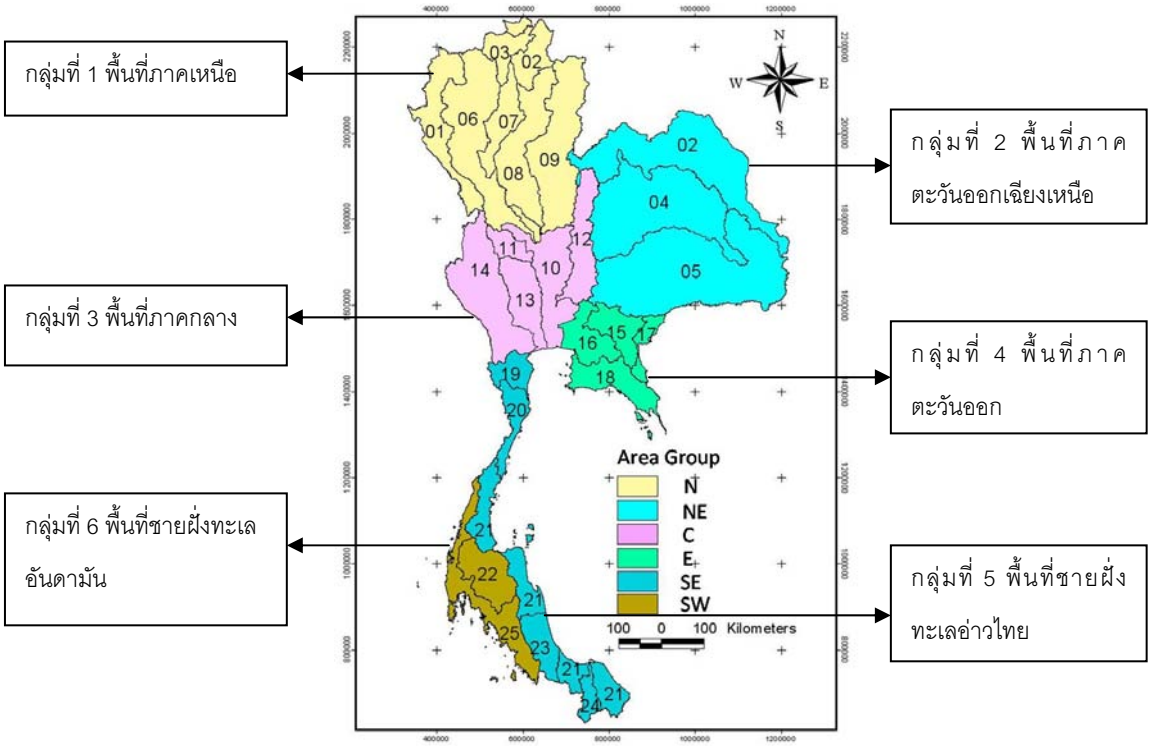
5.3.4 สรุปลักษณะพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ยแบ่งตามลักษณะกลุ่มพื้นที่

จากการศึกษาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมการเกิดซ้ำของอุณหภูมิดังหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย และกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน แสดงดังรูปที่ 5-21



รูปที่ 5-21 การแบ่งกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะลุ่มน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันของข้อมูล

รูปดังกล่าวได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 5-1 โดยพบว่าแนวโน้มอุณหภูมิสูงขึ้นในทุกกลุ่มพื้นที่ แต่มีการกระจายอยู่ในระดับปานกลาง ลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดพบว่าโดยส่วนใหญ่ฤดูหนาวอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นจาก

อดีตมากกว่าฤดูร้อน ส่วนพื้นที่ภาคตะวันออกพบว่าอุณหภูมิเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตทั้ง 2 ฤดู ส่วนพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีมีการเปลี่ยนแปลงโดยรวมมีความสำคัญมากในทุกพื้นที่ ความชัดเจนของฤดูกาลลดลงจากในอดีต ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก พื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทย และพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันที่อุณหภูมิสูงสุดมีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง

5.4 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนในประเทศไทย

5.4.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำฝนรายเดือนของประเทศไทยในช่วงเวลา 40 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1971 ถึง 2007) มีแนวโน้มลดลงเกือบในทุกพื้นที่ของประเทศไทย ดังแสดงในรูปที่ 5-22 และ 5-23 โดยมีอัตราการลดลงของปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศที่ประมาณ -0.51 – -8.89 มิลลิเมตรต่อปี มีเพียงลุ่มน้ำน่านที่มีอัตราการเพิ่มของปริมาณน้ำฝนประมาณ +1.46 มิลลิเมตรต่อปี และปริมาณฝนสะสมเฉลี่ยของประเทศไทยมีแนวโน้มลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี โดยการกระจายตัวของฝนจะแตกต่างต่างกันตามพื้นที่ ซึ่งบริเวณพื้นที่ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือลุ่มน้ำโขงและลุ่มน้ำมูล และภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝน ส่วนพื้นที่อื่น ๆ มีแนวโน้มลดลง โดยพื้นที่ที่ควรมีการเฝ้าระวังคือลุ่มน้ำท่าจีน ลุ่มน้ำโตนเลสาป และลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งของพื้นที่ศึกษา คือระยองและชลบุรี แต่ทั้งนี้หากพิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) แล้ว พบว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ โดยมีค่า R^2 โดยรวมทั้งประเทศอยู่ในช่วง 0 – 0.2 เท่านั้น แต่ทั้งนี้ผลการศึกษาก็ทำให้รู้ถึงแนวโน้มความเปลี่ยนแปลงของข้อมูล

ตารางที่ 5-1 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุดแยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1971-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	◘	◘	◘	◘	◘
- อุณหภูมิสูงสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	◘	◘	◘	◘	■
- อุณหภูมิต่ำสุด - อัตราการเปลี่ยนแปลง	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- การกระจาย R^2	◘	■	◘	◘	◘	◘
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- อุณหภูมิเฉลี่ย - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑	↑↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑↑	↑
- อุณหภูมิต่ำสุด - ฤดูร้อน	↑	↑	↑	↑	↑	↑
- ฤดูหนาว	↑↑	↑↑	↑↑	↑	↑↑	↑
3. พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี มีความชัดเจนในปัจจุบันลดลงเมื่อเทียบกับอดีต						
- อุณหภูมิเฉลี่ย	◉	◉	◉	◉	◉	○
- อุณหภูมิสูงสุด	◉	◉	◉	○	○	○
- อุณหภูมิต่ำสุด	◉	◉	◉	○	◉	◉

หมายเหตุ: - สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้

↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น • เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก

- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก ◘ ปานกลาง □ น้อย

- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต

◉ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

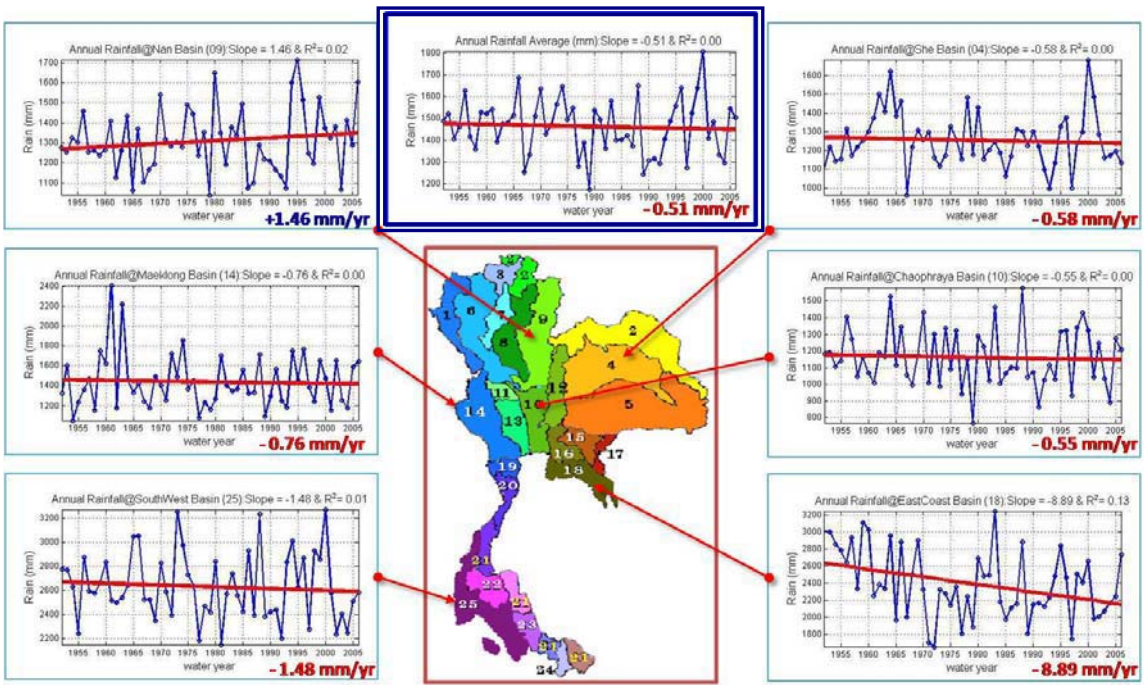
กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

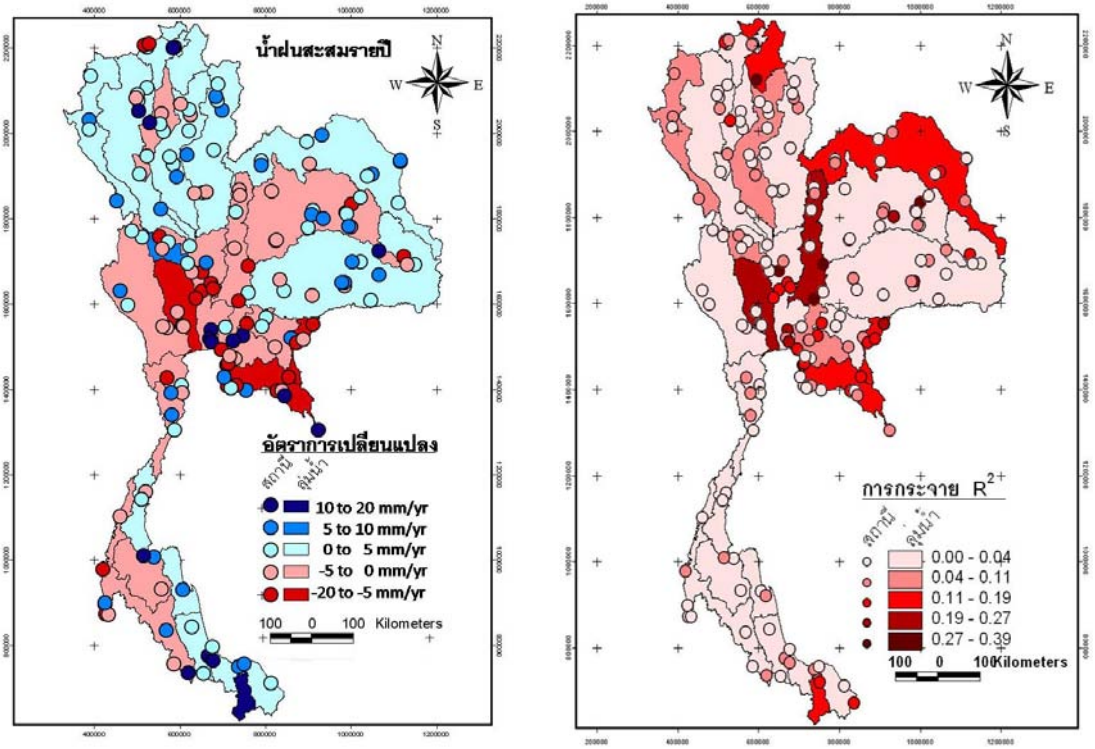
กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน



รูปที่ 5-22 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปีของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง โดยมีค่าเฉลี่ยของประเทศ (ในกรอบสีน้ำเงิน) ลดลงประมาณ -0.51 มิลลิเมตรต่อปี



รูปที่ 5-23 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนสะสมรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

5.4.2 **พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย**

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของปริมาณฝน จะพิจารณาจากกำลังของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลปริมาณฝนรายเดือน และจากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายฤดูที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีออกแล้ว (Season-Removed Data) โดยนำข้อมูลดังกล่าวของแต่ละสถานี และแต่ละลุ่มน้ำมาสร้างเส้นชั้นความสูงเช่นเดียวกับการศึกษาอุณหภูมิที่ได้กล่าวไปแล้ว จากการศึกษาพบว่ากำลังของเวฟเล็ตที่ได้จากปริมาณฝนโดยส่วนใหญ่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบ ดังที่แสดงในรูปที่ 5-24 และแสดงปริมาณฝนภาพรวมของทั้งประเทศดังรูปที่ 5-25 ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน 3 รูปแบบเช่นกัน กล่าวคือ

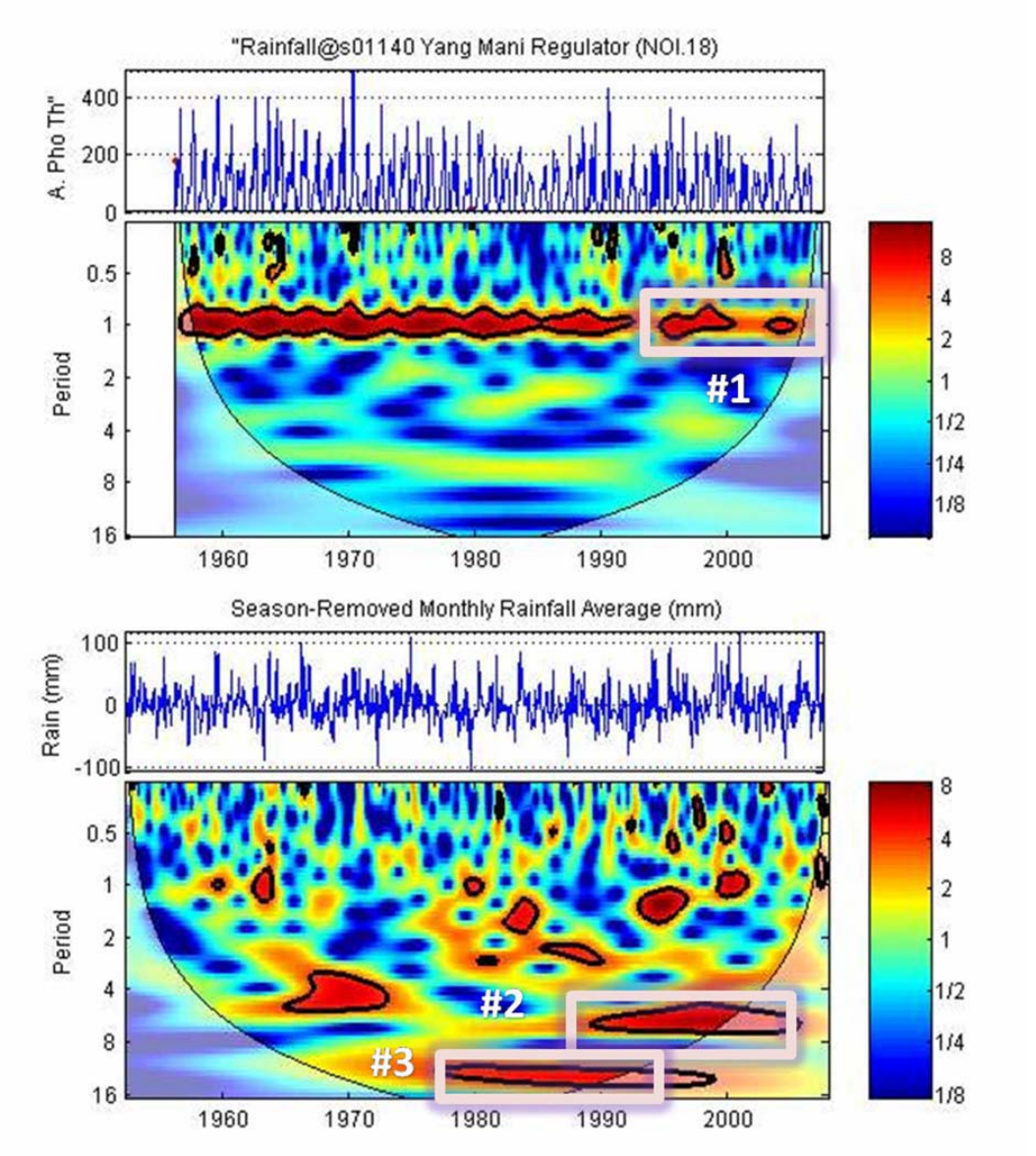
1) **พฤติกรรมแบบที่ 1**: คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของปริมาณฝนหลังปี ค.ศ. 1995 มีความสำคัญลดลง ซึ่งแปลว่าฤดูกาลของฝนช่วงเวลาในปัจจุบัน จะไม่เหมือนเดิม ฝนอาจไม่ตกต้องตามฤดูกาลเหมือนที่เคยเป็นมาในอดีต

2) **พฤติกรรมแบบที่ 2**: พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2000 ที่มีความสำคัญในข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนแล้ว ซึ่งอาจแสดงถึงความแปรปรวนของฝน ณ ช่วงเวลาดังกล่าว

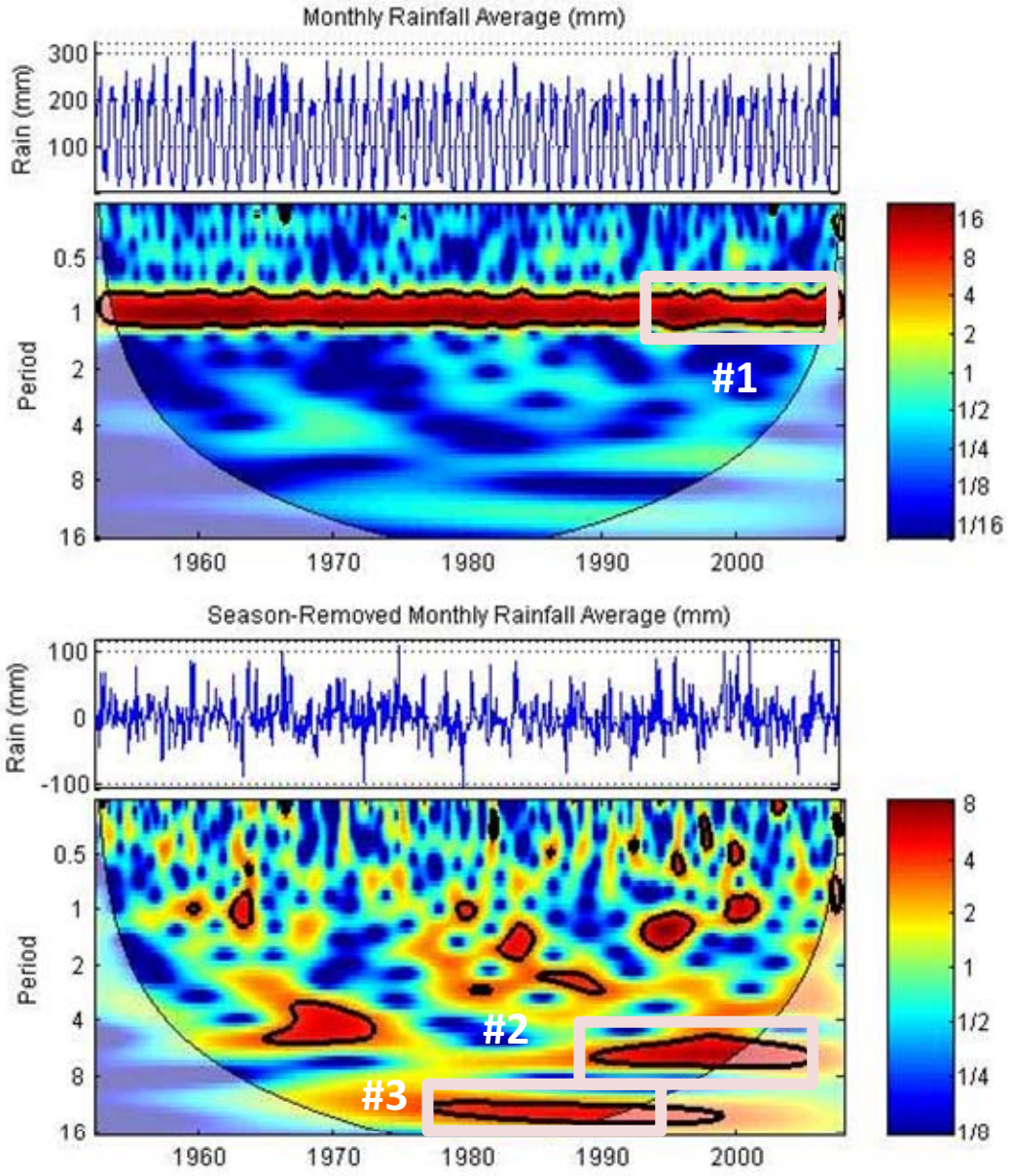
3) **พฤติกรรมแบบที่ 3**: พบคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 12-16 ปี จากข้อมูลที่หักค่าเฉลี่ยรายเดือนออกแล้ว และเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของค่าขอบเขตพฤติกรรมนี้จึงเน้นเฉพาะในช่วงปี ค.ศ. 1980 – 2000 ซึ่งอยู่ใน Cone of Influence เท่านั้น

รูปที่ 5-28 แสดงการกระจายของพฤติกรรมแบบที่ 1 ถึง 3 ที่ได้จากข้อมูลปริมาณฝน ณ ตำแหน่งสถานีตรวจวัดและค่าเฉลี่ยเชิงพื้นที่ โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด ในทางตรงกันข้ามสีชมพูแสดงความสำคัญที่น้อยหรือสามารถสังเกตพฤติกรรมดังกล่าวได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น ในภาพรวมจะเห็นว่า ค่าที่ได้จากสถานีตรวจวัดในบางสถานีมีลักษณะที่ไม่ตรงกับค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำเช่นเดียวกับพฤติกรรมของอุณหภูมิ ซึ่งสิ่งที่เกิดขึ้นน่าจะมีเหตุผลมาจากผลกระทบจากการเฉลี่ยค่าที่มีความหลากหลาย ซึ่งอาจทำให้พฤติกรรมบางอย่างที่เป็นพฤติกรรมเฉพาะ หรือพฤติกรรมที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลที่มีความรุนแรง (Extreme Value Data)

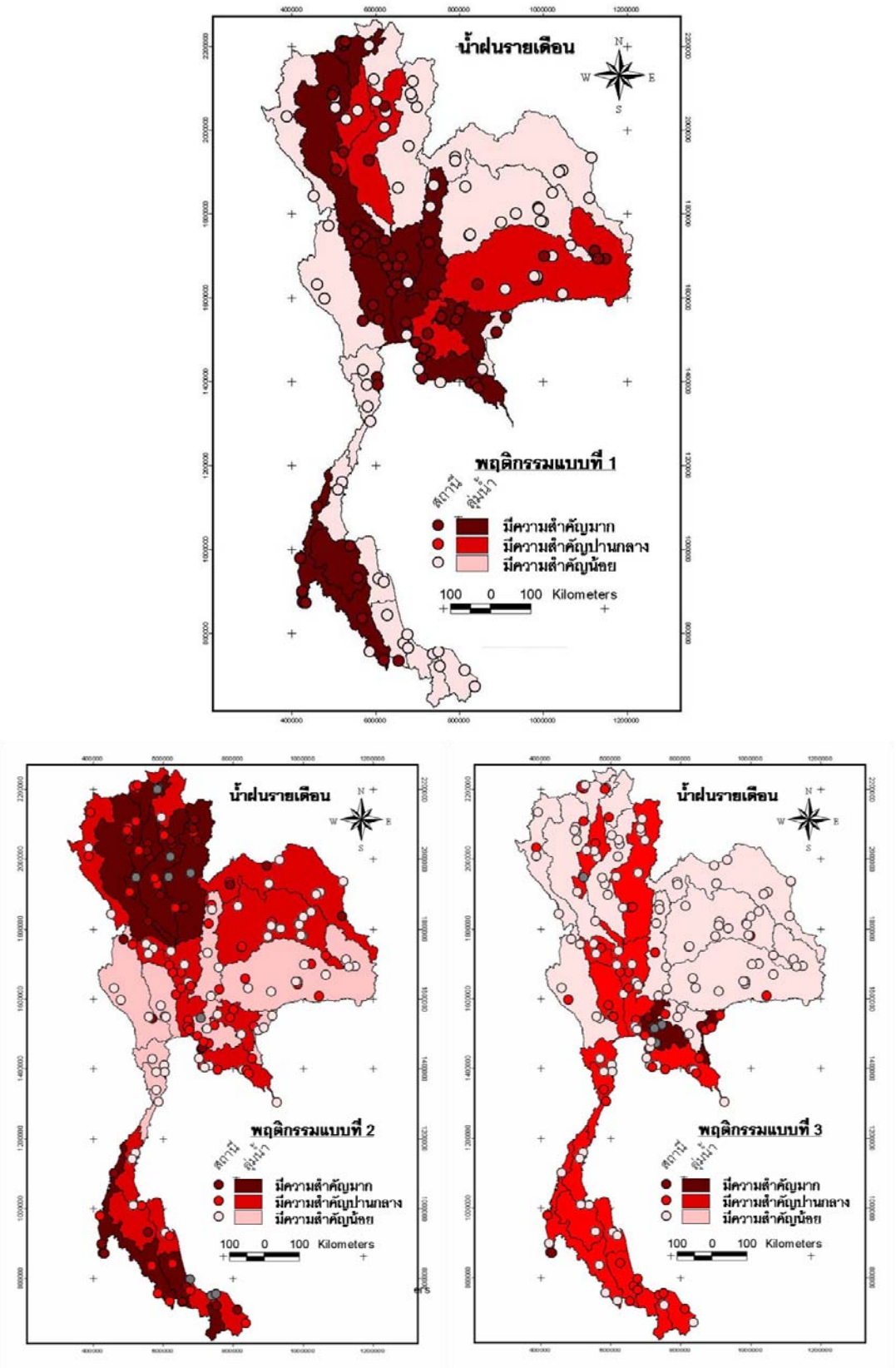
หายไปได้ ลักษณะที่เกิดขึ้นนี้เป็นสิ่งที่ควรระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการแปลงข้อมูลระหว่างจุดตรวจวัด และข้อมูลเชิงพื้นที่ที่อาจมีพฤติกรรมไม่เหมือนเดิม และจากภาพรวมของประเทศไทยที่แสดงในรูปที่ 5-25 ซึ่งมีพฤติกรรมแบบที่ 1 ถึง 3 ค่อนข้างเด่นชัด แต่ลักษณะพฤติกรรมที่ 1 จะเห็นความแตกต่างหรือแปรปรวนของข้อมูลไม่เด่นชัดเนื่องจาก แต่ละลุ่มน้ำมีความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำฝนไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อแสดงข้อมูลในภาพรวมของทั้งประเทศจะช่วยให้เห็นถึงพฤติกรรมหลักๆ ชัดเจน แต่พฤติกรรมเฉพาะของแต่ละลุ่มน้ำจะหายไป



รูปที่ 5-24 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



รูปที่ 5-25 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนภาพรวมของประเทศไทยที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต โดยมีรูปแบบ 3 ลักษณะที่ใกล้เคียงกันในหลายพื้นที่ของประเทศไทย



รูปที่ 5-26 การกระจายตัวของพฤติกรรมแบบที่ 1 (บน) พฤติกรรมแบบที่ 2 (ล่างซ้าย) และพฤติกรรมแบบที่ 3 (ล่างขวา) จากข้อมูลฝนสะสมรายเดือน ณ สถานีตรวจวัดแสดงด้วยจุด และค่าเฉลี่ยในแต่ละลุ่มน้ำของไทย

เมื่อพิจารณารูปที่ 5-26 ซึ่งแสดงการกระจายเชิงพื้นที่โดยรวม เห็นได้ชัดว่าพฤติกรรมแบบที่ 1 หรือความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีที่ ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา (ปี ค.ศ. 1995 – 2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับในอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยพื้นที่ที่มีสีแดงเข้มแสดงว่าความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันได้ลดลงมาก ผลการศึกษาสามารถสรุปได้ว่าพื้นที่โดยส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากในอดีต ยกเว้นภาคเหนือลุ่มน้ำสาละวิน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ลุ่มน้ำโขง ลุ่มน้ำชี ภาคกลางบริเวณลุ่มน้ำแม่กลองและภาคใต้ฝั่งตะวันออกมีความชัดเจนของฤดูกาลเพิ่มขึ้น โดยทั่วไปการกระจายตัวของปริมาณฝนจะค่อนข้างสม่ำเสมอ ซึ่งแปลว่าการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นในทุกพื้นที่ โดยมีความรุนแรงค่อนข้างมากบริเวณภาคกลาง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออก และภาคใต้ตอนล่างฝั่งตะวันตก สิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นคือ ฝนอาจไม่ตกตามฤดูและมีฝนตกนอกฤดูมากขึ้น ฝนที่เคยตกเป็นเวลานานอาจจะสั้นลง พฤติกรรมจึงคล้ายกับฤดูกาลชัดเจนขึ้นเป็นต้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

การกระจายเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 2 ซึ่งแสดงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีที่เกิดขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1990 – 2000 ลักษณะดังกล่าวอาจแสดงได้ถึงการเกิดความแปรปรวนของฝนที่รุนแรงในช่วงเวลานี้ ที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนในอดีต จะเห็นว่าการกระจายของพฤติกรรมที่ 2 นี้ ยังคงมีค่าค่อนข้างสูงในพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคเหนือและภาคใต้ฝั่งตะวันตกของประเทศไทย

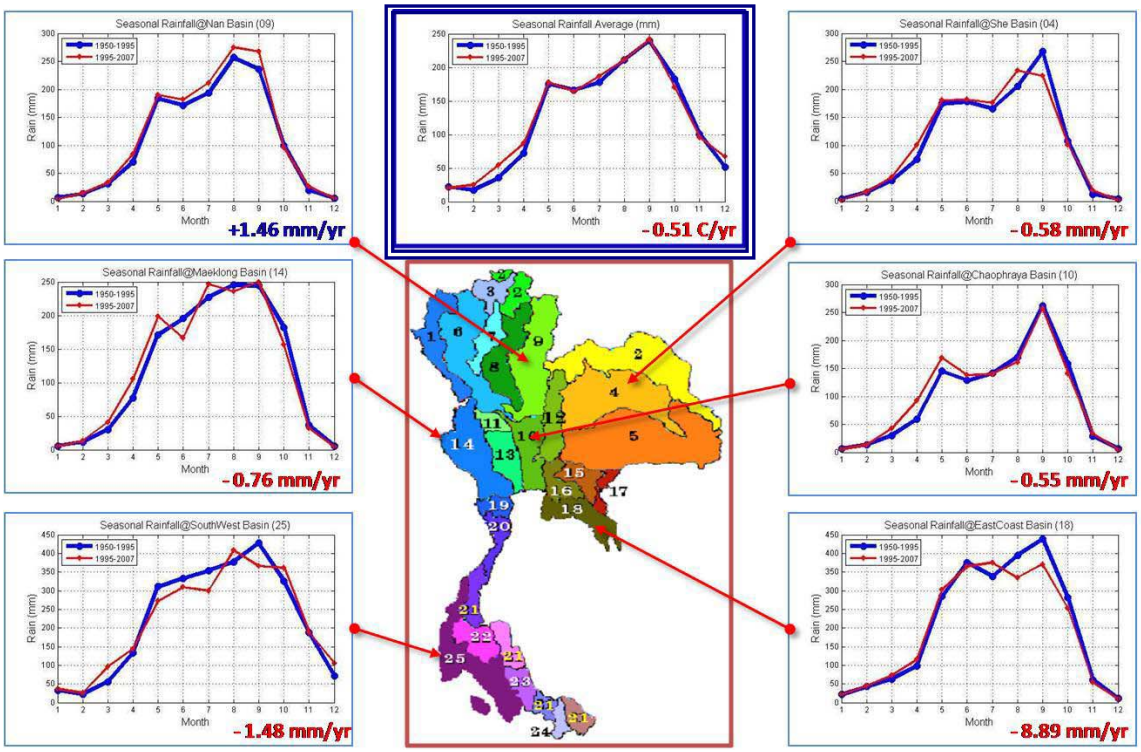
การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของพฤติกรรมแบบที่ 3 ซึ่งแสดงถึงคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 12-16 ปีที่เกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1980 – 2000 ทั้งนี้ช่วงเวลาของพฤติกรรมถูกจำกัดโดยค่าขอบเขต (Cone of Influence) ทำให้ไม่สามารถพิจารณาคาบการเกิดดังกล่าวในเวลาปัจจุบันได้ ซึ่งการกระจายของพฤติกรรมนี้มีความสำคัญค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับพฤติกรรมอื่นๆ มีเพียงพื้นที่ลุ่มน้ำบางปะกงและโตนเลสาปที่มีพฤติกรรมเด่นชัด แต่ทั้งนี้ทั้ง 2 ลุ่มน้ำมีความสมบูรณ์ของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาค่อนข้างน้อย จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม แต่โดยทั่วไปการกระจายตัวจะอยู่ในพื้นที่ภาคกลางและภาคใต้เป็นหลัก ดังกล่าวพฤติกรรมแบบที่ 3 นี้อาจจะมีประโยชน์ในการประมาณฝนเนื่องจากเป็นพฤติกรรมที่มีคาบการเกิดคงที่ แต่ไม่สามารถใช้เพื่อตอบคำถามเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศของประเทศไทยได้

กล่าวโดยสรุปจะเห็นว่าปริมาณฝนของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ และการที่คาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปีหรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1990 – 2000 จากผลการศึกษาดังกล่าวน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 แล้ว

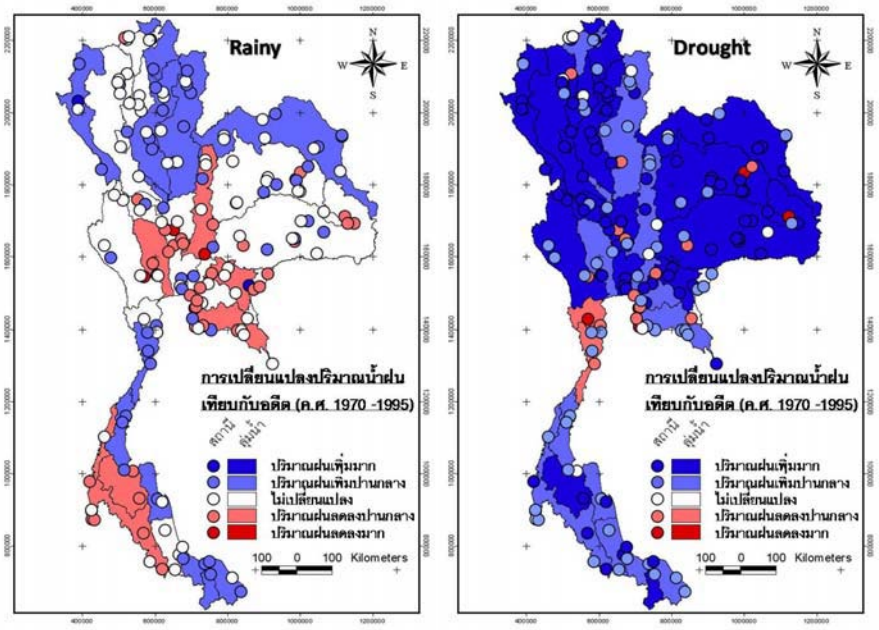
อนึ่ง การคัดเลือกพฤติกรรมรูปแบบต่างๆ และแสดงการกระจายของความสำคัญของพฤติกรรมนั้นๆ ลงบนแผนที่ เป็นเพียงแนวทางหนึ่งในการที่จะรวบรวมข้อมูลจากทุกสถานี และทุกลุ่มน้ำที่มีอยู่เป็นจำนวนมาก ให้เกิดความชัดเจนในการเปรียบเทียบโดยเลือกพฤติกรรมที่มักจะเกิดโดยรวมเท่านั้น หากพิจารณาผลการแปลงเวฟเล็ตของข้อมูลแต่ละตัว อาจจะพบพฤติกรรมอื่นๆ ที่มีความชัดเจนหรือมีความสำคัญมากกว่านี้ได้ นอกจากนี้ยังมีแนวทางอื่นที่อาจใช้ในการแสดงการกระจายของพฤติกรรม เช่น การคำนวณหาคาบการเกิดที่สำคัญ ณ ช่วงเวลาต่างๆ แล้วนำคาบการเกิดมาแสดงผลเชิงพื้นที่ เป็นต้น ซึ่งน่าจะได้มีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

5.4.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำฝนในประเทศไทย

จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณฝนของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณฝนเฉลี่ยในทุกเดือนและเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทยมีค่าลดลง ดังรูปที่ 5-27 ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณฝนรายปีที่ได้กล่าวไปแล้ว แต่มีข้อสังเกตว่าช่วงฤดูร้อนมีแนวโน้มของฝนที่เพิ่มขึ้นและปริมาณฝนในฤดูฝนมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 5-28 ยกเว้นในบางลุ่มน้ำเช่นลุ่มน้ำน่าน ลุ่มน้ำประจวบคีรีขันธ์ และลุ่มน้ำปัตตานี ซึ่งสามารถดูรายละเอียดจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล CUCCH (CU-Climate Change Hydrology) Version 1.0



รูปที่ 5-27 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือนของปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย โดยรูปในกรอบสีน้ำเงินแสดงค่าเฉลี่ยของประเทศไทย



รูปที่ 5-28 ลักษณะของฤดูกาล (ฤดูฝนและฤดูแล้ง) เปรียบเทียบปริมาณน้ำฝนสะสมรายเดือนเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

5.4.4 สรุปลักษณะพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน

จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนดังหัวข้อที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ได้จัดกลุ่มพื้นที่ของประเทศไทยตามลักษณะพื้นที่และความคล้ายคลึงของข้อมูลออกเป็น 6 กลุ่มเช่นเดียวกับการศึกษาอุณหภูมิ โดยได้แสดงแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝนที่แสดงความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน (ปี ค.ศ. 1995-2005) ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต (ก่อนปี ค.ศ. 1995) โดยแสดงในรูปของสัญลักษณ์ เพื่อให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงได้ชัดเจนมากขึ้น แสดงดังตารางที่ 5-2 โดยสรุปภาพรวมเชิงพื้นที่พบว่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำฝนลดลงในทุกกลุ่มพื้นที่ ยกเว้นกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ดีแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากมีการกระจายของข้อมูลค่อนข้างสูง และการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนพบว่าในฤดูฝนพื้นที่กลุ่มที่ 1 ภาคเหนือ และกลุ่ม 5 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีปริมาณฝนเพิ่มขึ้นจากอดีต กลุ่ม 4 ภาคตะวันออก และกลุ่ม 6 ภาคใต้ชายฝั่งทะเลอันดามันมีปริมาณฝนลดลง ส่วนกลุ่มพื้นที่ที่ 2 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ กลุ่ม 3 ภาคกลาง มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ แต่ในฤดูแล้งกลับพบว่าเกือบทุกกลุ่มพื้นที่มีปริมาณฝนเพิ่มขึ้น โดยพื้นที่ 2 จะเพิ่มขึ้นมากกว่าพื้นที่อื่น ๆ ส่วนกลุ่ม 5 ชายฝั่งทะเลอ่าวไทยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยหรือคงที่ โดยภาพรวมแสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของปริมาณฝนที่เปลี่ยนแปลงไปจากในอดีตได้ค่อนข้างชัดเจน นอกจากนี้พบว่าพฤติกรรมความชัดเจนของฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปี ในกลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลอันดามันมีระดับความสำคัญมาก แสดงถึงความชัดเจนของฤดูกาลเปลี่ยนแปลงไปจากอดีตค่อนข้างมาก ส่วนกลุ่ม 1 2 3 และ 4 มีความสำคัญของพฤติกรรมในระดับปานกลาง และกลุ่ม 5 มีความสำคัญของพฤติกรรมค่อนข้างน้อย

ตารางที่ 5-2 แนวโน้ม ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน และพฤติกรรมของปริมาณน้ำฝน แยกตามกลุ่มพื้นที่ (ข้อมูลปี ค.ศ. 1952-2007)

พฤติกรรม	กลุ่ม 1	กลุ่ม 2	กลุ่ม 3	กลุ่ม 4	กลุ่ม 5	กลุ่ม 6
1. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าเฉลี่ยรายปี						
- อัตราการเปลี่ยนแปลง	•	•	↓	↓	↑	↓
- การกระจาย R^2	□	□	□	□	□	□
2. ลักษณะการเปลี่ยนแปลงรายเดือน						
- ฤดูฝน	↑	•	•	↓	↑	↓
- ฤดูแล้ง	↑	↑↑	↑	↑	•	↑
3. พฤติกรรมของอุณหภูมิเฉลี่ย						
- คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีในช่วงปัจจุบัน ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับอดีต	○	○	○	○	△	◉

หมายเหตุ: - สัญลักษณ์แสดงถึงอุณหภูมิดังนี้

↑↑ เพิ่มขึ้นมาก ↑ เพิ่มขึ้น • เปลี่ยนแปลงเล็กน้อยหรือคงที่ ↓ ลดลง ↓↓ ลดลงมาก

- สัญลักษณ์แสดงการกระจาย หรือค่า R^2 ■ มาก ◘ ปานกลาง □ น้อย

- ความชัดเจนของฤดูกาลในปัจจุบันลดลงจากอดีต

◉ สำคัญมาก ○ สำคัญปานกลาง △ สำคัญน้อย

กลุ่ม 1 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคเหนือ

กลุ่ม 2 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

กลุ่ม 3 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคกลาง

กลุ่ม 4 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ภาคตะวันออก

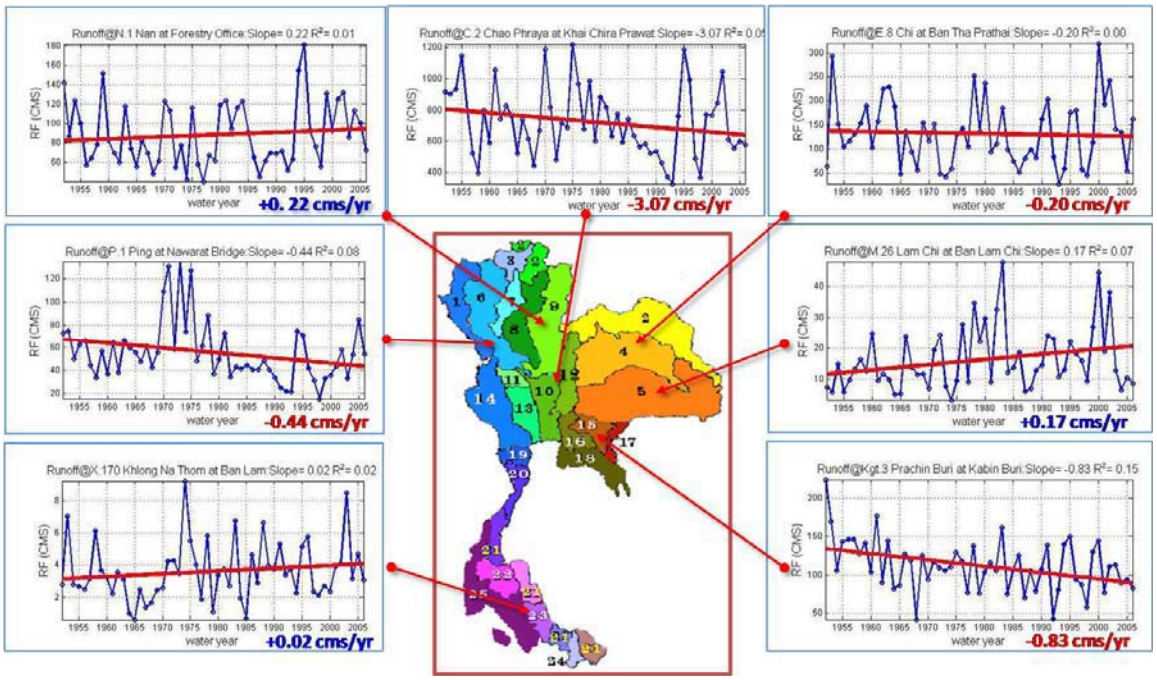
กลุ่ม 5 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอ่าวไทย

กลุ่ม 6 ได้แก่ กลุ่มพื้นที่ชายฝั่งทะเลฝั่งอันดามัน

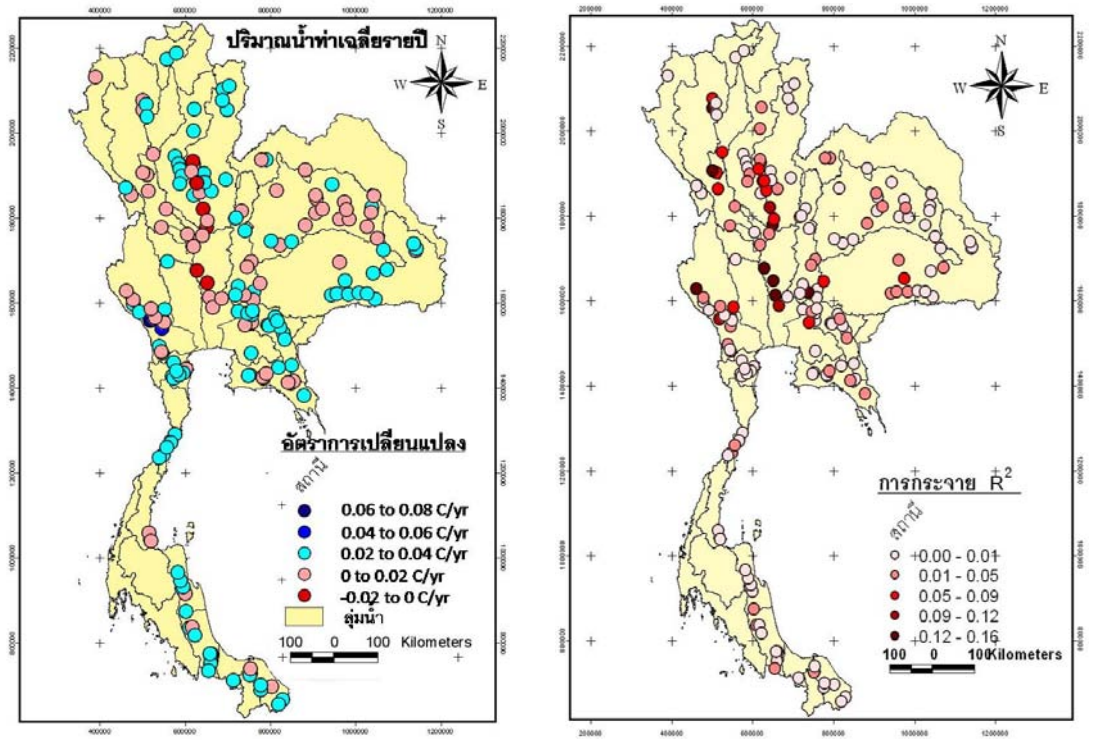
5.5 พฤติกรรมของข้อมูลน้ำท่ารายเดือนในประเทศไทย

5.5.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีของประเทศไทยในช่วงเวลาประมาณ 50 ปีที่ผ่านมา (ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1952 ถึง 2007) จากสถานีที่คัดเลือกเพื่อใช้ในการศึกษาซึ่งมีตำแหน่งที่ตั้งในแต่ละภาคพบว่า ปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำในภาคเหนือบริเวณแม่น้ำน่าน ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง และภาคใต้ของประเทศไทย ปริมาณน้ำท่ามีแนวโน้มสูงขึ้น ขณะที่ปริมาณน้ำท่าจากแม่น้ำในภาคกลาง ภาคเหนือบริเวณแม่น้ำปิง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก มีปริมาณน้ำท่าลดลง ดังแสดงในรูปที่ 5-29 แต่ทั้งนี้ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนนัก เนื่องจากปริมาณน้ำท่าควรพิจารณาจากแม่น้ำสายย่อย โดยพิจารณาเป็นรายสถานี ซึ่งจากการศึกษาจากข้อมูลรายสถานีพบว่ามีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีเพิ่มขึ้น การกระจายตัวอยู่บริเวณภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง ภาคตะวันออกและภาคใต้ ส่วนภาคเหนือตอนล่าง ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนกลางบริเวณลุ่มน้ำชี และภาคตะวันออกในส่วนของลุ่มน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออกมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปีลดลง แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) ประกอบค่า R^2 ที่ได้ค่อนข้างน้อย แสดงถึงความไม่สอดคล้องของข้อมูลซึ่งมีความมาสอดคล้องสูงทำให้ยากต่อตัดสินใจ ดังแสดงในรูปที่ 5-30 แต่ทั้งนี้จากการศึกษาช่วยให้สามารถเฝ้าระวังการเกิดน้ำแล้งในพื้นที่ต่าง ๆ ได้



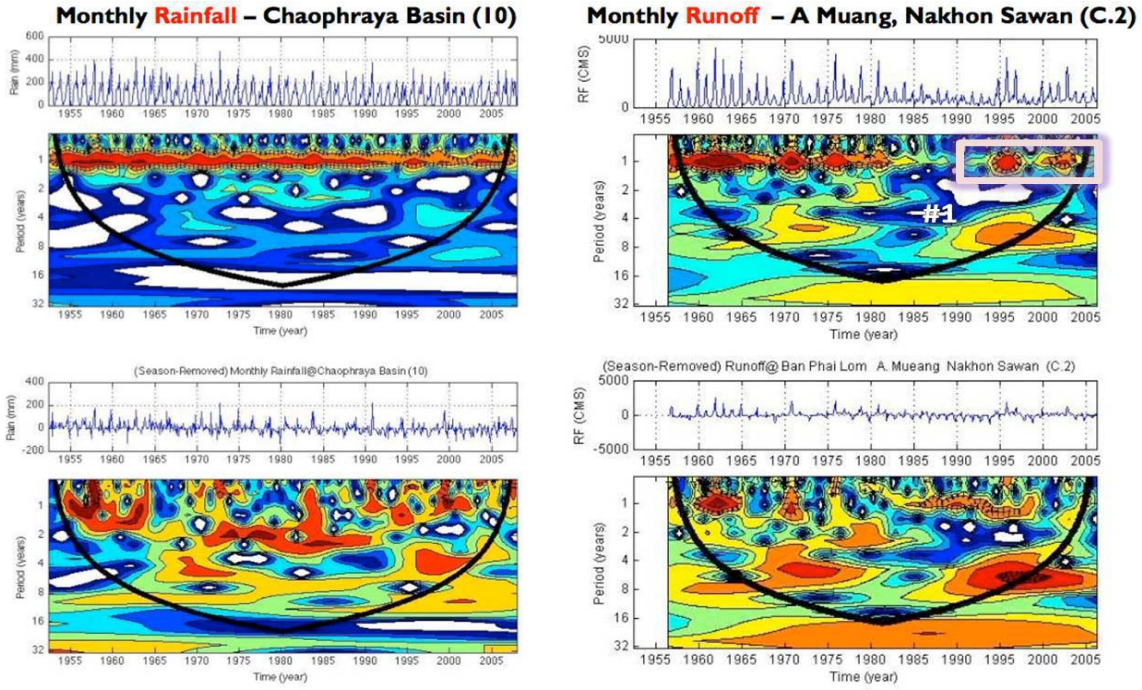
รูปที่ 5-29 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทย ซึ่งมีทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง



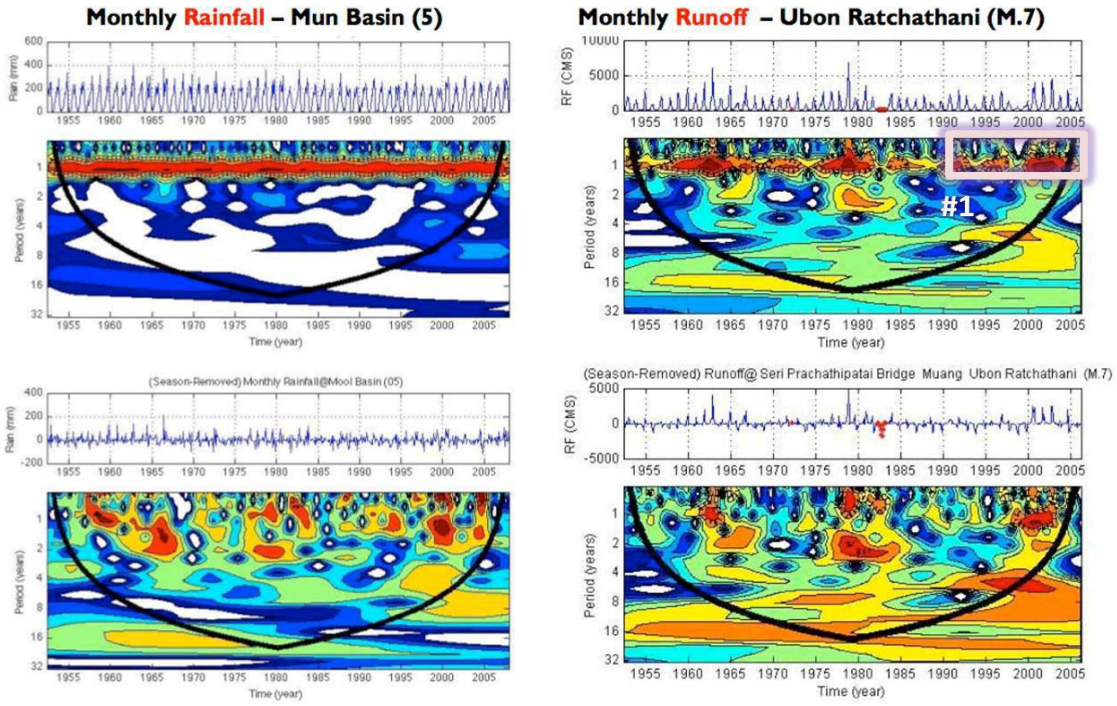
รูปที่ 5-30 การกระจายของอัตราการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี จากข้อมูล ณ สถานีตรวจวัดในแม่น้ำสายหลักของประเทศไทย

5.5.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

ในการศึกษาพฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลน้ำท่า จะพิจารณาจากกำลังของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลปริมาณน้ำท่ารายเดือน โดยนำข้อมูลดังกล่าวของแต่ละสถานี มาสร้างเส้นชั้นความสูง จากการศึกษาพบว่ากำลังของเวฟเล็ตที่ได้จากปริมาณน้ำท่าโดยส่วนใหญ่พฤติกรรมมีความไม่แน่นอนในแต่ละสถานี โดยสังเกตได้ชัดเจนจากรูปแบบพฤติกรรมที่ 1 เช่นเดียวกับอุณหภูมิและปริมาณฝน กล่าวคือ ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของปริมาณน้ำท่าหลังปี ค.ศ. 1995 แต่หากพิจารณาข้อมูลในอดีตประกอบจะเห็นว่าไม่มีพฤติกรรมที่ชัดเจน ข้อมูลมีความแปรปรวนสูง ดังรูปที่ 5-31 และ 5-32 ซึ่งคณะผู้วิจัยเชื่อว่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลน้ำท่าจากวิธี Wavelet เพื่อดูลักษณะและการเปลี่ยนแปลงที่ผ่านมาเป็นหลัก แต่ไม่ศึกษา Cross Wavelet และผลจากการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ เนื่องจากผู้ศึกษาเชื่อว่าข้อมูลไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ ตามที่อธิบายข้างต้นแล้ว



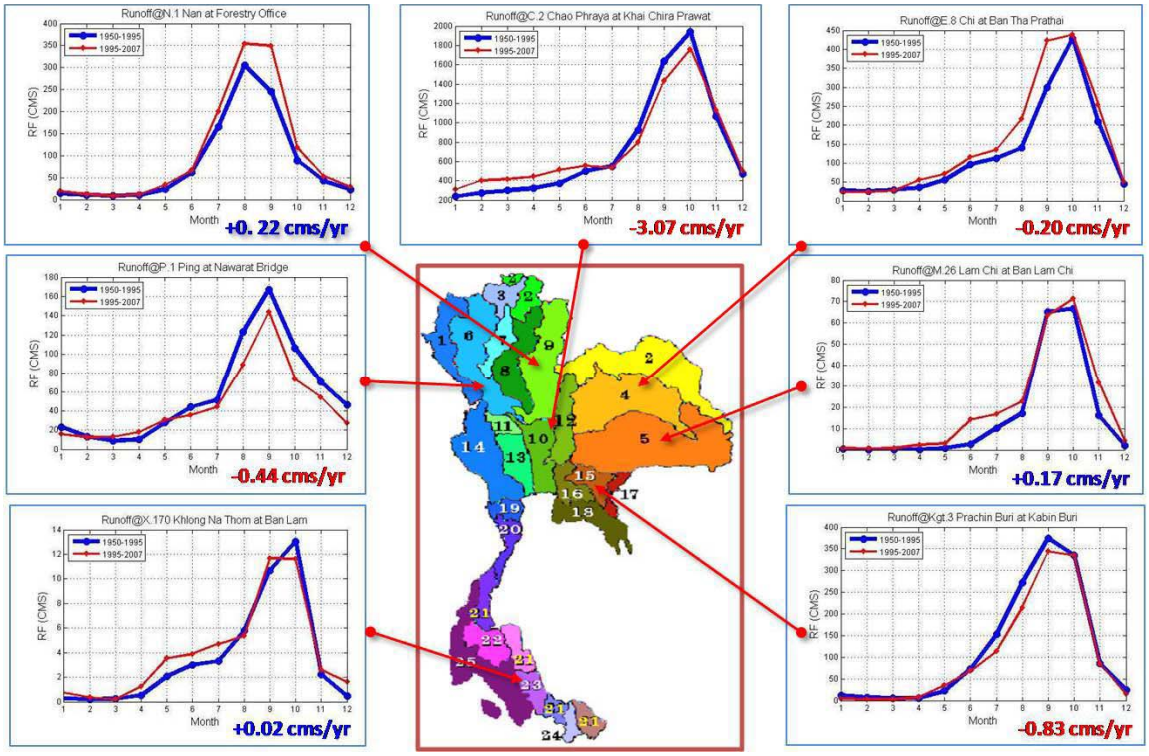
รูปที่ 5-31 พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ต ของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำเจ้าพระยา เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี C2 อ.เมือง จังหวัดนครสวรรค์



รูปที่ 5-32 พฤติกรรมการเกิดซ้ำที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงเวฟเล็ตของปริมาณน้ำฝนสะสมเฉลี่ยรายเดือนของลุ่มน้ำมูล เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือน ณ สถานี M7 จังหวัดอุบลราชธานี

5.5.3 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายเดือนและการเปลี่ยนแปลงเชิงฤดูกาลของข้อมูลน้ำท่าในประเทศไทย

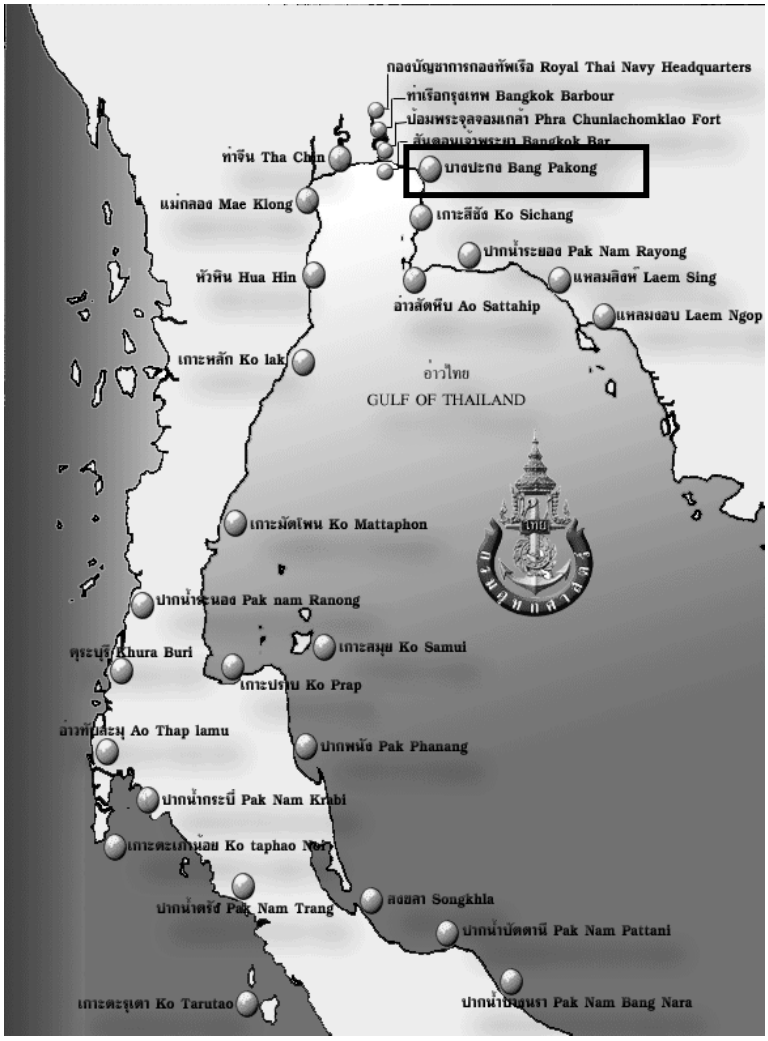
จากการเปรียบเทียบลักษณะฤดูกาลของปริมาณน้ำท่าบางสถานีของประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 1952 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 พบว่าในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาปริมาณปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยของสถานีที่วัดจากแม่น้ำซึ่งเป็นสาขาของแม่น้ำสายหลัก ได้แก่แม่น้ำน่านภาคเหนือ แม่น้ำชี ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝนอย่างเห็นได้ชัด แต่แม่น้ำปิงในภาคเหนือ แม่น้ำปราจีนบุรี ภาคตะวันออก กลับมีแนวโน้มลดลง ดังรูปที่ 5-33 แต่ทั้งนี้ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ย ยังไม่สามารถหารูปแบบที่แน่นอนได้ชัดเจน เนื่องจากลำน้ำสาขาแต่ละแห่งของลำน้ำหลัก มีรูปแบบที่แตกต่างกัน อีกทั้งคณะผู้วิจัยเชื่อว่าปริมาณน้ำท่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก จึงไม่เป็นตัวแทนโดยธรรมชาติ



รูปที่ 5-33 ลักษณะของฤดูกาลเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยก่อนปี ค.ศ. 1995 และปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยหลังปี ค.ศ. 1995 ในลุ่มน้ำตัวอย่างของประเทศไทย

5.6 พฤติกรรมของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

จากการศึกษาข้อมูลอุณหภูมิ น้ำฝน และน้ำท่าของประเทศไทยในหัวข้อที่ผ่านมา ทำให้ทราบว่าสภาพภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งต่ออุณหภูมิ น้ำฝน และน้ำท่า แต่ข้อมูลอีกตัวแปรหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผลการศึกษาต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศชัดเจนยิ่งขึ้นได้แก่ ข้อมูลระดับน้ำทะเล เนื่องจากการศึกษาของ IPCC ได้ให้ความสำคัญต่อการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำทะเล และมีการคาดการณ์ไปยังอนาคตต่อระดับน้ำทะเลที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นในหัวข้อนี้จะศึกษาถึงระดับน้ำทะเลของประเทศไทยเบื้องต้นถึงการเปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยศึกษาจากข้อมูลระดับน้ำทะเลของกรมอุทกศาสตร์ ที่สถานีบางปะกงแสดงตำแหน่งสถานีดังรูปที่ 5-34

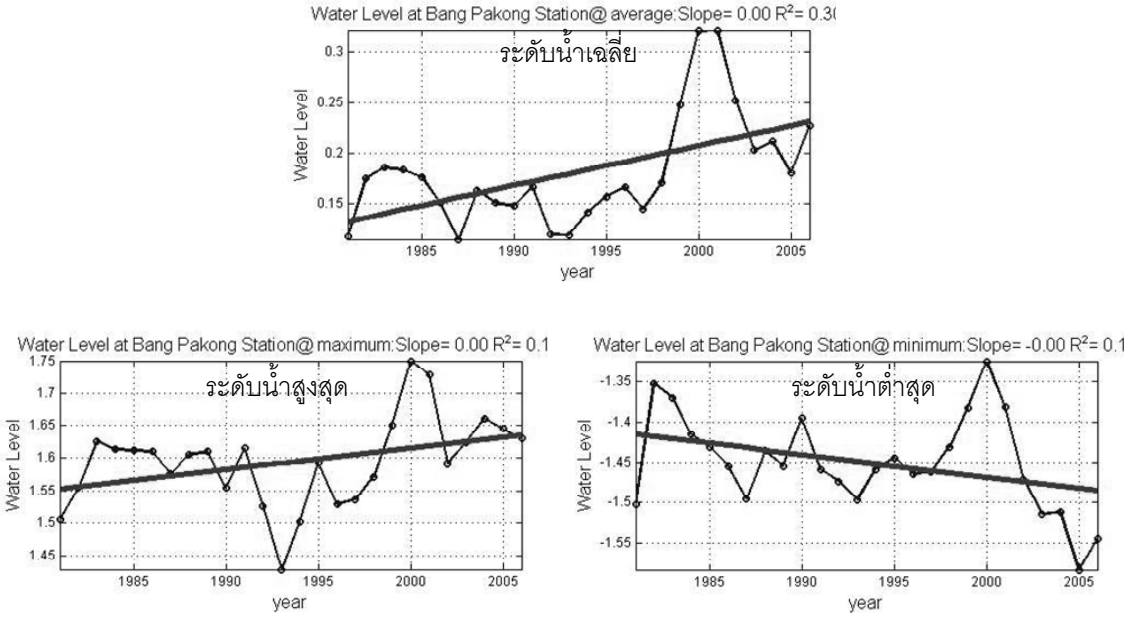


ที่มา: กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ (http://www.navy.mi.th)

รูปที่ 5-34 ตำแหน่งวัดระดับน้ำทะเล สถานีบางปะกง (ในกรอบ) ของกรมอุทกศาสตร์

5.6.1 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

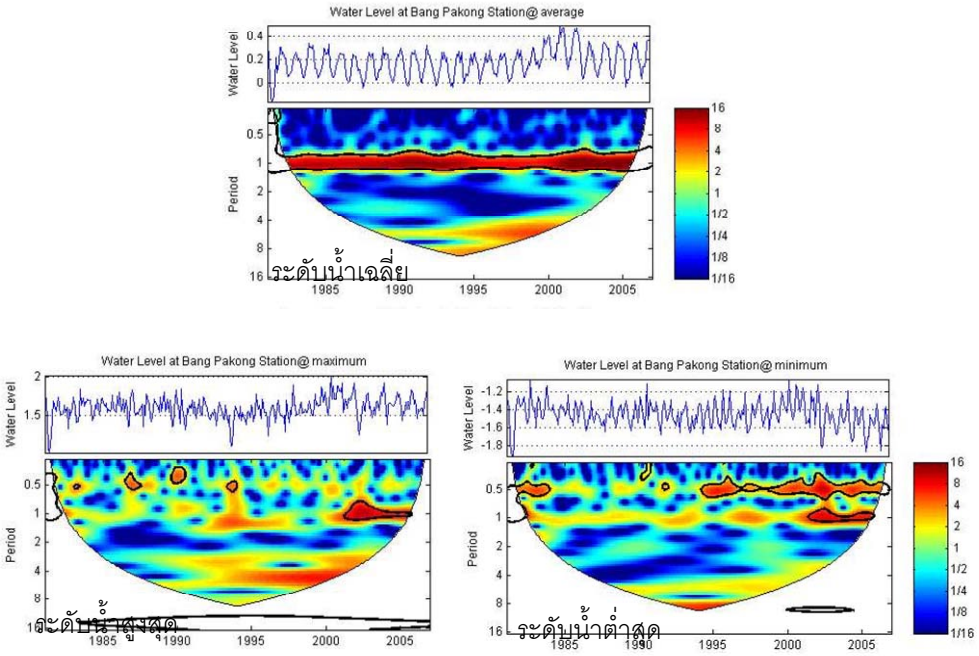
การเปลี่ยนแปลงของข้อมูลระดับน้ำทะเลรายปีของสถานีบางปะกง ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1981 ถึง 2006 พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าระดับน้ำสูงสุดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ขณะที่ระดับน้ำทะเลต่ำสุดมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ดีแนวโน้มดังกล่าวมีความเชื่อมั่นค่อนข้างต่ำเนื่องจากข้อมูลมีการกระจายสูงเห็นได้จาก R^2 ที่ต่ำ โดยพบว่าในปี 2000 ระดับน้ำทะเลทั้งระดับน้ำเฉลี่ย ระดับสูงสุด และระดับต่ำสุดมีค่าสูงสุดในรอบ 25 ปี ที่ผ่านมา ดังแสดงในรูปที่ 5-35



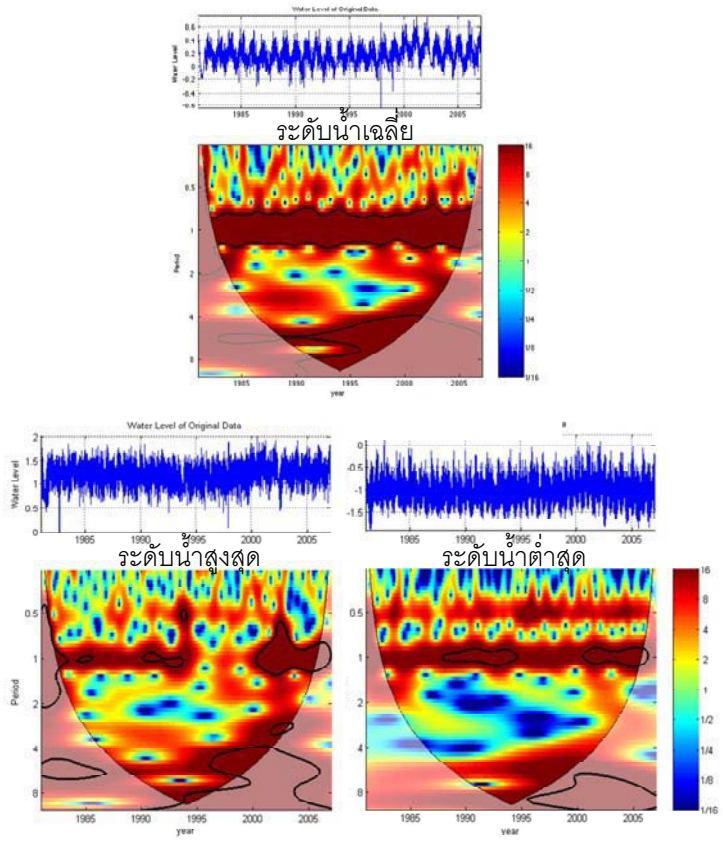
รูปที่ 5-35 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลเฉลี่ย (รูปบน) ระดับสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.6.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของข้อมูลระดับน้ำทะเลในประเทศไทย

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเล จะพิจารณาจากแอมพลิจูดของเวฟเล็ตที่แปลงมาจากข้อมูลระดับน้ำรายเดือนและรายวันของสถานีบางปะกง ที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีดังแสดงในรูปที่ 5-36 และ 5-37 โดยสีแดงเข้มแสดงความสำคัญที่มากหรือเกิดพฤติกรรมดังกล่าวอย่างเห็นได้ชัด เมื่อพิจารณาที่ค่าเฉลี่ยระดับน้ำทะเลรายเดือน พบว่ามีคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีชัดเจน โดยหลังปี 1995 พฤติกรรมมีความรุนแรงลดลง และเริ่มเด่นชัดมากขึ้นกว่าในอดีตประมาณหลังปี 2000 ซึ่งสังเกตได้จากความกว้างของแกนที่คาบการเกิดที่ 1 ปี ส่วนพฤติกรรมของระดับน้ำสูงสุดและระดับน้ำต่ำสุดจะไม่พบพฤติกรรมที่คาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเด่นชัดเช่นค่าเฉลี่ย แต่มีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลที่รุนแรงมากขึ้นกว่าในอดีตตั้งแต่หลังปี 2000 นอกจากนี้ยังพบคาบการเกิดซ้ำที่ 0.5 ปีในข้อมูลระดับน้ำต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับค่าเฉลี่ยรายเดือนในรูปที่ 5-36 หลังปี 1995 เป็นต้นมา



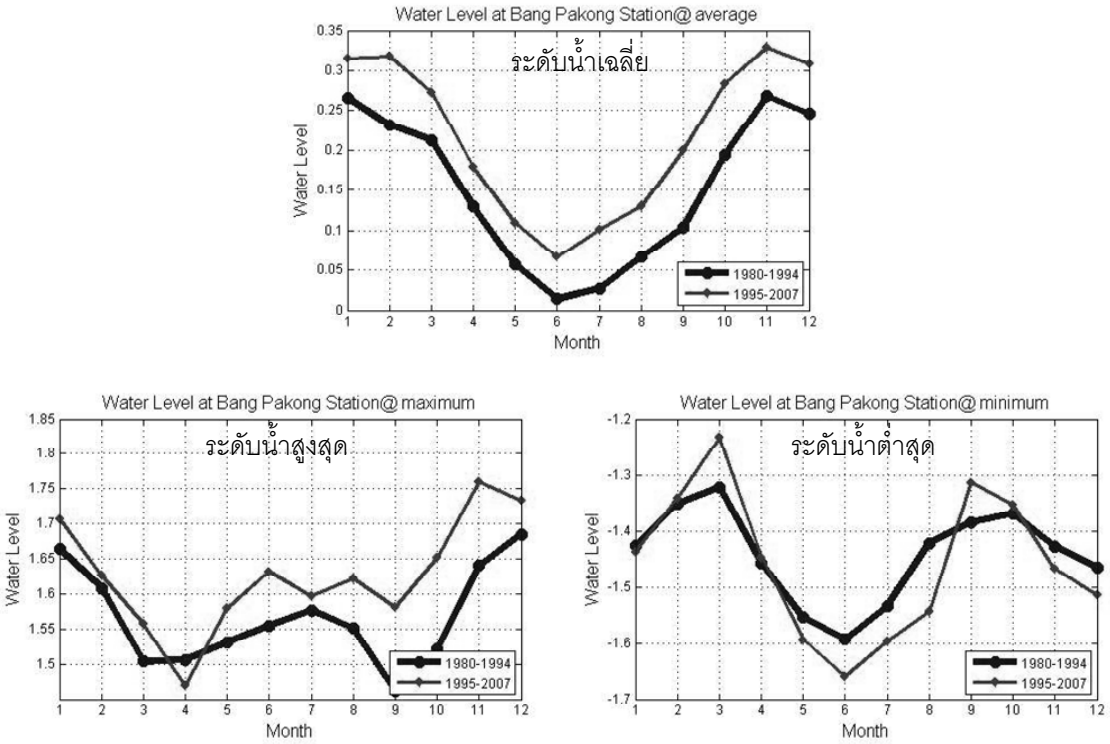
รูปที่ 5-36 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง



รูปที่ 5-37 พฤติกรรมการเกิดซ้ำของระดับน้ำทะเลรายวันจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.6.3 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนในประเทศไทย

จากการเปรียบเทียบลักษณะการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายเดือนของระดับน้ำทะเลสถานีบางปะกงของประเทศไทย ระหว่างปี ค.ศ. 1981 – 1995 และระหว่างปี ค.ศ. 1995 – 2007 ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลในทุกเดือนมีค่าสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเล ระดับน้ำสูงสุดจะมีค่าจะมีค่าเพิ่มขึ้น ยกเว้นในเดือนเมษายนโดยจะเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญในช่วงฤดูฝน ส่วนระดับน้ำต่ำสุดโดยรวมจะมีค่าต่ำกว่าอดีต ยกเว้นในเดือนมีนาคม กันยายน และตุลาคม ดังแสดงในรูปที่ 5-38



รูปที่ 5-38 การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลรายเดือนจากค่าระดับน้ำเฉลี่ย (รูปบน) ระดับน้ำสูงสุด (รูปซ้าย) และระดับน้ำต่ำสุด (รูปขวา) ของสถานีบางปะกง

5.7 สรุปพฤติกรรมของน้ำฝนน้ำท่าและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย

สภาพภูมิอากาศและปริมาณฝนของประเทศไทย ในแง่ของคาบการเกิดซ้ำและความรุนแรง ในปัจจุบันมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงไปจากอดีต โดยพฤติกรรมที่เห็นได้ชัด ได้แก่ การที่ฤดูกาลหรือคาบการเกิดซ้ำของเหตุการณ์ที่ 1 ปี มีความชัดเจนลดลงมากจากปกติ ส่วนภูมิอากาศมีพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี หรือเกิดความแปรปรวนที่รุนแรงในช่วง ค.ศ. 1995 – 2000 ขณะที่ปริมาณน้ำฝนมีคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 5-8 ปี ขณะที่ข้อมูลน้ำท่าไม่มีรูปแบบที่ชัดเจนและข้อมูลมีความแปรปรวนสูง

โดยจากผลการศึกษาน่าจะเป็นเหตุให้เชื่อได้ว่าสภาพอากาศของประเทศไทย ที่เกี่ยวข้องกับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุด และอุณหภูมิต่ำสุด เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1995 แล้วส่วนปริมาณฝน เริ่มได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกตั้งแต่ปี ค.ศ. 1990 ส่วนข้อมูลน้ำท่าคณะผู้วิจัยเชื่อว่ามีอิทธิพลจากการ operate ของมนุษย์หรือสิ่งก่อสร้างมาก ข้อมูลที่ศึกษาจึงไม่ใช่จากเหตุการณ์ธรรมชาติ เนื่องจากผลการศึกษาไม่เห็นรูปแบบของข้อมูลที่ชัดเจน

จากข้อมูลของระดับน้ำทะเลรายเดือนของสถานีบางปะกง พบว่าระดับน้ำทะเลมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากพฤติกรรมการเกิดซ้ำที่คาบการเกิด 1 ปี เห็นได้ชัดว่ามีความรุนแรงของพฤติกรรมเพิ่มมากขึ้นตั้งแต่หลังปี ค.ศ. 2000 เป็นต้นมา จึงควรมีการศึกษาในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับระดับน้ำทะเลต่อไป

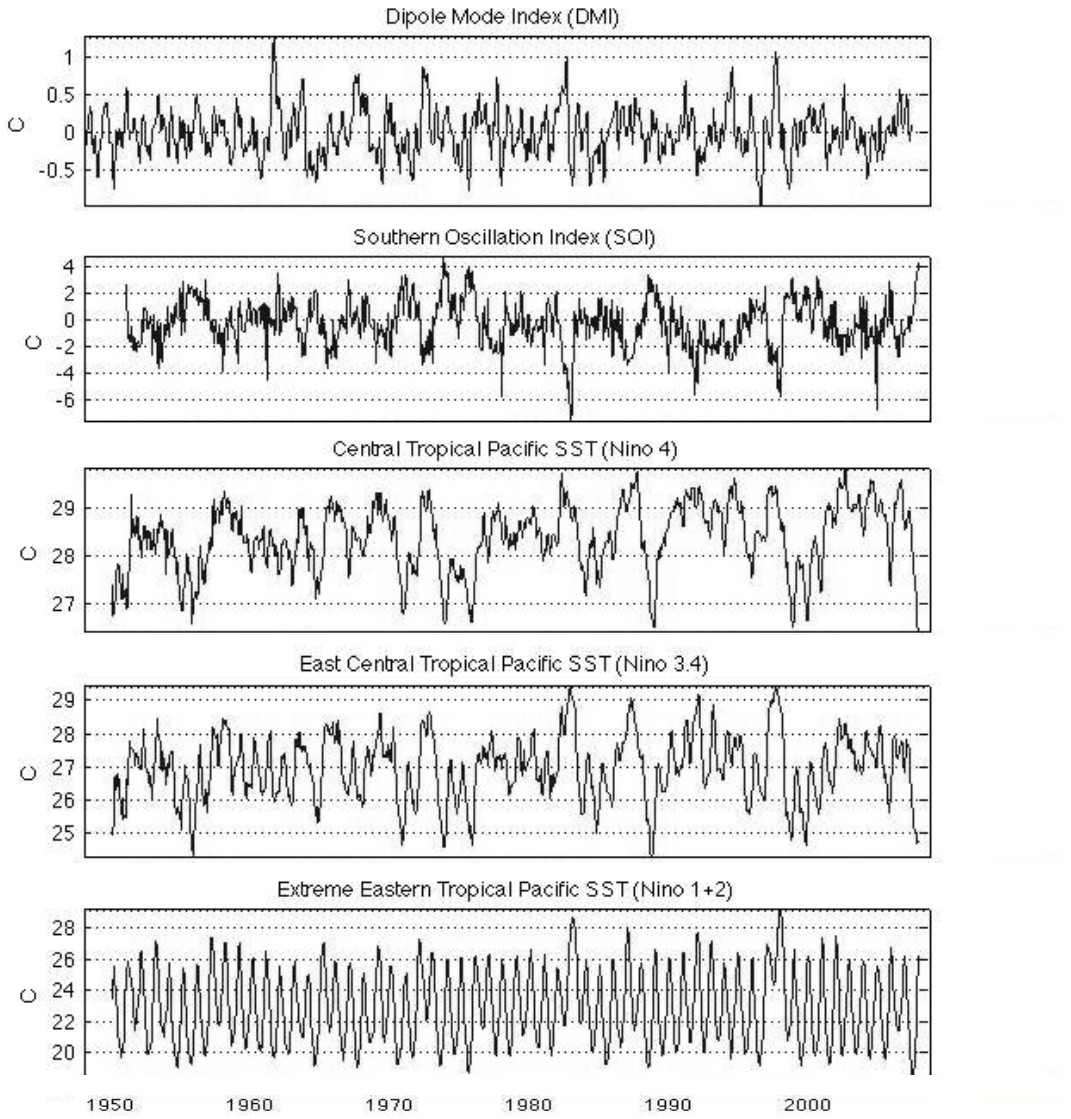
บทที่ 6

การศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรสมุทรศาสตร์ กับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศรายเดือนของประเทศไทย

ในบทที่แล้ว ข้อมูลน้ำฝนน้ำท่า และสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อตรวจสอบพฤติกรรมที่สำคัญและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น โดยมีข้อสรุปเบื้องต้นสอดคล้องกับความเชื่อที่ว่า สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อันอาจเกิดมาจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก ดังนั้นเพื่อให้ข้อสรุปดังกล่าวมีความชัดเจนมากขึ้น ในบทที่ 6 นี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบและหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก กับข้อมูลสภาพภูมิอากาศและน้ำฝนของประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของคาบการเกิดซ้ำ ความรุนแรงและการเปลี่ยนแปลง ผลของการศึกษาในบทนี้จะช่วยให้เกิดความเข้าใจถึงผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นกับสภาพอากาศของประเทศไทย เมื่อสภาพอากาศของโลกมีการเปลี่ยนแปลงไป และเป็นแนวทางในการปรับปรุงการพยากรณ์สภาพอากาศล่วงหน้ารายฤดูกาล ให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นอีกด้วย

6.1 ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก

ตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้องในการศึกษาความสัมพันธ์กับข้อมูลฝนและสภาพภูมิอากาศรายเดือนของประเทศไทย ประกอบด้วย ดัชนีความผันแปรของระบบอากาศในซีกโลกใต้ (SOI) ค่าผิดสภาพอุณหภูมิผิวหน้าน้ำทะเลในมหาสมุทรแปซิฟิก (Nino 1+2, Nino 3, Nino 4 และ Nino 3.4) และค่าผิดสภาพอุณหภูมิผิวหน้าน้ำทะเลในมหาสมุทรอินเดีย (DMI) ซึ่งเป็นดัชนีที่นิยมใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศของโลก (รายละเอียดอยู่ในบทที่ 4) ค่าดัชนีทั้งห้าที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์แสดงในรูปที่ 6-1 โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1950 ถึงปี ค.ศ. 2007 เพื่อให้สอดคล้องกับข้อมูลน้ำฝนและสภาพอากาศของประเทศไทย



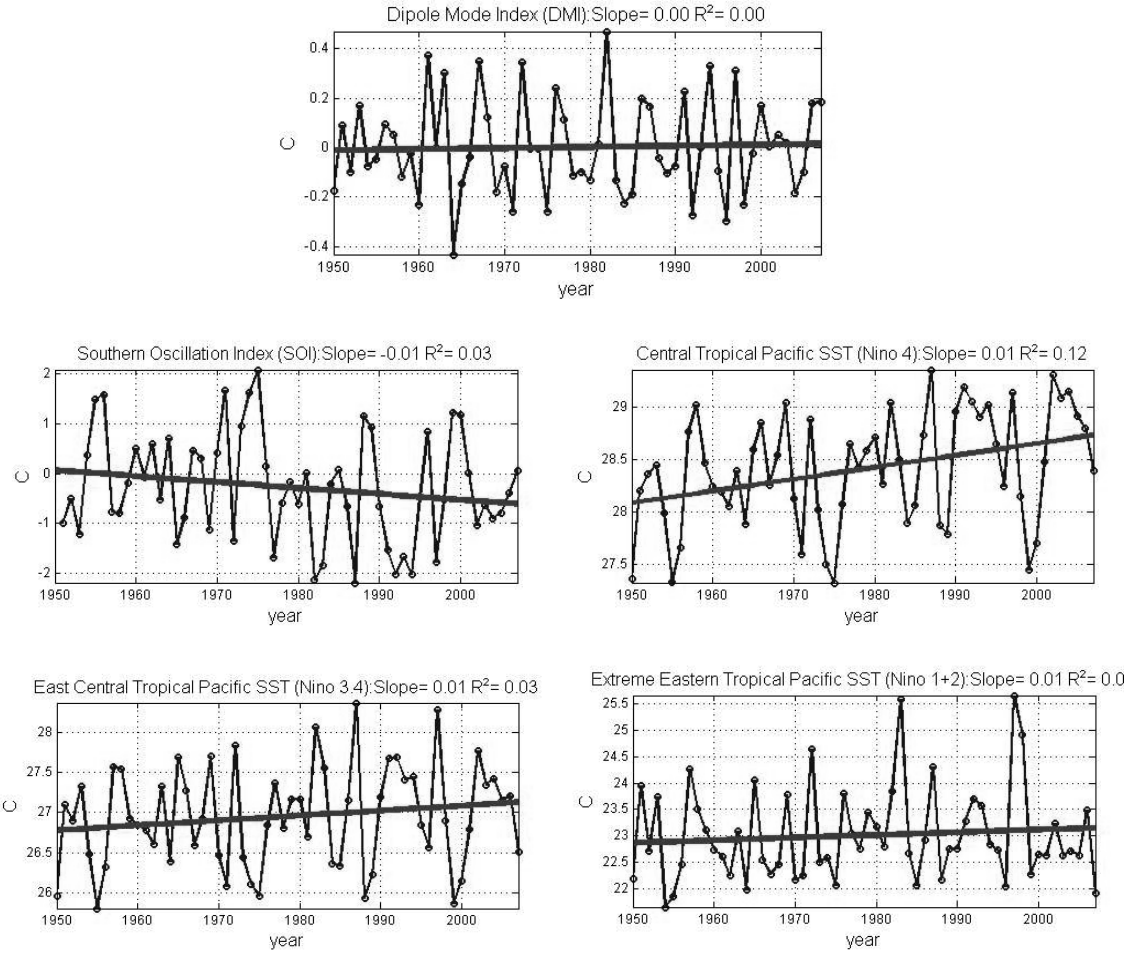
รูปที่ 6-1 ข้อมูลอนุกรมเวลาของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, และ Nino 1+2 รายเดือน ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และปริมาณน้ำฝนและสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาถึงลักษณะของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์อันได้แก่ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงเฉลี่ยรายปี ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของสภาพฤดูกาล และพฤติกรรมของคาบการเกิดซ้ำรูปแบบต่างๆ โดยใช้แนวทางในการศึกษาในบทที่ 5 ที่ใช้ศึกษาพฤติกรรมของตัวแปรน้ำฝนน้ำท่า และสภาพอากาศของประเทศไทย

6.1.1 พฤติกรรมด้านแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและลักษณะฤดูกาลของตัวแปรสมุทรศาสตร์

การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสมุทรศาสตร์รายปี สามารถทำได้โดยการวิเคราะห์สมการสหสัมพันธ์ของค่าเฉลี่ยรายปี และดูแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของตัวแปรเหล่านั้น พร้อมไปกับการวิเคราะห์หาความสอดคล้องของข้อมูลกับแนวโน้มการประมาณ ซึ่งหาได้จากค่า R^2 ของสมการการถดถอยเชิงเส้น (Coefficient of Determination) ค่า R^2 ที่ได้นี้จะแสดงร้อยละของข้อมูลที่สมการความถดถอยเชิงเส้นตรง สามารถแสดงได้ โดยค่า R^2 ที่ใกล้เคียง 1 แปลว่าข้อมูลมีการกระจายออกจากสมการเส้นตรงเพียงเล็กน้อย ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ได้จากสมการมีความน่าเชื่อถือมาก ในทางตรงกันข้าม ค่า R^2 ที่เข้าใกล้ 0 หมายความว่าข้อมูลมีการกระจายมากเกินกว่าที่จะแสดงได้ด้วยสมการเส้นตรง ทำให้ค่าแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่คำนวณได้ไม่น่าเชื่อถือ

ผลการประเมินแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแสดงในรูปที่ 6-2 โดยจะเห็นว่าค่าดัชนีที่แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ดัชนี Nino 4, Nino 3.4, และ Nino 1+2 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่ดัชนี SOI มีค่าลดลงเล็กน้อย และดัชนี DMI ในมหาสมุทรอินเดียมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม อย่างไรก็ดี แนวโน้มดังกล่าวมีค่าความน่าเชื่อถือค่อนข้างต่ำ กล่าวคือมีค่า R^2 สูงสุดเพียง 0.12 สำหรับตัวแปร Nino 4 และตัวแปรอื่นๆ ใกล้เคียง 0 ซึ่งหมายความว่า ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ด้วยสมการการถดถอยเชิงเส้นตรงมีการกระจายมากเกินไป ซึ่งอาจจะไม่เหมาะสมที่จะใช้สมการดังกล่าวในการประมาณพฤติกรรมและแนวโน้มการเปลี่ยนแปลง



รูปที่ 6-2 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 รายปี ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007

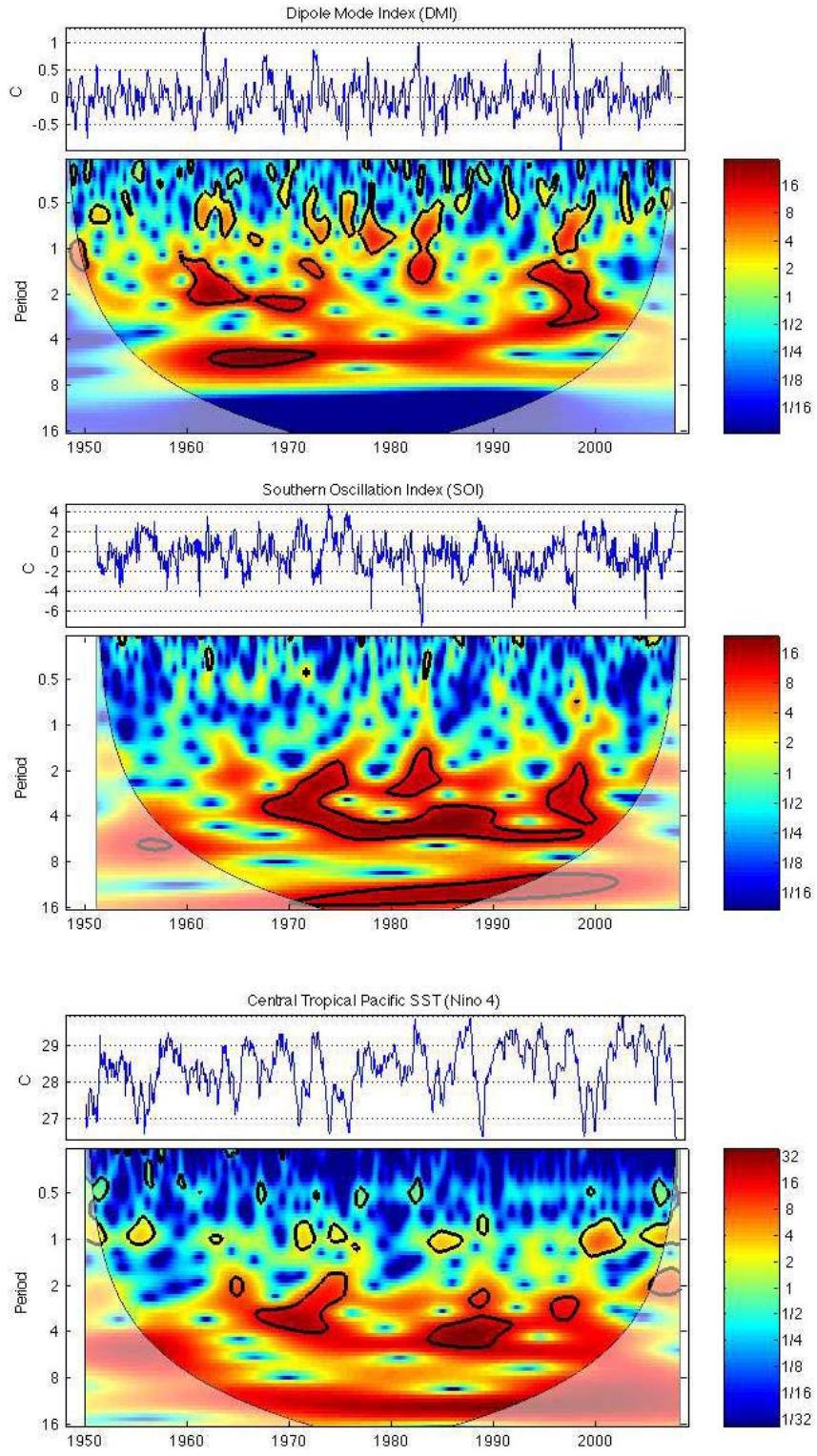
6.1.2 พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรสมุทรศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง

การวิเคราะห์คาบการเกิดซ้ำและการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมดังกล่าวในช่วงเวลาต่างๆ ของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ สามารถศึกษาได้จากการแปลงเวฟเล็ต เพื่อดูกำลังของคลื่นที่คาบการเกิดต่างๆ กัน โดยผลการวิเคราะห์เวฟเล็ตได้แสดงในรูปที่ 6-3 ซึ่งจะสังเกตเห็นลักษณะที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์รูปที่ 6-2 และ 6-4 กล่าวคือ ลักษณะด้านฤดูกาล หรือคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีของดัชนี DMI, SOI, และ Nino 4 มีลักษณะที่ไม่เด่นชัด ผิดกับพฤติกรรมของค่าดัชนี Nino 3.4 และ 1+2 ที่มีลักษณะทางฤดูกาลและการเกิดซ้ำที่ 1 ปีเด่นชัดมาก ซึ่งสังเกตได้จากแอมพลิจูดที่สูง (สีแดงเข้ม) ในคาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ตลอดช่วงเวลาตั้งแต่ ค.ศ. 1950 มาจนถึงปัจจุบัน

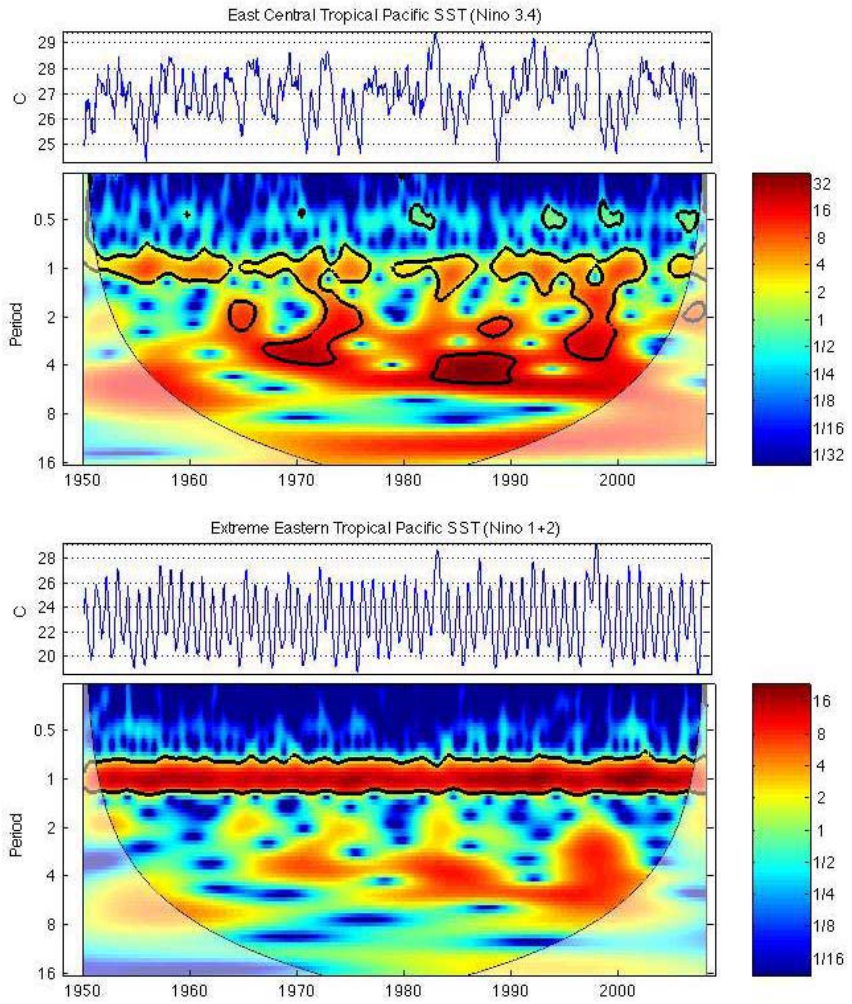
ลักษณะเด่นที่สำคัญที่พบโดยทั่วไปของค่าดัชนีเกือบทุกตัว ได้แก่ แอมพลิจูดที่สูง ในหลายคาบการเกิดซ้ำ ในช่วงประมาณปี ค.ศ. 1998 ซึ่งลักษณะดังกล่าวแสดงถึงการเกิดเหตุการณ์ที่รุนแรง (Extreme Events) ที่สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ่ครั้งที่รุนแรงมากในมหาสมุทรแปซิฟิก (ดังรายละเอียดที่ได้แสดงในหัวข้อที่ 4.3) โดยจะเห็นว่าลักษณะดังกล่าวมีผลกระทบไม่เพียงแต่ค่าดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ค่าดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 เท่านั้น เหตุการณ์ดังกล่าวยังส่งผลต่อค่าดัชนีในมหาสมุทรอินเดีย อันได้แก่ ดัชนี DMI หรือแม้แต่กับสภาพภูมิอากาศน้ำฝนและน้ำท่าของประเทศไทยเอง ที่ได้นำเสนอไปในบทที่ 5 ก็มีลักษณะเหตุการณ์รุนแรงดังกล่าวนี้ด้วย

คาบการเกิดซ้ำที่สำคัญของดัชนี DMI อยู่ที่คาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 2 ปี และ 6 ปี ในระหว่างปี ค.ศ. 1960 – 1970 พฤติกรรมดังกล่าว ค่อยๆมีการเปลี่ยนแปลงไป โดยหลังจากปี ค.ศ. 1970 คาบการเกิดซ้ำที่ 6 ปี ค่อยๆ เปลี่ยนเป็นไปเป็นคาบการเกิดซ้ำที่ประมาณ 4 ปี และมีแนวโน้มจะลดลงเรื่อยๆ นอกจากนี้ยังพบว่ามีเหตุการณ์ที่รุนแรงเกิดขึ้นเป็นช่วงๆ ดังเห็นได้จากกำลังของเวฟเล็ตที่ครอบคลุมหลายคาบการเกิดในช่วงเวลาสั้นๆ ซึ่งหลายครั้งมีความสอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ่ในมหาสมุทรแปซิฟิกอีกด้วย

พฤติกรรมด้านคาบการเกิดซ้ำของค่าดัชนีในมหาสมุทรแปซิฟิกทั้งสี่ อันได้แก่ ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 แม้จะมีลักษณะที่ต่างกัน แต่มีคาบการเกิดซ้ำที่สำคัญคล้ายๆ กัน โดยจะพบว่ามีกำลังของเวฟเล็ตที่สูงที่บริเวณคาบการเกิดซ้ำประมาณ 2 ปี ณ ปี ค.ศ. 1966 และเลื่อนมาอยู่ที่คาบการเกิดที่ประมาณ 4 ปีตั้งแต่ประมาณปี ค.ศ. 1975 และค่อยๆ เพิ่มขึ้นเล็กน้อยมาอยู่ที่ประมาณคาบการเกิดซ้ำที่ 5 ปีในช่วงสองทศวรรษที่ผ่านมา นอกจากนี้ยังพบว่ามีลักษณะกำลังของเวฟเล็ตที่แรงขึ้นในช่วงเวลาสั้นๆ ที่ครอบคลุมหลายคาบการเกิด ซึ่งแสดงถึงเหตุการณ์รุนแรงที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ ลักษณะของเหตุการณ์รุนแรงเหล่านี้สอดคล้องกับการเกิดปรากฏการณ์เอลนีโญ่และลานีญ่าที่สำคัญๆ เช่น ที่ปี ค.ศ. 1973, 1983, 1988 และ 1998 เป็นต้น



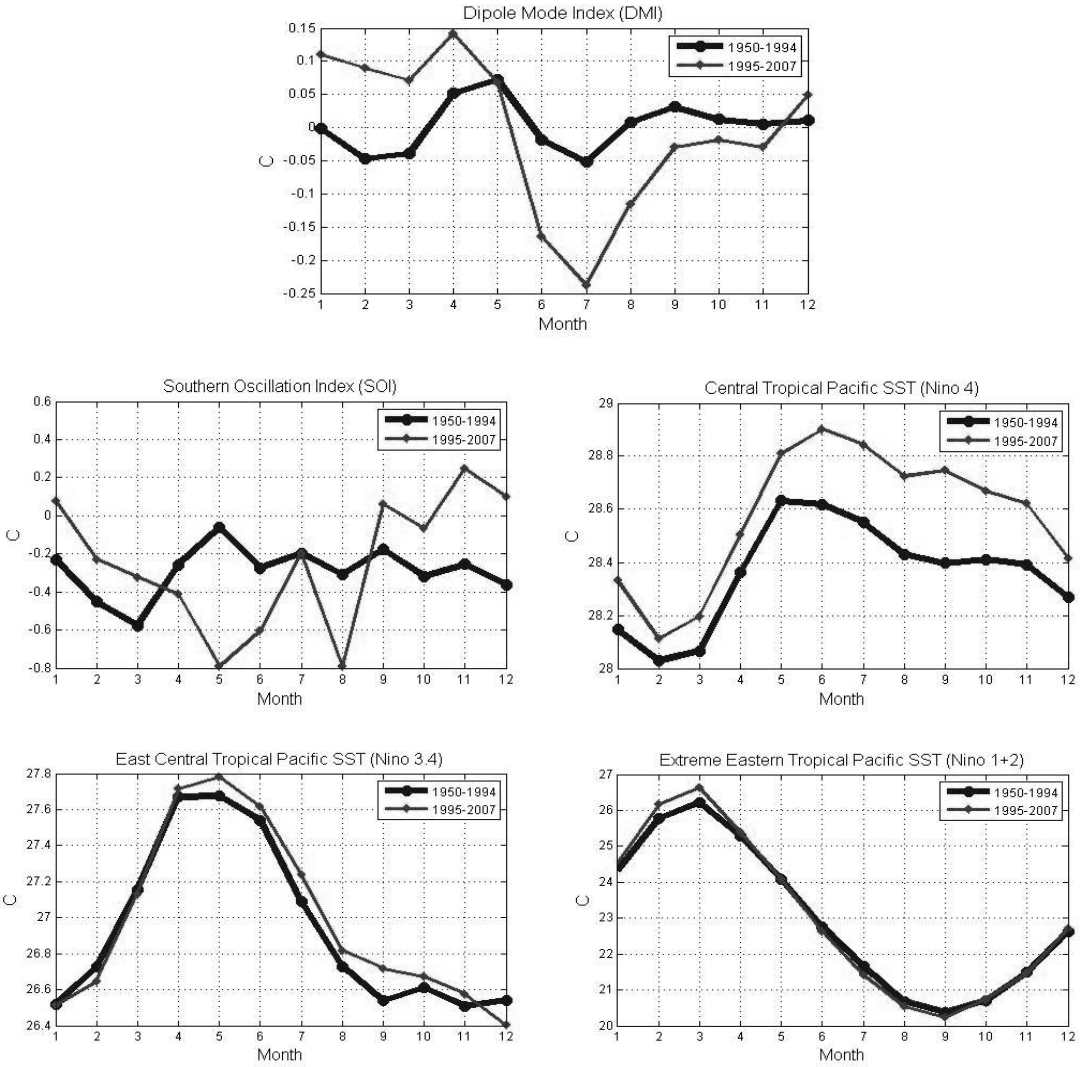
รูปที่ 6-3 ผลการแปลงเวฟเล็ตของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, และ Nino 4 ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007



รูปที่ 6-3 ผลการแปลงเวฟเล็ตของดัชนีสมุทรศาสตร์ Nino 3.4, และ Nino 1+2 ระหว่างปี ค.ศ. 1950 – 2007 (ต่อ)

6.1.3 พฤติกรรมด้านลักษณะค่าเฉลี่ยรายเดือนของตัวแปรสมุทรศาสตร์

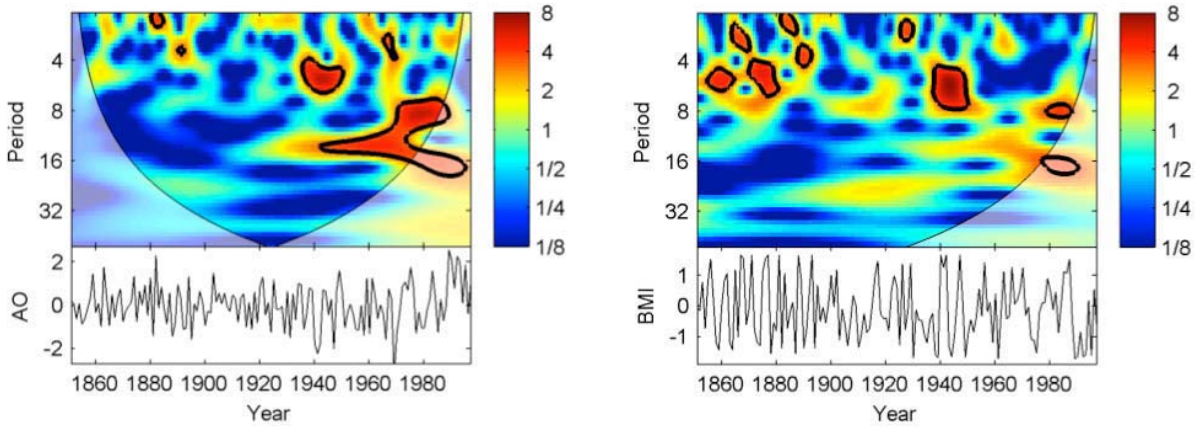
หากพิจารณาคาบการเกิดซ้ำดังรูปที่ 6-3 จะเห็นว่าดัชนี DMI, SOI, และ Nino 4 ไม่มีลักษณะของฤดูกาลหรือการเกิดซ้ำที่ 1 ปีชัดเจน ซึ่งลักษณะดังกล่าวน่าจะเป็นเหตุให้ค่าเฉลี่ยในแต่ละเดือนเมื่อในอดีตและปัจจุบันมีความแตกต่างกันมาก สำหรับดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 มีลักษณะของฤดูกาลหรือการเกิดซ้ำรายปีที่ชัดเจน และเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายเดือนจะพบว่าค่าในอดีตและค่าในปัจจุบันไม่แตกต่างกันมากนัก การวิเคราะห์ความชัดเจนของการเกิดซ้ำนี้ สามารถใช้การวิเคราะห์เวฟเล็ต เพื่อหาลักษณะการเกิดซ้ำที่สำคัญได้อย่างถูกต้องและชัดเจนมากยิ่งขึ้น สำหรับลักษณะด้านฤดูกาลของตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ได้แสดงไว้ในรูปที่ 6-4



รูปที่ 6-3 ลักษณะฤดูกาลที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ของดัชนีสมุทรศาสตร์ DMI, SOI, Nino 4, Nino 3.4, Nino 1+2 เปรียบเทียบระหว่างค่าในอดีต (ค.ศ. 1950 – 1994) และค่าในทศวรรษปัจจุบัน (1995-2007)

6.2 แนวทางการศึกษาความสัมพันธ์ขอบคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลื่อมล้ำด้วยครอสเวฟเล็ต

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลอนุกรมเวลาสองตัวนั้น นอกจากจะใช้การเปรียบเทียบข้อมูลในมิติของเวลาอย่างที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน หรือการเปรียบเทียบแอมพลิจูดเวฟเล็ตในมิติของความถี่ที่ได้นำเสนอไปในบทที่แล้วนั้น ยังสามารถใช้เทคนิคในมิติของความถี่ที่เรียกว่าครอสเวฟเล็ตในการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของคาบการเกิดซ้ำที่เหมือนกัน รวมไปถึงสามารถวิเคราะห์หาช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำของข้อมูลทั้งสอง ในแต่ละคาบการเกิดได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์ในมิติของความถี่ เช่นการวิเคราะห์เวฟเล็ต และครอสเวฟเล็ตมีสมมุติฐานว่า คลื่นใดๆ ประกอบขึ้นจากคลื่นไซน์ที่ความถี่หรือคาบการเกิดต่างๆกัน ดังนั้นหากเราทราบความถี่ที่สำคัญ และทราบช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิดเหล่านั้นได้ น่าจะสามารถประเมินค่าเพื่อพยากรณ์ลักษณะตัวแปรหนึ่งจากอีกตัวแปรได้ด้วย



รูปที่ 6-5 ผลการแปลงเวฟเล็ตของการแกว่งของอุณหภูมิในมหาสมุทรอาร์คติก, AO (ซ้าย) และระยะไกลที่สุดที่น้ำแข็งยื่นออกไปในทะเลเบลติก, BMI (ขวา) (ที่มา: Grinsted และคณะ, 2004)

รูปที่ 6-5 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์เวฟเล็ต ของตัวแปรการแกว่งของอุณหภูมิในมหาสมุทรอาร์คติก (AO, Arctic Oscillation) และระยะไกลที่สุดที่น้ำแข็งยื่นออกไปในทะเลเบลติก (ขวา) (BMI, Baltic Sea Maximum Annual Ice Extent) จากการศึกษาของ Grinsted และคณะ (2004) ซึ่งหากพิจารณาโดยละเอียดจะสังเกตเห็นลักษณะที่สอดคล้องกันระหว่างตัวแปรทั้งสอง

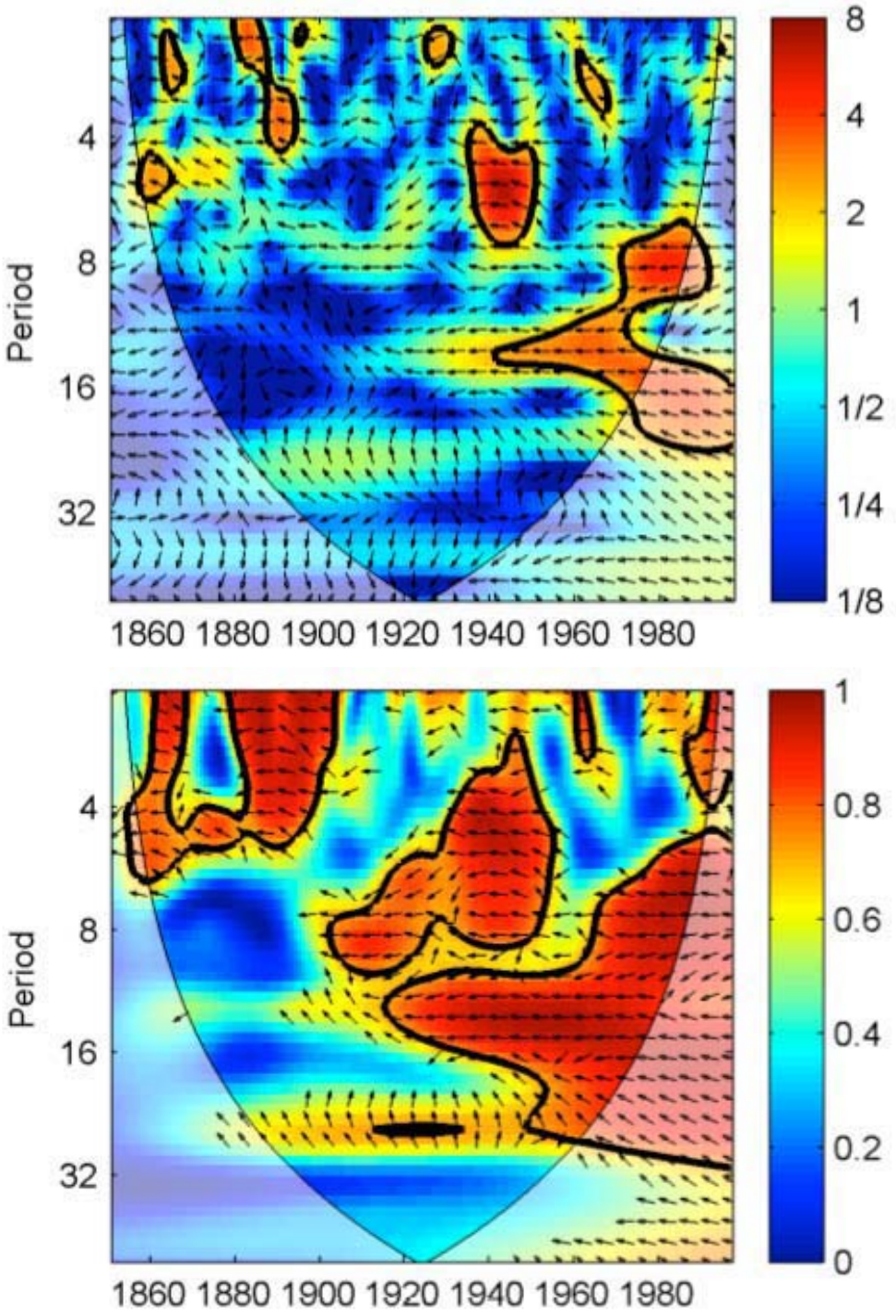
การเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสองนี้สามารถทำได้ง่ายกว่าเมื่อพิจารณาค่าผลการแปลงครอสเวฟเล็ตดังรูปที่ 6-6 (บน) ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตนี้จะให้แอมพลิจูดร่วม (Cross-Wavelet Amplitude) ที่สูงในพื้นที่ที่มีคาบการเกิดซ้ำที่มีความสำคัญสูงเหมือนกัน ณ เวลาเดียวกัน นอกจากการแปลงครอสเวฟเล็ตจะให้แอมพลิจูดร่วมที่ง่ายต่อการพิจารณาความสัมพันธ์แล้ว ยังสามารถแสดงองศาที่เหลื่อมล้ำกัน (Phase Lag) ระหว่างคลื่นไซน์ที่คาบการเกิดค่างๆ ที่ประกอบกันเป็นตัวแปรทั้งสองได้อีกด้วย โดยองศาที่เหลื่อมล้ำกันนี้สามารถนำไปคำนวณเป็นค่าช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำกันได้ โดยการคูณด้วยคาบการเกิดซ้ำที่พิจารณา

การแสดงองศาที่เหลื่อมล้ำกันนั้นจะใช้ลูกศร โดยหากลูกศรมีทิศทางไปทางขวา แสดงว่าคลื่นไซน์ที่ความถี่นั้นๆ มีองศาที่เหมือนกัน (In-Phase) ลูกศรชี้ลงแปลว่าคลื่นของตัวแปรที่ 1 (ขึ้นอยู่กับลำดับการวิเคราะห์ในการแปลงครอสเวฟเล็ต ซึ่งในการศึกษานี้คือตัวแปร AO) นำคลื่นของตัวแปรที่ 2 อยู่ 90 องศา (X Leads Y by 90^{o}) หากลูกศรชี้ไปทางซ้ายแปรว่าคลื่นทั้งสองมีองศาต่างกัน 180 องศา (Anti-Phase) และสุดท้ายหากลูกศรชี้ขึ้นแสดงว่าคลื่นตัวแปรที่ 1 ตามตัวแปรที่ 2 อยู่ 90 องศา (X Lags Y by 90^{o})

อนึ่งเนื่องจากช่วงเวลาเหลื่อมล้ำนี้เป็นของคลื่นไซน์ที่คาบการเกิดซ้ำ T ใดๆ ซึ่งเป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของตัวแปรที่เราสนใจ และเนื่องจากฟังก์ชั่นไซน์ที่เวลา t มีค่าเท่ากับค่าที่เวลา t+iT เมื่อ T คือคาบของคลื่นและ i คือเลขจำนวนเต็มใดๆ ดังนั้นเวลาเหลื่อมล้ำจึงมีได้หลายค่า เช่น หากพิจารณาที่คาบการเกิด 1 ปี คลื่น X นำ Y อยู่ 3 เดือน จะมีความหมายเหมือนกับ X นำ Y อยู่ 3+12 หรือ 3+24 เดือนก็ได้ ในขณะเดียวกันอาจบอกได้เช่นกันว่า Y นำ X อยู่ 12-3 หรือ 9 เดือนก็ไม่ผิด

นอกจากการเปรียบเทียบด้วยผลการแปลงครอสเวฟเล็ตแล้ว เราสามารถคำนวณหาค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ตได้ (Wavelet Coherency) ดังแสดงในรูปที่ 6-6 (ล่าง) ความสอดคล้องของเวฟเล็ตนี้จะมีลักษณะคล้ายกำลังร่วมของการแปลงเวฟเล็ต แต่จะมีกำลังร่วมที่สูงกว่า เนื่องจากความสอดคล้องของเวฟเล็ตพิจารณาความเสมือนของการแปลงเวฟเล็ตของทั้งสองตัวแปรที่มีความสอดคล้องกัน โดยไม่เน้นว่ากำลังของการแปลงเวฟเล็ตแต่ละตัวแปรในบริเวณที่ร่วมกันดังกล่าวต้องมีค่าสูงด้วย ซึ่งไม่เหมือนกับผลการแปลงครอสเวฟเล็ต (รูปที่ 6-5 บน) ที่สนใจเฉพาะตำแหน่งที่ผลการแปลงเวฟเล็ตแต่ละตัวแปรมีแอมพลิจูดสูงเท่านั้น อย่างไรก็ดีลักษณะของผลการแปลงทั้งคู่จะมีลักษณะที่สอดคล้องกันและสามารถคำนวณหาค่าช่วงเวลาการเหลื่อมล้ำได้เช่นเดียวกัน โดยสำหรับ

ในการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของคาบการเกิดซ้ำและช่วงเวลาเหลื่อมล้ำนี้จะพิจารณาที่ค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ต (Wavelet Coherence) เป็นหลักและจะใช้คำว่าค่าการแปลงครอสเวฟเล็ตแทนเพื่อความสะดวก



รูปที่ 6-6 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ต (Cross-Wavelet Transform) ของตัวแปร AO และ BMI (บน) และค่าความสอดคล้องของเวฟเล็ต (Wavelet Coherence) (ล่าง) (ที่มา: Grinsted และคณะ, 2004)

6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสมุทรศาสตร์และสภาพอากาศของประเทศไทย

ข้อมูลสภาพอากาศของประเทศไทยที่ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ร่วมกับตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์ ประกอบไปด้วยข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือน และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือน จากสถานีตรวจวัดที่กระจายอยู่ใน 25 ลุ่มน้ำของประเทศไทย ค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำ และค่าเฉลี่ยของประเทศไทย โดยในการศึกษานี้วิเคราะห์ครอสเวฟเล็ตระหว่างข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์จำนวน 5 ดัชนี และข้อมูลสภาพอากาศต่างๆ เนื่องจากผลการวิเคราะห์จะประกอบไปด้วยรูปผลการแปลงครอสเวฟเล็ตในรูปแบบของกำลังร่วมและองศาความเหลื่อมล้ำจำนวนมาก ซึ่งเป็นการไม่สะดวกที่จะนำมาเสนอทั้งหมด ดังนั้นจึงได้คัดเลือกแสดงเฉพาะความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์และค่าเฉลี่ยของสภาพภูมิอากาศของประเทศเป็นหลัก (สำหรับผลการแปลงของข้อมูลคู่อื่นๆ สามารถดูได้จาก CD-ROM)

รูปที่ 6-7, 6-9 และ 6-11 แสดงผลการแปลงครอสเวฟเล็ตระหว่างตัวแปรดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิเฉลี่ย อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย และอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทย ตามลำดับ จากรูปจะเห็นได้ว่าสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมีความสัมพันธ์กับดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรแปซิฟิก อันได้แก่ ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มากกว่าดัชนีสมุทรศาสตร์ในมหาสมุทรอินเดีย อันได้แก่ ดัชนี DMI อย่างไรก็ดีจะพบลักษณะเด่นที่ใกล้เคียงกัน คือการเกิดสภาพที่รุนแรง (Extreme Event) ในช่วงปี ค.ศ. 1998 ซึ่งมีความสอดคล้องกับปรากฏการณ์เอลนีโญ่ครั้งรุนแรงที่ได้กล่าวไปแล้ว

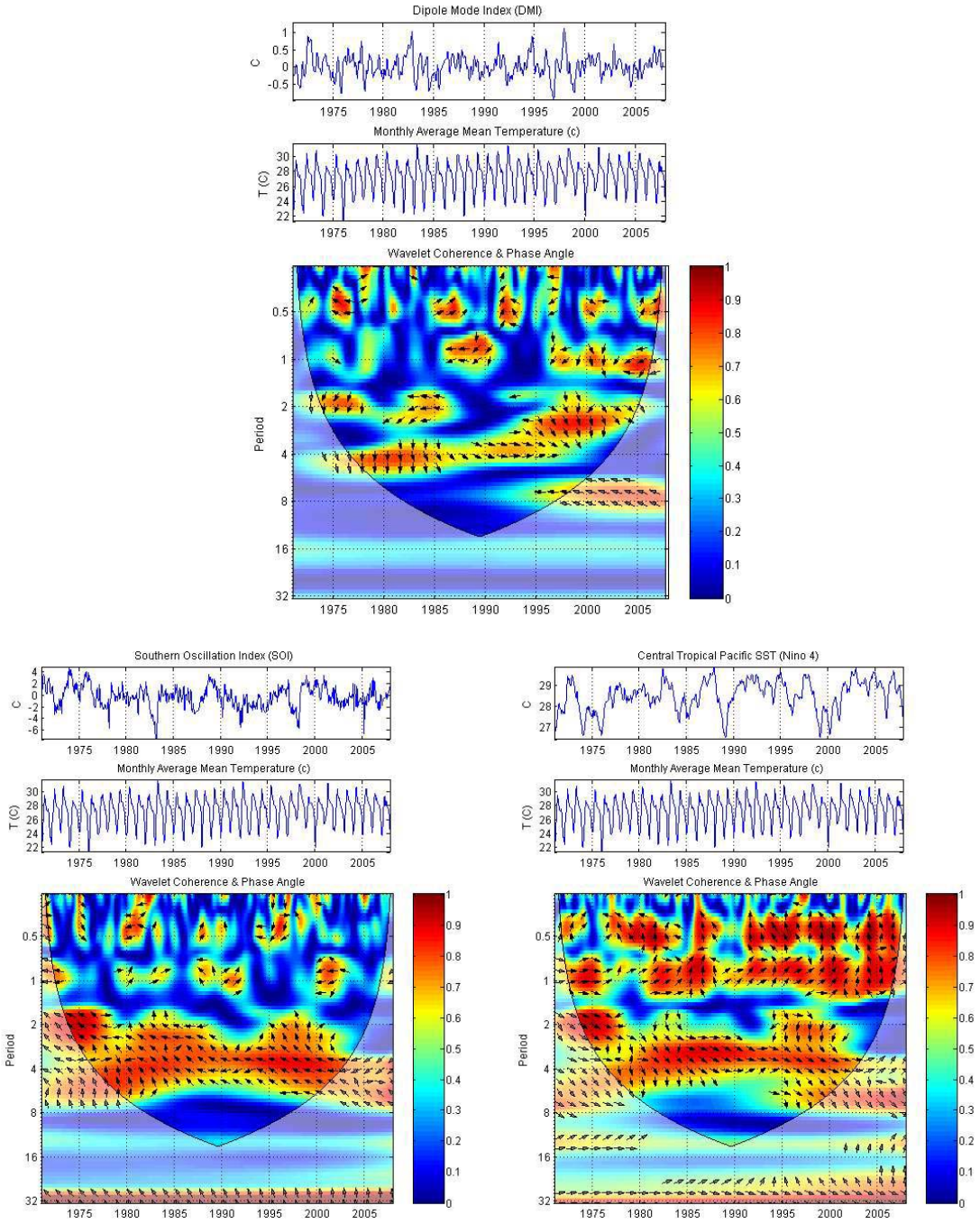
เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของแต่ละค่าดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศไทย พบว่า ดัชนี DMI ไม่มีความสัมพันธ์ที่มีนัยสำคัญมากนักกับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย ในทางตรงกันข้าม ดัชนี SOI, Nino 4, Nino 3.4 และ Nino 1+2 มีความสัมพันธ์กับสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยมาก โดยเฉพาะคาบการเกิดซ้ำที่ 4 ปี โดยมีความเหลื่อมล้ำกันประมาณ 2.5 ปี สำหรับดัชนี SOI และ 6 เดือน สำหรับดัชนี Nino 4 และ Nino 3.4 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีคาบการเกิดซ้ำร่วมที่ 1 ปี ที่มีค่าการเหลื่อมล้ำประมาณ 1 เดือนสำหรับดัชนี Nino 3.4 และประมาณ 3 เดือนสำหรับดัชนี Nino 1+2

สำหรับการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของคาบการเกิดซ้ำที่ 1 ปีระหว่างดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2กับอุณหภูมิเฉลี่ย แสดงในรูปที่ 6-8 ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่มีลักษณะสอดคล้องกับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยของประเทศ มีเพียงแต่ภาคใต้ฝั่งตะวันตก ที่ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำต่ำกว่าพื้นที่อื่นๆ ของ

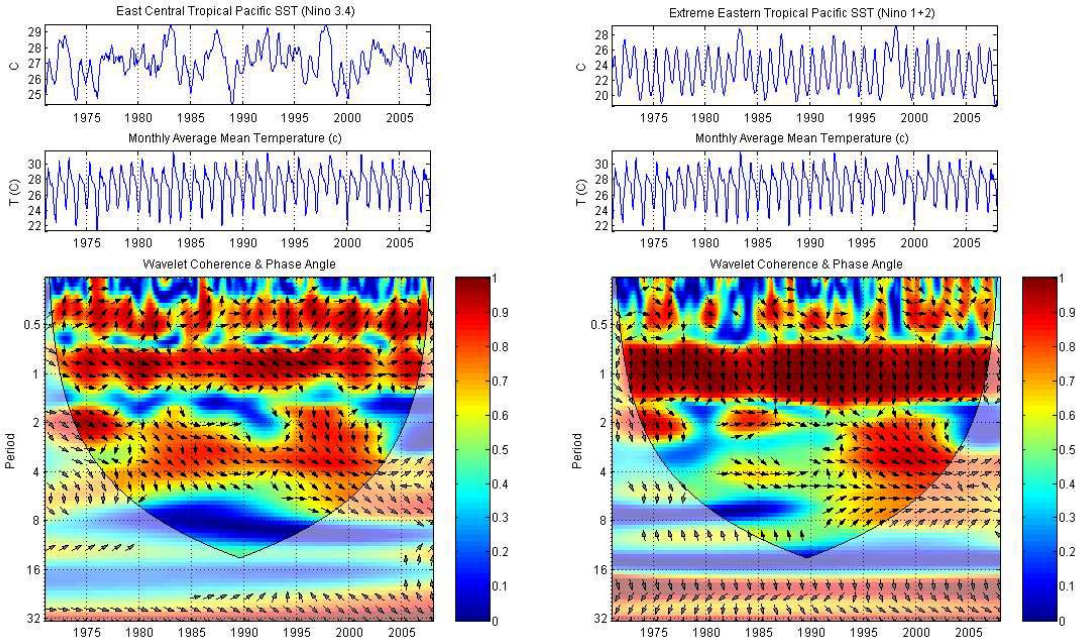
ประเทศไทยประมาณ 1-2 เดือน นอกจากนี้ยังจะเห็นว่าช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่ได้จากข้อมูลที่สถานีวัดและจากค่าเฉลี่ยรายลุ่มน้ำมีความสอดคล้องกันสูง

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และช่วงเวลาเหลื่อมล้ำระหว่างข้อมูลดัชนีสมุทรศาสตร์กับต่ำสุดเฉลี่ยของประเทศไทย รูปที่ 6-11 รวมทั้งการกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ในรูปที่ 6-12 มีลักษณะที่ใกล้เคียงและมีช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่คล้ายกับความสัมพันธ์ของอุณหภูมิเฉลี่ย ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีสมุทรศาสตร์กับอุณหภูมิสูงสุดของประเทศไทยแม้จะมีลักษณะของผลการแปลงครอสเวฟเล็ตที่ใกล้เคียงกับอุณหภูมิเฉลี่ยเช่นกัน แต่ค่าความเหลื่อมล้ำของข้อมูลมีระยะเวลาที่สั้นกว่าประมาณ 1-2 เดือน ดังแสดงในรูปที่ 6-9 นอกจากนี้การกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของอุณหภูมิสูงสุด (ในรูปที่ 6-10) ยังมีลักษณะที่ไม่เหมือนอุณหภูมิเฉลี่ยและอุณหภูมิต่ำสุดอีกด้วย กล่าวคือพื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศจะมีการกระจายที่คล้ายกัน ยกเว้นเพียงภาคใต้ฝั่งตะวันออก ที่มีความเหลื่อมล้ำที่นานกว่าปกติประมาณ 2 เดือนที่คาบการเกิด 1 ปีนี้

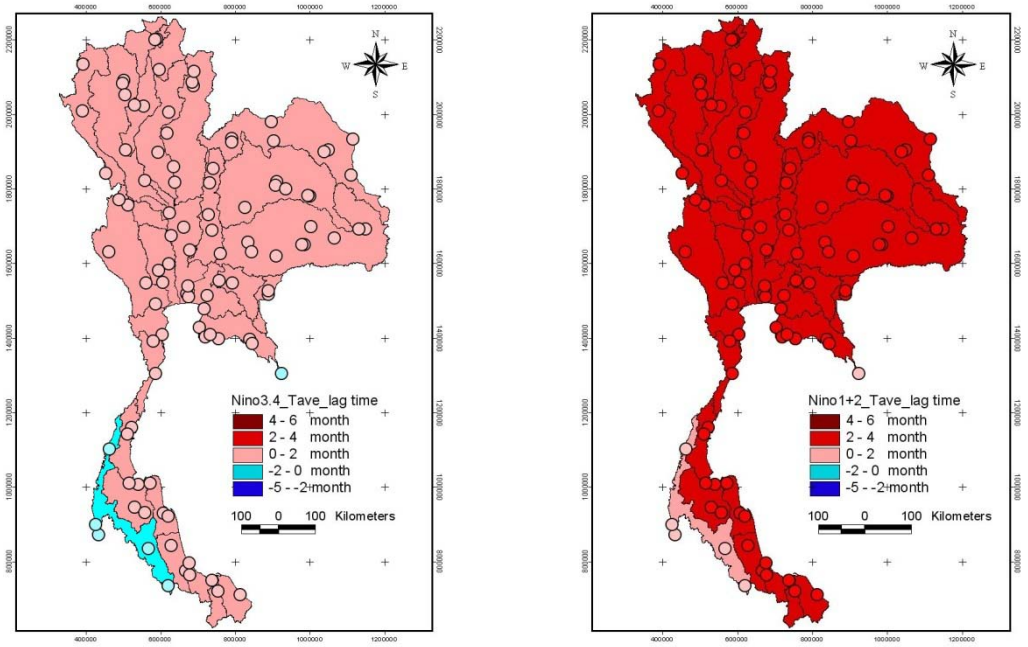
อนึ่งคาบการเกิดซ้ำนี้อาจหมายความว่าค่าดัชนีนำหน้าค่าสภาพอากาศอยู่ 3 เดือน หรือ 15 เดือนหรือยาวกว่านั้นก็ได้เนื่องจากว่า ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำนี้เป็นช่วงเวลาเหลื่อมล้ำของเฉพาะคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปี ที่จะมีลักษณะเหมือนเดิมทุกๆ คาบการเกิดซ้ำ และคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำ 1 ปีนี้เป็นเพียงส่วนประกอบหนึ่งของตัวแปร เพราะยังมีคลื่นที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆอีกด้วย แต่อาจมีความสำคัญลดหลั่นกันลงไป ดังนั้นการวิเคราะห์ช่วงเวลาเหลื่อมล้ำ จึงควรที่จะพิจารณาที่คาบการเกิดซ้ำอื่นๆที่มีนัยสำคัญด้วย ซึ่งจะได้พิจารณาศึกษาต่อไป



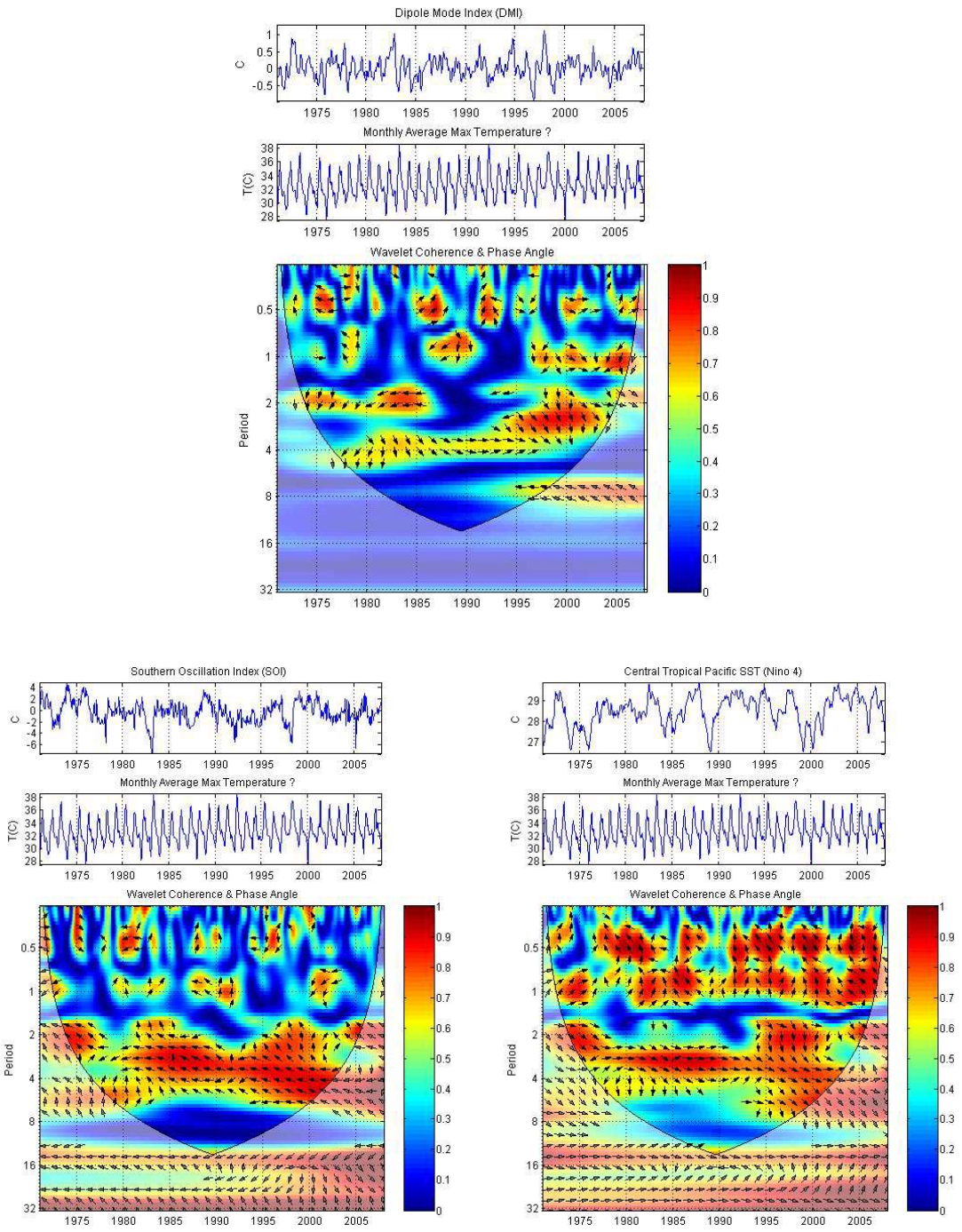
รูปที่ 6-7 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย



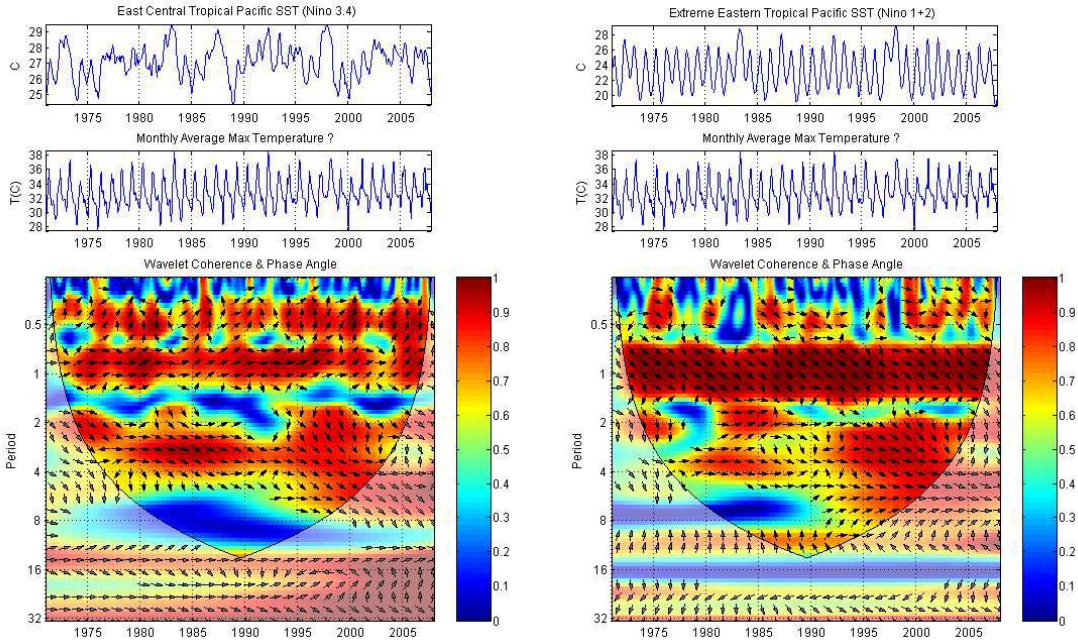
รูปที่ 6-7 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



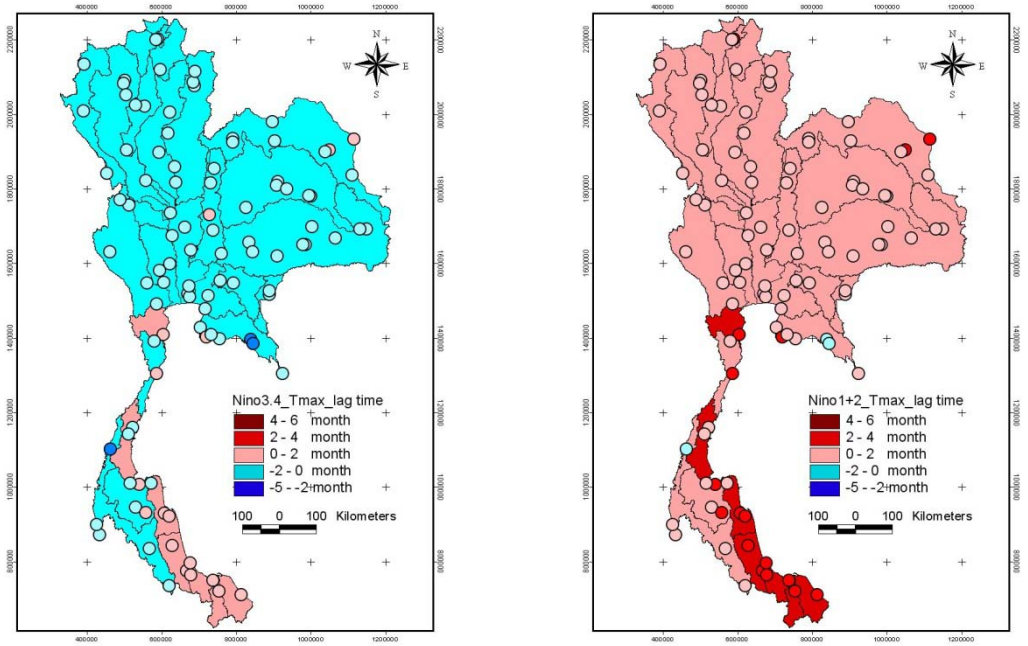
รูปที่ 6-8 การกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี



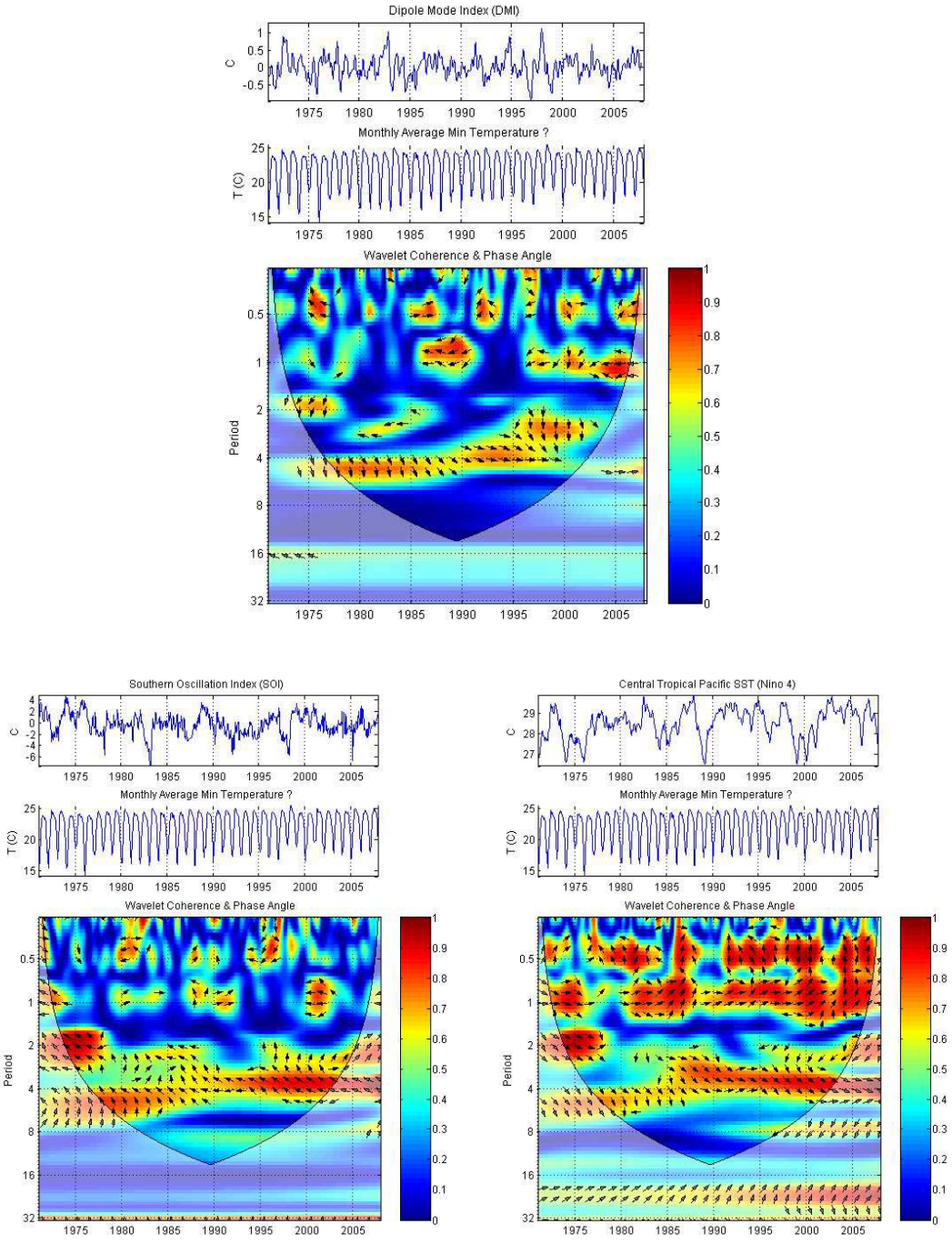
รูปที่ 6-9 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย



รูปที่ 6-9 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี Nino 3.4 และ Nino 1+2 กับข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย (ต่อ)



รูปที่ 6-10 การกระจายของช่วงเวลาเหลื่อมล้ำที่ตัวแปรดัชนี Nino 3.4 (ซ้าย) และ Nino 1+2 (ขวา) นำข้อมูลอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทยอยู่ ที่คาบการเกิดหลัก 1 ปี



รูปที่ 6-11 ผลการแปลงครอสเวฟเล็ตของดัชนี DMI, SOI และ Nino 4 กับข้อมูลอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ยรายเดือนของประเทศไทย