาคของประเทศไทย ลดลงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับปีปกติ โดยเฉพาะในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (Nounmusig 2008, รูปที่ 19)



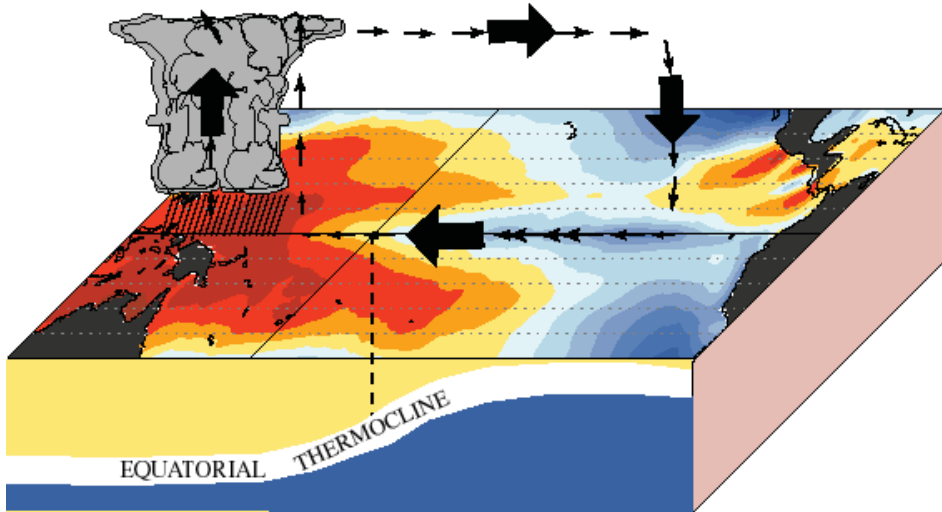
รูปที่ 19 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ (2540) เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนระหว่างปี พ.ศ. 2515-2544 (ที่มา: Wonlee Nounmusig 2008)

## ฝนและอุณหภูมิของไทยกับลานินญา

ปรากฏการณ์ลานินญาเป็นสภาวะตรงข้ามของเอลนีโญ คือ ลมสินค้าที่พัดปกคลุมเหนือมหาสมุทรแปซิฟิกมีกำลังแรงกว่าสภาวะปกติ ทำให้กระแสน้ำเย็นเส้นศูนย์สูตรไหลมาทางด้านตะวันตกมากกว่าปกติ ซึ่งกระแสน้ำดังกล่าวได้นำพาความชื้นและก่อให้เกิดฝนตกในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เพิ่มขึ้นมาก ขณะที่ชายฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรแปซิฟิกมวลน้ำเย็นได้ถูกพัดขึ้นมาจากปรากฏการณ์น้ำผุดมีปริมาณมากขึ้นกว่าในสภาวะปกติ ส่งผลให้บริเวณดังกล่าวมีอุณหภูมิอากาศและผิวน้ำลดลง ทำให้ปริมาณฝนโดยรวมลดลงและประสบกับภาวะความแห้งแล้ง

ดังนั้นผลกระทบของลานินญาจึงตรงข้ามกับเอลนีโญ กล่าวคือ ผลจากการที่อากาศลอยขึ้นและกลั่นตัวเป็นเมฆและฝนบริเวณแปซิฟิกตะวันตกเขตร้อนในช่วงปรากฏการณ์ลานินญา ทำให้ออสเตรเลีย อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์มีแนวโน้มที่จะมีฝนมากและมีน้ำท่วม ขณะที่บริเวณแปซิฟิกเขตร้อนตะวันออกมีฝนน้อยและแห้งแล้ง นอกจากนี้พื้นที่ในบริเวณเขตร้อนจะได้รับผลกระทบแล้ว ปรากฏว่าลานินญายังมีอิทธิพลไปยังพื้นที่ซึ่งอยู่ห่างไกลออกไปด้วย โดยพบว่าแอฟริกาใต้มีแนวโน้มที่จะมีฝนมากกว่าปกติและมีความเสี่ยงต่ออุทกภัยมากขึ้น ขณะที่บริเวณตะวันออกของแอฟริกาและตอนใต้ของอเมริกาใต้มีฝนน้อยและเสี่ยงต่อการเกิดความ

## December – February La Niña Conditions



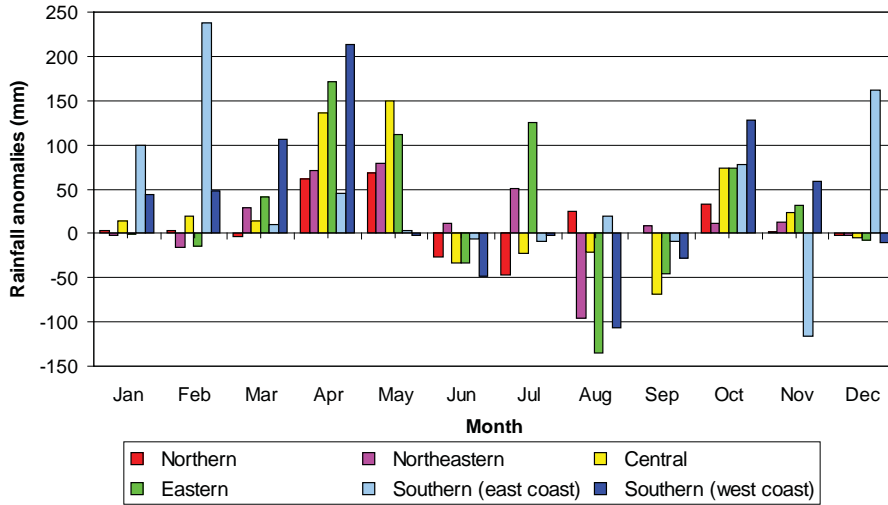
รูปที่ 20 สภาพที่เกิดลานินญา ในมหาสมุทรแปซิฟิก (ที่มา: <http://www-das.uwyo.edu>)

แห้งแล้ง และในสหรัฐอเมริกา ช่วงที่เกิดปรากฏการณ์ลานินญาจะแห้งแล้งกว่าปกติ (รูปที่ 20)

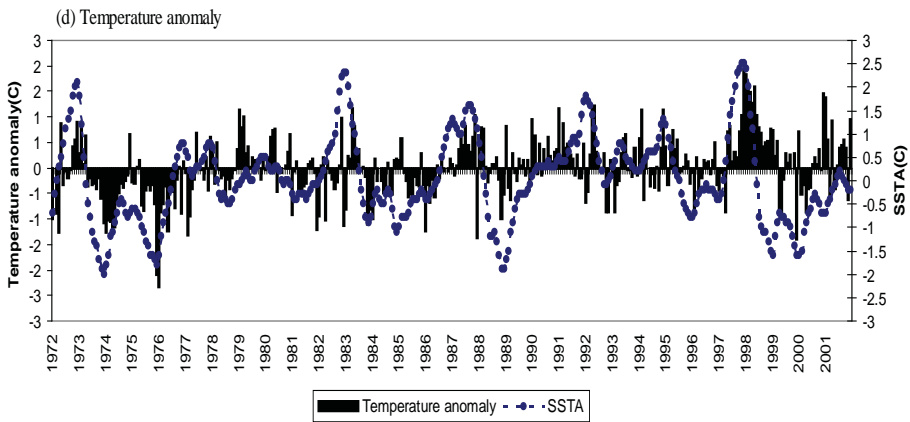
ส่วนผลกระทบของลานินญาที่มีต่อรูปแบบของอุณหภูมิปรากฏว่าในช่วงลานินญา อุณหภูมิผิวพื้นบริเวณเขตร้อนโดยเฉลี่ยจะลดลง และมีแนวโน้มต่ำกว่าปกติ ในช่วงฤดูหนาวของซีกโลกเหนือทางตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิกบริเวณประเทศญี่ปุ่นและเกาหลี มีอุณหภูมิต่ำกว่าปกติ ขณะที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของมหาสมุทรรวมถึงพื้นที่ทางตะวันออกเฉียงเหนือของออสเตรเลียมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ส่วนทางตอนเหนือของสหรัฐ-อเมริกาต่อเนื่องถึงตอนใต้ของแคนาดามีอากาศหนาวเย็นกว่าปกติ แสดงให้เห็นผลกระทบจากปรากฏการณ์ลานินญาในช่วงฤดูหนาวและฤดูร้อนของซีกโลกเหนือ

ในประเทศไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูลฝนและอุณหภูมิที่ผ่านมา พบความสัมพันธ์กับปรากฏการณ์ลานินญา สรุปได้ดังนี้

- ปริมาณฝนรวมรายปีเพิ่มขึ้นมากเมื่อเทียบกับสภาวะปกติ โดยเฉพาะในเดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ในบริเวณภาคใต้และเดือนเมษายน-พฤษภาคมในภาคอื่นๆ ของประเทศไทย (รูปที่ 21)
- เมื่ออุณหภูมิผิวน้ำทะเลต่ำกว่าปกติปริมาณฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือจะสูงกว่าค่าปกติ และเมื่ออุณหภูมิน้ำทะเลสูงกว่าปกติ มีผลให้ปริมาณฝนภาคตะวันออกเฉียงเหนือต่ำกว่าปกติ แต่อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยจะมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกัน นั่นก็คืออุณหภูมิผิวน้ำทะเลสูงกว่าปกติแล้ว อุณหภูมิสูงสุดของภาคตะวันออกเฉียงเหนือส่วนใหญ่จะสูงกว่าปกติด้วย



รูปที่ 21 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณฝนในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานินญา เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณฝนระหว่างปี พ.ศ. 2515-2544 (ที่มา: Nounmusig 2008)

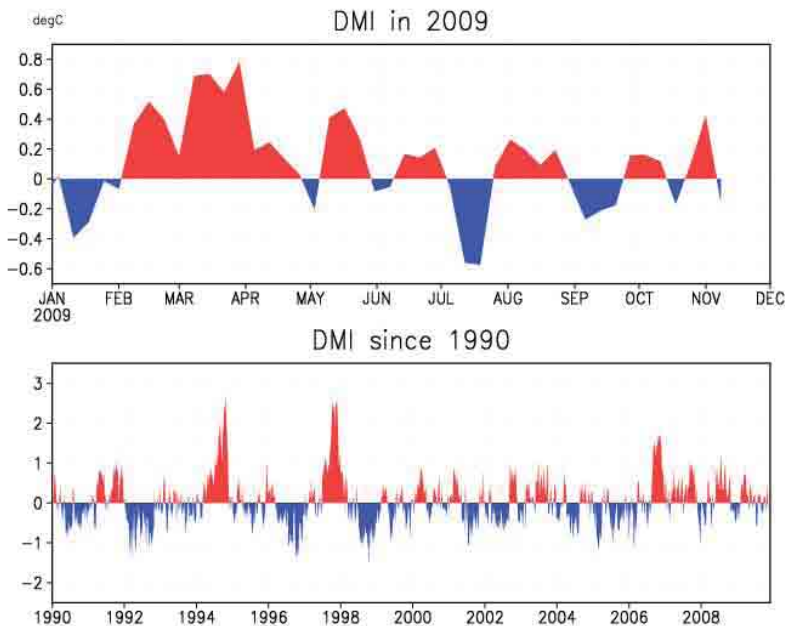


รูปที่ 22 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของไทยในช่วงปี พ.ศ.2515-2544 ลูกศรสีแดงแสดงช่วงที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลูกศรสีเขียวแสดงช่วงที่เกิดลานินญา กราฟแท่งแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของไทย และเส้นประแสดงอุณหภูมิผิวน้ำทะเล (ที่มา:Nounmusig, 2008)

## ผลกระทบของปรากฏการณ์อินเดียเอเชียโดโพล (Indian Ocean Dipole, IOD)

ปรากฏการณ์ IOD เป็นความแปรปรวนของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย เช่นเดียวกับกับปรากฏการณ์ ENSO ที่เกิดขึ้นในมหาสมุทรแปซิฟิก โดยในสภาวะปกติ มีคลื่นที่เรียกชื่อว่าคลื่นเคลวินได้พัดพาเอากระแสน้ำไหลจากฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดีย ให้มาจมตัวบริเวณฝั่งตะวันออก ทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำผุดด้านฝั่งตะวันตกและน้ำมุด (Downwelling) ทางด้านฝั่งตะวันออกของมหาสมุทรอินเดีย

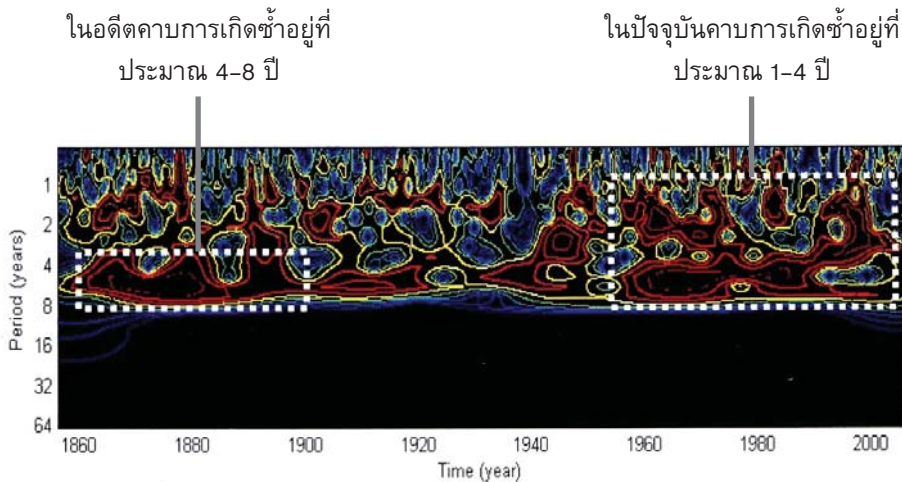
เมื่อเกิดปรากฏการณ์ IOD มีการเย็นตัวลงอย่างผิดปกติของผิวน้ำทะเลบริเวณฝั่งตะวันออกและการอุ่นขึ้นอย่างผิดปกติด้านฝั่งตะวันตกของมหาสมุทรอินเดีย ซึ่งลักษณะอย่างนี้ เชื่อว่ามีสาเหตุมาจากความผิดปกติของลมผิวพื้นในแนวทิศตะวันออก-ตะวันตกที่พัดปกคลุมเหนือบริเวณมหาสมุทรอินเดียเขตร้อน ความรุนแรงของปรากฏการณ์ IOD นี้ สามารถวัดได้โดยดัชนี Dipole Mode Index (DMI) ซึ่งเป็นค่าความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างด้านฝั่งตะวันตกและด้านฝั่งตะวันออกเฉลี่ยใต้ของมหาสมุทรอินเดีย



รูปที่ 23 ดัชนี Dipole Mode Index (DMI) ซึ่งเป็นค่าบอกสภาวะความรุนแรงและการเกิด IOD และคำนวณจากความแตกต่างของอุณหภูมิผิวน้ำทะเลระหว่างด้านฝั่งตะวันตกและด้านฝั่งตะวันออกเฉลี่ยใต้ของมหาสมุทรอินเดีย (ที่มา: <http://www.jamstec.go.jp>)

โดยทั่วไป IOD ทำให้เกิดสภาวะฝนตกหนักอย่างผิดปกติในบริเวณรอบๆ มหาสมุทรอินเดีย ในกรณีของประเทศไทย ชาญรัฐ ภัทรสถพรกุล (2552) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง IOD กับพฤติกรรมของฝน พบว่า

- ในระยะ 150 ปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2399–2549) คาบการอุบัติซ้ำของของปรากฏการณ์ IOD มีแนวโน้มเปลี่ยนไป กล่าวคือ เปลี่ยนจากที่เคยเกิดปรากฏการณ์นี้ทุกๆ 4–8 ปี เป็น ทุกๆ 1–4 ปี นับตั้งแต่ปี 2533 เป็นต้นมา (รูปที่ 24) หมายความว่าปรากฏการณ์ IOD จะมีส่วนทำให้ความแปรปรวนของฝนทวีความรุนแรงหรือพบได้บ่อยครั้งมากขึ้นเมื่อเทียบกับในอดีต
- ปริมาณน้ำฝนรวมรายปีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่จะทำให้ปริมาณน้ำฝนสะสมในฤดูแล้งของปีถัดมามีแนวโน้มลดลง
- เมื่อ IOD เกิดขึ้นในปีเดียวกับที่เกิด ENSO อิทธิพลของ ENSO จะมีกำลังมากกว่าของ IOD ยกเว้นในกรณีที่เกิดร่วมกันระหว่างปีที่มี IOD ที่รุนแรงเกิดร่วมกับ ENSO ที่มีกำลังอ่อน จะทำให้ปริมาณฝนรวมรายปีเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ในปี พ.ศ. 2537 และ 2549 ที่เกิดสภาวะฝนตกหนักผิดปกติและเกิดอุทกภัยหนักในภาคเหนือและภาคกลางตอนบนของไทย ซึ่งทั้งสองปีนั้น IOD มีกำลังแรง แต่ ENSO มีกำลังที่อ่อน

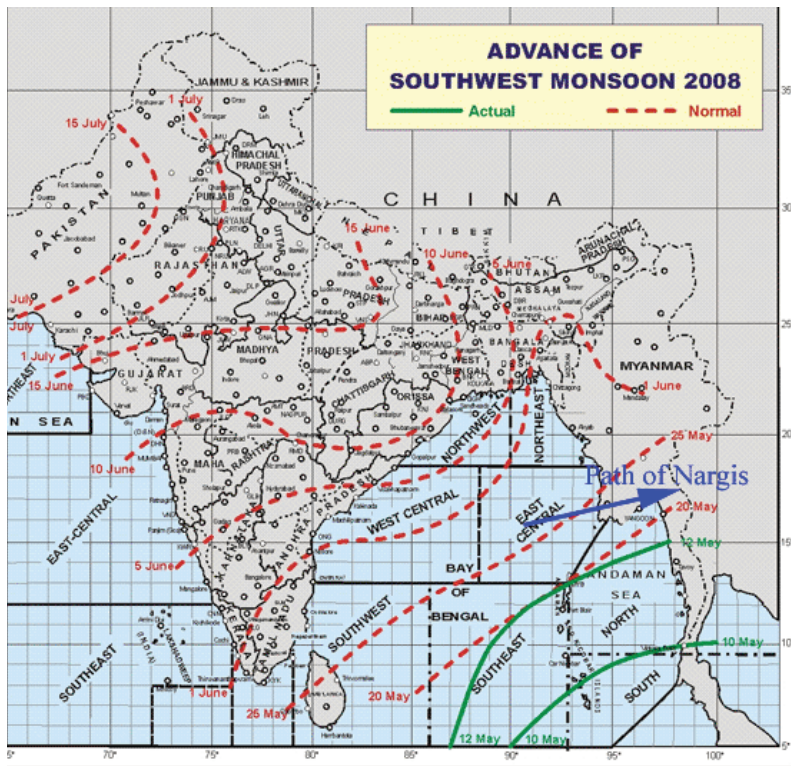


รูปที่ 24 การเปลี่ยนคาบที่เกิดซ้ำของปรากฏการณ์ IOD (ที่มา: ชาญรัฐ ภัทรสถพรกุล 2552)

## ความสัมพันธ์ของฝนกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้

ประเทศไทยได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ลมมรสุมฤดูร้อน) ซึ่งจะนำความชื้นจากมหาสมุทรอินเดียมาตกเป็นฝนบริเวณประเทศไทย และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ลมมรสุมฤดูหนาว) ซึ่งจะนำอากาศที่หนาวเย็นมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงกลางเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์

อิทธิพลลมมรสุมฤดูร้อน ซึ่งนำพาความชื้นจากมหาสมุทร เป็นปัจจัยหลักในการควบคุมการกระจายของปริมาณน้ำฝนของไทย ความแปรปรวนเชิงพื้นที่และเวลา (วันที่เริ่มและช่วงระยะเวลา) ในสภาวะปกติพบว่า ลมมรสุมฤดูร้อนจะเริ่มก่อตัวบริเวณตะวันตกเฉียงใต้ของอ่าวเบงกอลประมาณช่วงปลายเดือนเมษายนของทุกปี ซึ่งถือว่าฤดูฝนได้เริ่มขึ้นแล้ว และภาคใต้ของไทยจะเข้าสู่ฤดูฝนเร็วกว่าพื้นที่อื่นๆ วันที่เริ่มต้น (Summer monsoon onset date) นี้จะเคลื่อนตัวขึ้นทางเหนือเรื่อยๆ จนประมาณกลางเดือนพฤษภาคม จึงเคลื่อนที่เข้าสู่ตอนกลางของประเทศไทย (รูปที่ 25) วันที่มรสุมเริ่มต้น วัดได้จากข้อมูลอากาศ เช่น

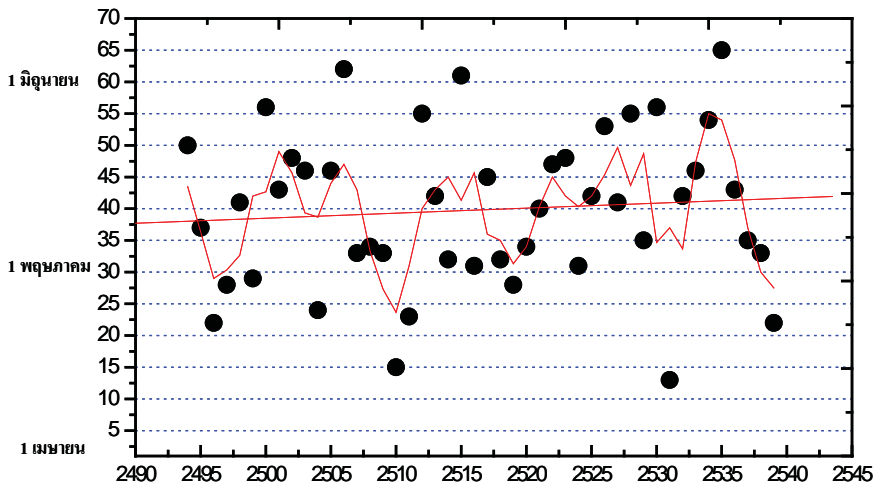


รูปที่ 25 วันเริ่มต้นของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ที่มา: <http://www.imd.ernet.in>)

พฤติกรรมของลมที่ระดับความสูงต่างๆ ความกดอากาศที่ระดับทะเลปานกลาง ความชื้นสัมพัทธ์ที่ผิวพื้น อุณหภูมิอากาศที่ผิวพื้น เป็นต้น (ประสาน สังวาลเดช และคณะ 2551) และมีความแปรปรวนไปในแต่ละปี เช่น ในปี พ.ศ. 2551 มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ได้เริ่มเร็วกว่าปกติเป็นผลให้ฝนตกหนักและเร็วกว่าปกติในหลายบริเวณ สาเหตุและแนวโน้มของความแปรปรวนนี้ ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด และเป็นโจทย์ศึกษาวิจัยที่สำคัญสำหรับประเทศไทย เพราะปรากฏการณ์เหล่านี้มีผลต่อปริมาณและการกระจายของฝนของไทยเป็นอย่างมาก

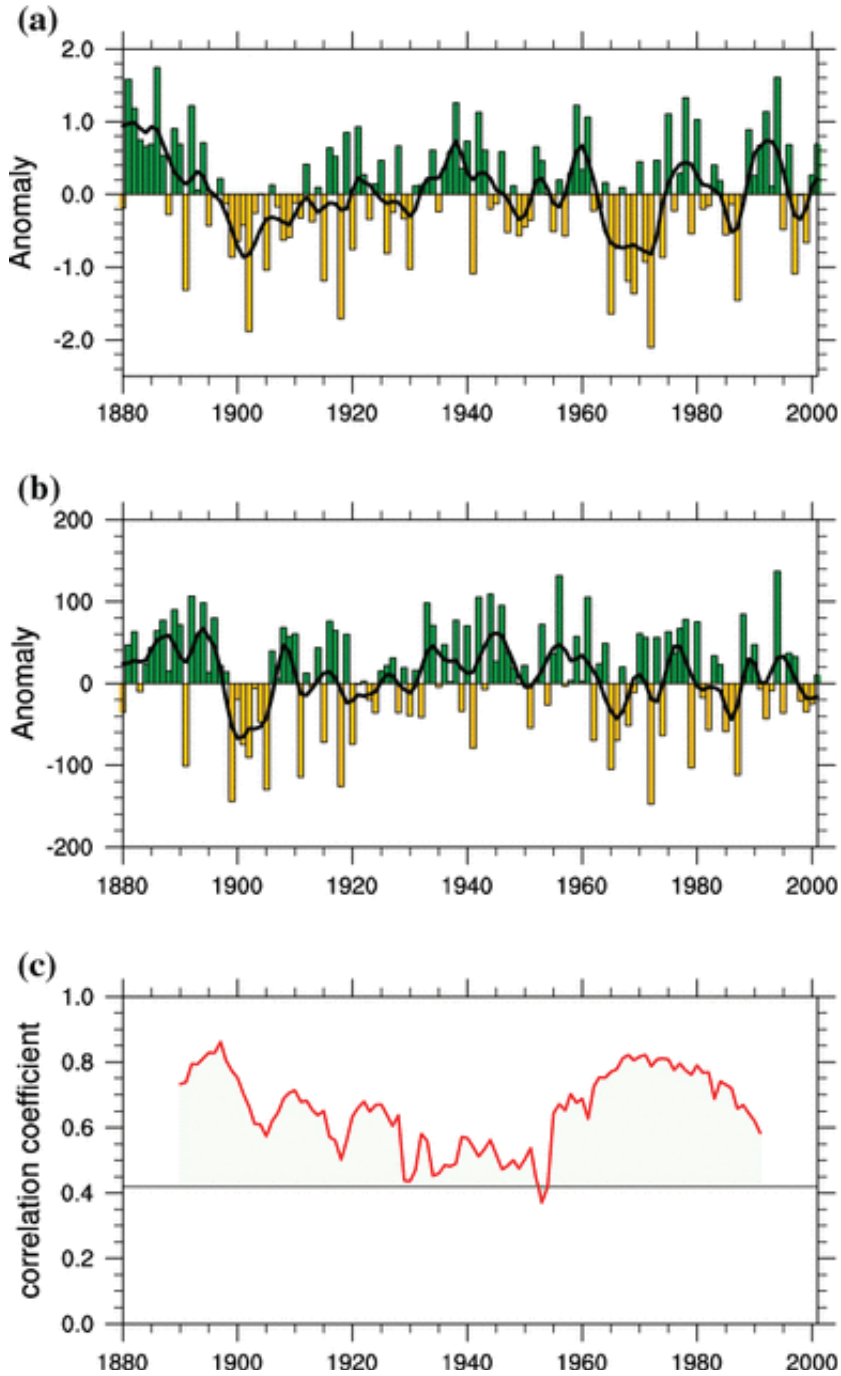
กวีเวียง ประคำมินทร์ (2551) ศึกษาความรุนแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไทยจากข้อมูล ปี พ.ศ. 2549-2543 สถานีตรวจอากาศหลักของไทย 9 แห่ง พบว่าในปีที่เกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ การเริ่มต้นของฤดูฝนล่าช้ากว่าปกติ โดยมีความรุนแรงของฝนน้อยกว่าปีปกติ ส่วนในปีที่เกิดปรากฏการณ์ลานินญานั้น การเริ่มต้นของฤดูฝนที่สถานีส่วนมากเร็วกว่าวันเริ่มต้นปกติราว 5 วัน โดยมีความรุนแรงของฝนมากกว่าปีปกติ หรืออีกนัยหนึ่ง ทั้งเอลนีโญและลานินญามีผลต่อการเริ่มต้นของฤดูฝนในประเทศไทยนั่นเอง

นอกจากนี้ Zhang และคณะ ได้ศึกษาวันเริ่มฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เหนือคาบสมุทรอินโดจีน ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2539 พบว่าโดยเฉลี่ย วันที่เป็นวันเริ่มต้นคือวันที่ 9 พฤษภาคมของทุกปี แต่มีความแปรปรวนเชิงเวลาสูง คือฤดูมรสุมในบริเวณดังกล่าวเริ่มต้นเร็วที่สุดในวันที่ 13 เมษายน และช้าที่สุดในวันที่ 4 มิถุนายน (รูปที่ 26) และดูเหมือนว่า ตลอดช่วงเวลาดังกล่าว วันเริ่มต้นฤดูมรสุมมีแนวโน้มล่าช้าขึ้นเรื่อยๆ



รูปที่ 26 ความแปรปรวนและแนวโน้มของวันเริ่มฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ระหว่างปี พ.ศ. 2494-2539 (ข้อมูลจาก Zhang et al. 2002)

นอกจากจะมีความแปรปรวนในวันเริ่มของฤดูมรสุมแล้ว ความแรงของมรสุมก็มีความแปรปรวนทั้งในเชิงพื้นที่และเวลาเช่นเดียวกัน จากการศึกษา Zhou et al. (2009) โดยใช้ปริมาณฝนในช่วงเดือนกรกฎาคม-สิงหาคมของทุกปี หรือ Dynamical Indian monsoon index (DIMI) (รูปที่ 27a) เปรียบเทียบกับดัชนีความรุนแรงของมรสุม All Indian monsoon rainfall index (AIRI, รูปที่ 27b) ที่ใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนในช่วงเดือนมิถุนายน-กันยายน เป็นเกณฑ์ พบว่า ความรุนแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีคาบการเปลี่ยนแปลงทุกๆ ทศวรรษ และมีความสัมพันธ์กับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญและลานีญาดังกล่าวมาแล้ว



รูปที่ 27 แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงดัชนีความรุนแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ภาพ (a) DIMI, ภาพ (b) AIRI และภาพ (c) ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีทั้งสอง (ที่มา : Zhou et al. 2009)

# ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (T-GLOB)



## T-GLOB

**สภาพ** ภูมิอากาศนับเป็นปัจจัยพื้นฐานหนึ่งที่มีความสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม สภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่และสภาพแวดล้อมในวงกว้าง นักวิทยาศาสตร์คาดว่าโลกเราจะเผชิญกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้นอีกเป็นเวลานานหลายร้อยปีทั้งการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและความแปรปรวนของน้ำฝนล้วนส่งผลกระทบต่อประเทศไทย โดยเฉพาะในเรื่องการผลิตอาหารและการเกษตรกรรม แม้การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ แต่ก็สามารถส่งผลกระทบเนื่องให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงและเกิดความเสียหายในวงกว้างได้ ดังนั้น การศึกษาวิเคราะห์ความแปรปรวน และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นเร่งด่วน

สกว. ได้สนับสนุนการดำเนินการวิจัยชุดโครงการ “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย” ตั้งแต่ปลายปี 2549 มีสำนักประสานงานอยู่ที่ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (<http://climatechange.jgsee.org/>) โดยในระยะที่ 1 (2549-2550) ได้เน้นการสร้างภาพจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในอนาคตตาม Scenario ต่างๆ ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นในการศึกษาผลกระทบ อย่างไรก็ตาม ในการที่จะสามารถประเมินผลกระทบได้นั้น นอกจากต้องการภาพจำลองเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงแล้ว ข้อมูลความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ตลอดจนลักษณะเฉพาะของระบบนั้นก็เป็นสิ่งจำเป็น ในระยะที่ 2 (2550-2552) สกว. จึงได้สนับสนุนงานวิจัย ศึกษา วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง การตอบสนองและความอ่อนไหว ในสาขาที่มีความสำคัญเร่งด่วนคือ เกษตร แหล่งน้ำ และภัยพิบัติธรรมชาติ ดังที่กล่าวแล้ว

ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2552 เป็นต้นมา สกว. ได้สนับสนุนการพัฒนางานวิจัย โดยร่วมกับ บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในการจัดตั้ง “ศูนย์วิจัยโลกร้อน” หรือ ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ (*Thailand Research Fund’s Research Development and Coordination Center for Global Warming and Climate Change; T-GLOB*) ขึ้น เพื่อให้สามารถบริการจัดการองค์ความรู้ที่เกิดจากงานวิจัยต่างๆ อีกทั้งยังสามารถทำการวิจัยและสังเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้างมากขึ้น

จนถึงปัจจุบัน สกว. ได้ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยภายใต้ชุดโครงการฯ จำนวน 13 โครงการ (ตารางที่ 6) ซึ่งกลุ่มงานวิจัยที่กำลังดำเนินการสามารถแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ

**กลุ่มที่ 1:** สร้างองค์ความรู้ด้านการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยมุ่งเน้นหัวข้อวิจัยการศึกษาภาพจำลองภูมิอากาศในอนาคตด้วยแบบจำลองภูมิอากาศโลก และแบบจำลองภูมิอากาศระดับภูมิภาคที่มีความละเอียดสูง และหัวข้อวิจัยการศึกษาความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศในระยะสั้น

**กลุ่มที่ 2:** สร้างองค์ความรู้ด้านผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและทางเลือกในการปรับตัวโดยเน้นการศึกษาและการประเมินทั้งด้านกายภาพและด้านเศรษฐกิจ ให้ความสำคัญกับภาคเศรษฐกิจและโครงสร้างพื้นฐานหลักคือ การเกษตร การจัดการน้ำ และภัยพิบัติธรรมชาติ

ตารางที่ 6 โครงการวิจัยที่ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจาก สกว. ภายใต้ชุดโครงการ “ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงและความแปรปรวนสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย” ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549 ถึงปัจจุบัน

ลำดับที่	ชื่อโครงการ	หัวหน้าโครงการ	ระยะเวลาโครงการ
1	โครงการผลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อปริมาณน้ำฝน/น้ำท่ารายเดือนของประเทศไทย และผลกระทบต่อการบริหารจัดการน้ำในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียง	สุจิต คุณชนกุลวงศ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2552
2	การทดสอบและปรับปรุงแบบจำลอง Weather Research and Forecasting (WRF) ในการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศในประเทศไทย	ดุษฎี ศุขวัฒน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2552
3	การจำลองสภาพภูมิอากาศอนาคตสำหรับประเทศไทยและพื้นที่ข้างเคียง	ศุภกร ชินวรรณ ศูนย์เครือข่ายงานวิเคราะห์ วิจัย และฝึกอบรมการเปลี่ยนแปลงของโลกแห่งภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้	กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2551
4	ความแปรปรวนของสภาพอากาศของประเทศไทยอันเนื่องมาจากความผิดสภาพทางภูมิศาสตร์	ชชนัฐ ภัทรสถาพรกุล คณะเทคโนโลยีทางทะเล มหาวิทยาลัยบูรพา	กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2551
5	การศึกษาและพัฒนาแบบจำลองสภาพภูมิอากาศระดับภูมิภาค RegCM 3 สำหรับประเทศไทย	สิรินทรเทพ เต่าประยูรบัณฑิต วิทยาลัยร่วมด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี	กรกฎาคม 2550 – กรกฎาคม 2552
6	การสร้างภาพจำลองของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทยโดยการย่อส่วนแบบจำลองภูมิอากาศโลก	กัณษริย์ บุญประกอบ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง	สิงหาคม 2550 – มกราคม 2552

ลำดับ ที่	ชื่อโครงการ	หัวหน้าโครงการ	ระยะเวลา โครงการ
7	การประเมินสถานะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การวิเคราะห์ความเสี่ยง และความล่อแหลมของพื้นที่วิกฤติ (ระยะที่ 1: การประเมินสถานะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศ และพื้นที่วิกฤติของประเทศไทย)	แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	สิงหาคม 2550 – ตุลาคม 2551
8	การจำลองการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศสำหรับประเทศไทยด้วยแบบจำลองภูมิอากาศ MM5	เจียมใจ เครือสุวรรณ คณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัย เชียงใหม่	กันยายน 2550 – กันยายน 2552
9	การศึกษาผลของ aerosols ในบรรยากาศต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย	เสริม จันทร์ฉาย คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศิลปากร	กันยายน 2550 – กันยายน 2552
10	ผลกระทบของภาวะโลกร้อนต่อการผลิตข้าว อ้อย มันสำปะหลัง และข้าวโพดของประเทศไทย	เกริก ปั่นหน่งเพ็ชร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น	มกราคม 2551 – ธันวาคม 2552
11	การประเมินผลกระทบทางเศรษฐศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลกต่อการผลิตข้าวในประเทศไทย	สมพร อิศวิลานนท์ คณะเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์	กุมภาพันธ์ 2551- กรกฎาคม 2551
12	การศึกษาความเสี่ยง ความเปราะบาง และแนวทางการปรับตัว ของระบบเกษตรและสังคมเกษตรกรต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ : กรณีศึกษาระบบเกษตรพืชไร่-นาในพื้นที่ลุ่มน้ำชี-มูล	วิเชียร เกิดสุข ศูนย์วิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัย ขอนแก่น	ธันวาคม 2551 – ธันวาคม 2553
13	การประเมินสถานะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย : การวิเคราะห์ความเสี่ยง และความล่อแหลมของพื้นที่วิกฤติ (ระยะที่ 2: การวิเคราะห์ความล่อแหลมและการประเมินความเสี่ยงจากภาวะความรุนแรงของฝนในพื้นที่วิกฤติ)	แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	พฤษภาคม 2552 – ตุลาคม 2553

# เอกสารอ้างอิง

- กรรวิ สิริชีวภาค 2550. ความผันแปรของอุณหภูมิและฝนในประเทศไทย. เอกสารประกอบการประชุมระดมสมองโครงการ ผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย. 27 มีนาคม 2550. โรงแรม D'Ma Pavilion, กทม.
- กฤษดาพันธ์ุ ผลากิจ นาฏสูตา ภูมิจำนงค์ และ Brendan M. Buckley 2004. การศึกษาด้านรุกขภูมิอากาศในไม้สัก กรณีศึกษา: จังหวัดแม่ฮ่องสอน ประเทศไทย. *Environment and Natural Resources Journal*. Vol. 2, Nr. 2: 71-80.
- ชชนัญญ์ ภัทรสถาพรกุล และศรัณย์ ภิบาลชนม์ 2552. แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำทะเลในอ่าวไทย. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 35, 15-17 ตุลาคม 2552, The Tide Resort, ชลบุรี
- ชชนัญญ์ ภัทรสถาพรกุล 2552. ความแปรปรวนของสภาพอากาศของประเทศไทยอันเนื่องมาจากความผิดปกติทางสมุทรศาสตร์. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 93 หน้า
- นาฏสูตา ภูมิจำนงค์ 2547. การศึกษาปรากฏการณ์และการสร้างเส้นดัชนี El Niño-Southern Oscillation (ENSO) ในประเทศไทยโดยวงปีไม้. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ประเภทโครงการความร่วมมือกับต่างประเทศ ไทย-เกาหลี 253 หน้า
- นาฏสูตา ภูมิจำนงค์ 2548. โครงการบ่งบอกสภาพภูมิอากาศอย่างชัดเจนโดยใช้ดัชนีวงปีไม้ในประเทศไทย คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์. มหาวิทยาลัยมหิดล. รายงานฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย 93 หน้า
- ประสาน สัจจาลเดช ปรงจันท์ วงศ์วิเศษ Robert H.R. Exell และดุษฎี ศุขวัฒน์ 2551. การประมาณวันเริ่มต้นฤดู (ฝน) มรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไทยด้วยการเสนอเงื่อนไขใหม่ วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 31: 427-449.

พิพัฒน์ กระแจะจันทร์ 2544. การศึกษาวัฒนธรรมโลงไม้ด้วยวิธีการศึกษาจากวงปีไม้: กรณีศึกษาแหล่งโบราณคดีหุบเขาย่านไร้ในเขตอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. สารนิพนธ์ปริญญาศิลปศาสตรบัณฑิต (โบราณคดี), ภาควิชาโบราณคดี, คณะโบราณคดี, มหาวิทยาลัยศิลปากร.

พิพัฒน์ กระแจะจันทร์ 2546. “โลงไม้ที่เพิงผาบ้านไร่กับการตีความค่าอายุของวงปีไม้”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (เอกสารโรเนียว)

ภูเวียง ประคามินทร์ 2551. สหสัมพันธ์ระหว่างพลั๊กซ์ความร้อน ความชื้น และรูปแบบลมในมหาสมุทรอินเดีย กับความรุนแรงของมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ของประเทศไทยโดยใช้แบบจำลองเชิงตัวเลข เอ็ม เอ็ม 5. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 35, 15-17 ตุลาคม 2552, The Tide Resort, ชลบุรี

รัฐพงษ์ พวงทับทิม 1998. ศึกษาละอองเรณูและสปอร์ของบริเวณอ่างพรุภูเขา “อ่างกา” ที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รัตมี ชูทรงเดช 2546. ภาพรวมสภาพแวดล้อมโบราณช่วงสมัยไพลสโตซีนตอนปลาย-โฮโลซีนตอนปลาย, เอกสารประกอบการประชุมการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณในพื้นที่สูงอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. วันที่ 20-21 กุมภาพันธ์ 2546, มหาวิทยาลัยศิลปากร, วังท่าพระ, กรุงเทพฯ.

รัตมี ชูทรงเดช นาฏสุดา ภูมิจำนงค์ และสุภาพร นาถบรรลิ่งก์ 2546. โครงการโบราณคดีบนพื้นที่สูงในเขต อ.ปางมะผ้า จ.แม่ฮ่องสอน. เล่มที่ 7: วงปีไม้และสิ่งแวดล้อม. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

รัตมี ชูทรงเดช 2549. (บรรณาธิการ) *พลวัตทางสังคม วัฒนธรรม และสิ่งแวดล้อมบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จ. แม่ฮ่องสอน: งานวิจัยบูรณาการโบราณคดีเชิงพื้นที่แบบครบวงจร*. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

แสงจันทร์ ลิ้มจิรกาล อัศมน ลิ้มสกุล และทวีวงศ์ ศรีบุรี 2552. การประเมินสภาวะความรุนแรงสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย: การวิเคราะห์ความเสี่ยงและความอ่อนแอของพื้นที่วิกฤต. ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

สินีนานู วรรณศรี 2546. “การศึกษาวงปีไม้จากโลงไม้ถ้ำบ่อไคร้”, เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการเรื่อง คน วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อมโบราณบนพื้นที่สูงในอำเภอปางมะผ้า จังหวัดแม่ฮ่องสอน. (เอกสารโรเนียว)

- สุตารัตน์ ตรีเพชรกุล 2552. การจัดการป่าชายเลนแบบยั่งยืนภายใต้สภาวะโลกร้อน: การใช้ประโยชน์และการมีส่วนร่วมของชุมชน. รายงานฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ.
- ศุภกร ชินวรรณ 2550. ผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย: แนวโน้มและประเด็นที่ควรพิจารณา. เอกสารประกอบการประชุมระดมสมองโครงการผลกระทบของความแปรปรวนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศต่อประเทศไทย. 27 มีนาคม 2550. โรงแรม D'Ma Pavilion, กทม.
- อังคาร แจ่มชื่น 2541. เรณูวิเคราะห์สำหรับการศึกษาสภาพภูมิอากาศที่ยอดดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของไทย, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- Bradley R.S. 1999. Palaeoclimatology: Reconstructing Climates of the Quaternary. Second edition, International Geographics Series, vol.64.
- Burroughs WJ. 2001. Climate Change: A Multidisciplinary Approach. Cambridge University Press.
- Fraegri K. and Iversen J. 1989. Textbook of Pollen Analysis. 4<sup>th</sup> ed. Great Britain: Courier International.
- Hutangkura T. 2000 Pollen analysis of Holocene sediments from Kanchanaburi province: paleo-vegetation and paleo-environment, Unpublished M.Sc. Thesis, Technology of Environmental Management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.
- Jones P.D., Briffa K.R., Barnett T.P. and Tett S.F.B. 1998. High-resolution Palaeoclimatic records for the last Millennium: Interpretation, Integration and comparison with General Circulation Model Control-run Temperatures. *The Holocene* 8: 455-471. DOI:10.1191/095968398667194956.
- Jones P.D. and Mann M., 2004. Climate over the past millennia. *Reviews of Geophysics*, 42:RG2002, doi:10.1029/2003Rg00143.
- IPCC 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on*

- Climate Change*. J. Houghton, Y. Ding, D. Griggs, *et al.*, eds., Cambridge: Cambridge University Press.
- IPCC 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Kealhofer L. 1996. Environment during the Terminal Pleistocene and Holocene in Northeastern Thailand: Phytolith evidence from Lake Kumphawapi. *Asian Perspective* 35: 229–254.
- Kealhofe, L. and Penny D. 1998 A Combined Pollen and Phytolith Record for Fourteen Thousand Years of Vegetation Change in Northeastern Thailand. *Review of Palaeobotany and Palynology* 103: 83–93.
- Kitzberger T. 1997. Influences of human and ENSO on fire history of *Austrocedrus chilensis* woodlands in northern Patagonia, Argentina. *Ecoscience*. 4: 508–520.
- Komonjinda S. and Wattanakornsiri, A. 2000 Pollen Analysis for Plant Communities of the Holocene Samples from Mae Yom Park. Unpublished B.S. Project, Faculty of environment and resource studies Environmental Science and Technology, Mahidol University, Bangkok.
- Limsakul A. and Goes J.I. 2008. Empirical evidence of interannual and longer period variability in Thailand surface air temperature. *Journal of Atmospheric Research*, 87: 89–102.
- Maloney B.K. 1997. A 10,600 year pollen record from Nong Thale Song Hong, Trang Province, South Thailand. *Journal of Siam Society* 86(1-2): 201–217.
- Nounmusig W. 2009. The Effect of ENSO on the Land Surface's Moisture in Thailand. Ph.D. Dissertation, The Joint Graduate School of Energy and Environment, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, Thailand. 128 pp.

- Penny D. 2001a. Palaeoenvironmental analysis of the Sakon Nakhon basin, north-east Thailand; palynological perspectives on climate change and human occupation. *Bull.Indo-pacific Prehist.*
- Penny D. 2001b. A 40,000 year palynological record from north-east Thailand; implications for biogeography and palaeo-environmental reconstruction. *Palaeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 171: 97-128.
- Penn, D. and Kealhofer, L. 2004. Microfossil evidence of land-use intensification in north Thailand. *Journal of Archaeological Science* 32: 69-82.
- Pumijumngong, N. 1995. Dendrochronologie mit Teak (*Tectona grandis L.*) in Nord-Thailand. Germany: Dissertation, University Hamburg.
- Pumijumngong N., Eckstein D. and Sass U. 1995a. Tree-ring Research on *Tectona grandis* in northern Thailand. *IAWA Journal*, 16: 385-392.
- Pumijumngong N., Eckstein D. and Sass U.1995b. Reconstruction of rainfall in northern Thailand from tree-ring series of teak. *In IGBP-PAGES/PEP II Symposium on Palaeoclimate and Environmental Variability during the past 2000 Years in Austral - Asian Transect*, Nov. 28 - Dec. 1, Nagoya University. Nagoya, Japan, pp. 186-191.
- Purintavaragul C. 1999. Palynological and Sedimentological investigations of Holocene environmental changes in SE Thailand and their impact on human society. Final report for 1998-99, National Research Council of Thailand.
- Ruddiman W.F. 2001. *Earth's Climate: Past and Future.* W.H. Freeman and Company, New York, U.S.A. and Basingstoke, England. 465 pp.
- Thammincha S., Tourchob W. and Pipatwattanakul D. 1988. Variation in radial growth of Murkus and Khasia Pines in Thailand. Proceeding of the seminar on growth and yield in tropical mixed/moist forest, Kualalumpur, Malasia.
- Trikanchanawattana C. 2005 . Polynological study at Ban Tham Lod and Ban Rai in Pang Ma Pha district, Mae Hong Son province, northern Thailand. M.Sc [in Technology of Environmental Management], Faculty of Graduate Studies, Mahidol university.

- Vongvissesomjai S. 2006. Will sea-level really fall in the Gulf of Thailand. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 28: 227–248.
- Wannakoaw P. 2004. Pollen analysis for vegetations and climatic changes in Holocene period at Thung Salang Luang National Park, Pitsanulok Province. Unpublished M.Sc Thesis, Technology of Environment management, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.
- Wannasri, S. 2004. A dendroarchaeological study of log coffin: Bo Krai cave and Ban Rai rockshelter in Pang Mapha district, Mae Hong Son province. A thesis in [Technology of Environmental Management ], Graduate Studies, Mahidol university.
- Wannasri S., Pumijumngong N. and Shoocongdej R. 2007. Teak log coffin head styles in Northern Thailand: Time sequencing with dendrochronology. *ScienceAsia* 33: 47–56.
- Watanasak M. 2003. Paleo-ecological reconstruction of Sukhothai world heritage. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol university. Supported by UNESCO.
- Zhang Y., Li T., Wang B. And Wu G. 2002. Onset of the summer monsoon over the Indochina peninsula: Climatology and Interannual variations. *Journal of Climate* 15: 3206–3221.
- Zhou T., Broennimann S., Griesser T., Fischer A.M. and Zoa L. 2009. A reconstructed dynamic Indian monsoon index extended back to 1880. *Climate Dynamic*. DOI 10.1007/s00382-009-0552-5

# ผู้เขียน

อานาจ ชิดไชสง จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต จากคณะ  
เกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และปริญญาเอกจาก มหาวิทยาลัยมิเอะ ประเทศญี่ปุ่น

ประสบการณ์เคยทำงานเป็นนักวิจัยด้านก๊าซเรือนกระจกที่ Max-Planck Institute  
for Terrestrial Microbiology ประเทศเยอรมันนี และที่ Earth System Sciences,  
University of California, Irvine ประเทศสหรัฐอเมริกา

เป็นหนึ่งในนักวิทยาศาสตร์ในฐานะ Lead Author ในการทำรายงาน The IPCC  
4<sup>th</sup> Assessment Report, 2007.

ปัจจุบัน เป็นอาจารย์และนักวิจัยด้านวัฏจักรคาร์บอน ที่บัณฑิตวิทยาลัยร่วมด้าน  
พลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และเป็นผู้ประสานงาน  
ศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ  
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (The Thailand Research Fund's Research  
development and Co-ordination Center for Global Warming and Climate  
Change; T-GLOB)



สาเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศคือ อุณหภูมิของโลกสูงขึ้น (โลกร้อน) ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแล้วว่า ก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ปลดปล่อยในบรรยากาศได้ก่อให้เกิดโลกร้อน โดยเฉพาะตั้งแต่เริ่มการปฏิวัติอุตสาหกรรม เป็นต้นมา หากมนุษย์ไม่รีบดำเนินการลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกลงในอัตราที่นักวิทยาศาสตร์ได้คำนวณไว้ การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิโลกก็จะยังไม่อยู่ ซึ่งจะนำไปสู่ความหายนะของสิ่งมีชีวิตบนโลก

การศึกษา หาข้อมูล และหามาตรการแก้ไขเรื่องก๊าซเรือนกระจก โลกร้อน และสภาพภูมิอากาศจึงเป็นสิ่งจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่ง...ชุดความรู้เรื่อง “การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของไทย” เป็นผลผลิตของศูนย์ประสานงานและพัฒนางานวิจัยด้านโลกร้อนและการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยการสนับสนุนของ สกว. ในการประมวลข้อมูลความรู้หลากหลายศาสตร์ หลายมิติ จากงานวิจัยของสถาบันการศึกษา/วิจัย และนำเสนอภาพการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศตั้งแต่อดีตและที่จะเผชิญในอนาคต โดยคาดหวังว่าภาคส่วนต่างๆ ของสังคมไทยได้รับรู้และคิดหาหนทางรับมือกับความเสี่ยงใหม่ที่เป็นภัยคุกคามส่งผลกระทบต่อความมั่นคงและเศรษฐกิจของประเทศ

