# รายงานวิจัย (ฉบับสมบูรณ์)
# แผ่นดินไหวในประเทศไทย และพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

โดย

ปัญญา จารุศิริ
สุวิทย์ โคสุวรรณ
วิโรจน์ ดาวฤกษ์
บุรินทร์ เวชบันเทิง
สุทธิพันธ์ ขุทรานนท์

เสนอต่อ
สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)

กุมภาพันธ์ 2543

# กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับเงินทุนสนับสนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) หมายเลข RSA 398006 และขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ โดยเฉพาะกองสำรวจทรัพยากรธรรมชาติด้วยดาวเทียม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ภาพจากดาวเทียมทั้งที่เป็น LANDSAT และ SPOT

ขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร. Isao Takashima จากมหาวิทยาลัย Akita ประเทศญี่ปุ่นที่ให้ความอนุเคราะห์และให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเครื่องมือ Thermoluminecence และภาพจากดาวเทียม JERS ขอขอบพระคุณ คุณกฤษณ์ วันอินทร์ ที่ได้เป็นกำลังสำคัญที่ช่วยเหลือในการออกสนาม คัดเลือกแผนที่ แปลภาพจากดาวเทียม ตลอดจนช่วยวัดและคำนวนอายุรอยเลื่อน ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทิวา ศุภจรรยา เป็นอย่างสูงในการให้คำปรึกษาด้านภาพถ่ายทางอากาศและภาพจากดาวเทียม ขอขอบพระคุณศาตราจารย์ Xu Xiaosong (ซู เซียว ซอง) จากสถาบันธรณีวิทยาและทรัพยากรธรณีของมณฑลยูนาน ประเทศจีน ท้าวมโนมัย วิไลหงษ์ อธิบดีกรมบ่อแร่ ประเทศลาว Dr.Tran Van Tri รองอธิบดีกรมทรัพยากรธรณี ประเทศเวียดนาม Sr.Phan Trong Trinh สถาบันธรณีศาสตร์ National Centre for Sciences and Technology ประเทศเวียดนาม U Soe Yunt นักธรณีวิทยา Ministry of Ceramic Industry ประเทศพม่า และ Dr. R.H. Findley หัวหน้าโครงการ IGCP 383 Geological Survey of Papua New Gueni บุคคลเหล่านี้เป็นผู้ให้ข้อมูลเรื่องแผ่นดินไหว

ขอบพระคุณอภิชาติ ลำจวน และ คุณชัยยันต์ หินทอง กองธรณีวิทยา กรมทรัพยากรธรณีที่ให้ความกระจ่างเกี่ยวกับรอยเลื่อนมีพลัง ขอบพระคุณภาควิชาธรณีวิทยาจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยที่อำนวยความสะดวกในเรื่องสถานที่และเครื่องมือ ตลอดจนคอมพิวเตอร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ขอบพระคุณ คุณอารีพร จารุศิริ , คุณวิยดา ละมุล และคุณวัฒนา ตูตีจีน ที่ช่วยในเรื่องการเตรียมเอกสารและวาดรูป ขอบพระคุณ คุณบุญศิริ จารุศิริ ที่อ่านและวิจารณ์ต้นฉบับงานวิจัย ช่วยจัดรูปแบบและรูปเล่มของรายงานฉบับสมบูรณ์

สุดท้ายคณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ร่วมทุกข์ร่วมสุขในชีวิตครอบครัวของคณะผู้วิจัย ที่อุทิศทั้งกำลังกายและกำลังใจ ตลอดจนมีส่วนช่วยผลักดันให้คณะผู้วิจัยประสบผลสำเร็จด้วยดีเสมอมา

## บทคัดย่อ

หลักฐานทางประวัติศาสตร์ และเครื่องบันทึกแผ่นดินไหว ทำให้ทราบว่า ประเทศไทยและผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เคยประสบแผ่นดินไหวใหญ่น้อยหลายครั้งมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงทำให้เกิดความจำเป็นในการศึกษาวิจัย เกี่ยวกับแผ่นดินไหวขึ้น

การศึกษาวิจัยนี้มุ่งเน้นถึงสาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหวโดยอาศัยข้อมูลด้านโทรสัมผัส ข้อมูลจากภาคสนาม และข้อมูลจากการหาอายุหิน และตะกอนที่ได้จากรอยเลื่อน โดยวิธีเรืองแสงความร้อน โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อศึกษาธรณีแปรสัณฐานของประเทศไทย และข้างเคียง เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินไหวกับธรณีโครงสร้าง และเพื่อตรวจสอบว่าโครงสร้างลักษณะใดมีความโน้มเอียงที่จะเกิดแผ่นดินไหว

จากการศึกษาพบว่าสำหรับประเทศไทยและข้างเคียง แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นมักมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับรอยเลื่อน "มีพลัง" เท่านั้น ความจริงรอยเลื่อนในประเทศไทยและข้างเคียงมีอยู่มากมาย ทั้งที่มีพลังและที่หมดพลัง แต่ข้อมูลทางธรณีวิทยาบ่งชัดว่ารอยเลื่อนบางแนวเท่านั้นที่เป็นรอยเลื่อนที่ "มีพลัง" และยังทราบด้วยว่ามีลักษณะการวางตัวแบบใด ผ่านลักษณะภูมิประเทศใดบ้าง มีประวัติการเลื่อนตัวมาแล้วกี่ครั้ง มีการเลื่อนตัวลักษณะใด ทำให้เกิดแผ่นดินไหวในอดีตขนาดใหญ่หรือเล็กเพียงใด และมีบางรอยเลื่อนที่ยังไม่มีประวัติการเลื่อนตัวในอดีตในช่วงประวัติศาสตร์จนถึงปัจจุบัน แต่ได้เคยเกิดมาในสมัยก่อนประวัติศาสตร์ ซึ่งสามารถพิสูจน์ได้โดยการหาอายุการเลื่อนตัวครั้งสุดท้ายของรอยเลื่อนนั้น

ในการศึกษานี้ใช้รอยเลื่อนที่แม่จัน (จ.เชียงราย) และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (จ.กาญจนบุรี) เป็นกรณีศึกษา จนทำให้จัดแบ่งรอยเลื่อนทั้งสองดังกล่าวออกเป็น 5 สาขาทั้งสองรอยเลื่อน และทราบประวัติและวิวัฒนาการการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนทั้งสอง โดยเฉพาะจากการศึกษาธรณีวิทยาและธรณีกาลวิทยาอย่างละเอียด พบว่ารอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ได้เคยเกิดการเลื่อนตัวทั้งหมด 5 ครั้งในช่วง เวลาประมาณ 1 ล้านปีจนถึง 2 หมื่นปี และรอยเลื่อนสาขาแม่จัน (สาขาหนึ่งของรอยเลื่อนแม่จัน) พบว่าได้เคยมีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในอดีตจำนวน 5 ครั้ง นับตั้งแต่ประมาณ 940,000 ปี จนถึง 1,600 ปี ซึ่งการเลื่อนตัวดังกล่าวทั้งหมดก่อให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ในอดีตเทียบได้มากกว่า 7 ริคเตอร์

จากการศึกษาข้อมูลด้านธรณีสัณฐานวิทยา ธรณีกาลเวลา ผนวกกับข้อมูลแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนต่างๆ ในพื้นที่แถบอื่นของประเทศ สามารถจำแนกประเภทรอยเลื่อนมีพลัง (จริงๆ) รอยเลื่อนศักย์มีพลังและรอยเลื่อนที่น่ามีพลัง ซึ่งจากการตรวจโดยรอบอย่างละเอียดพบว่า มีรอยเลื่อนมีพลังทั้งหมด 15 รอย ได้แก่ 1) รอยเลื่อนแม่จัน 2) รอยเลื่อนแม่ทาน 3) รอยเลื่อนเถิน-ลอง-แพร่ 4) รอยเลื่อนน้ำปัด 5) รอยเลื่อนปัว 6) รอยเลื่อนพะเยา 7) รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน 8) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ 9) รอยเลื่อนปิง 10) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ 11) รอยเลื่อนระนอง 12) รอยเลื่อนคลองมะรุ่ย-คลองท่อม 13) รอยเลื่อนโคกโพธิ์-สะบ้าย้อย-ยะลา-เบตง 14) รอยเลื่อนเลย-เพชรบูรณ์ 15) รอยเลื่อน

ระยอง-แกลง แม้ว่ารอยเลื่อนที่ใกล้กับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมากที่สุด (14 และ 15) จัดว่ามีลำดับขั้นต่ำสุด (เป็นรอยเลื่อนชนิดน่ามีพลัง) สำหรับนอกประเทศไทยในแถบผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ มีกลุ่มรอยเลื่อนที่สำคัญอีก 4 กลุ่ม ได้แก่ 1) กลุ่มรอยเลื่อนอินโด-พม่า 2) กลุ่มรอยเลื่อน สะเกียง-พานหลวง-ตองจี 3) กลุ่มรอยเลื่อนนานติง-เปาซาน-เชียงราย และ 4) กลุ่มรอยเลื่อนแม่น้ำแดง-มา-คา

จากการศึกษากลุ่มรอยเลื่อนดังกล่าว สามารถแบ่งโซนก่อเกิดแผ่นดินไหวได้และจัดทำเป็นแผนที่การแปรสัณฐานไหวสะเทือนซึ่งไม่เหมือนกับที่เคยทำไว้ สำหรับประเทศไทยผลการวิจัยครั้งนี้ยังสามารถลำดับพื้นที่ที่เป็นบริเวณเสียงภัยต่อแผ่นดินไหวโดยอาศัยข้อมูลที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมดได้ 4 บริเวณได้แก่ 1)โซน-0 เป็นบริเวณที่แทบไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหวเลย ได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2) โซน-1 เป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหวต่ำ ได้แก่ ภาคใต้ 3) โซน-2 เป็นบริเวณที่มีระดับความเสี่ยงต่ำถึงปานกลาง และ 4) โซน-3 เป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงปานกลางถึงค่อนข้างสูง

อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้ในประเทศไทยนับว่าเป็นการศึกษาเบื้องต้น จำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดอีกมากในอนาคต เพื่อให้ทราบถึงประวัติการเลื่อนตัว และโอกาสการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลังที่สำคัญอื่นๆ ทั้งในประเทศไทยและประเทศรอบข้าง

## Abstract

Instrumental and historical records strongly advocate that Thailand and mainland Southeast Asia have been subject to great number of earthquakes with various magnitude since the past till present.

This research is aimed at classifying the causes of earthquakes using information on remote-sensing, field investigation, and dating data on fault-related sediments by TL-method. The main objectives are to comprehend geotectonics of Thailand and nearby, to delineate relationship between earthquakes and earth structures, and to determine which structures are most related to the earth tremors.

Based upon our recent and updated data, it is evidenced that earthquakes in Thailand and adjoining countries have been triggered as a result of active faults. At present, there are several faults that are well-recognized as actively and inactively in Thailand. Current available geological data indicate that some of them are classified as "capable" faults. It is figured out in this study the faults' orientation, through which landscape that it passed, and number of times in the past that they activated, in which way, and how large of their magnitudes were. It is also discovered that some faults, though geologically determined as active, have never activated in the past historical and been detected instrumentally. However, they have been proved to be active as confirmed by geochronological (or dating ) data.

In this study, emphasis is placed upon the Mae Chan Fault (Chiang Rai) an Three-Pagoda Fault (Kanchanaburi) as our two case studies. Five fault segments were defined along each of these faults, and history and evolution of fault movements are clearly defined. Especially, geological and geochronological evidences support that the Three Pagoda Fault activated 5 times during 35,000 to 15,600 yr. And the Mae Chan Segment (of Mae Chan Fault) activated 5 times during 1 million to 20,000 yr. All the fault displacement gave rise to the fact that past-earthquakes with magnitude of larger than 7 Richter occurred in Thailand.

Data on geomorphology, geochronology, and remote-sensing in conjunction with earthquake data within areas dominated by major fault systems lead to classifying ranks of active faults. Three major ranks are defined herein - active faults (sensu stricto), potentailly active faults, and tentatively active faults. Our detailed investigation point to 15 active faults recognized in Thailand, viz. 1) Mae Chan, 2) Mae Tha, 3) Thoen-Long-Phrae, 4) Nam Pat, 5) Mae Ping, 6)Pua 7)Payao, 8) Mae Hong Son, 9) Sri Sawt, 10) Three-Pagoda, 11) Ranong, 12) Klong Marui, 13) Kok Poe-Saba, Yoi-Yala-Betong, 14) Loei-Petchabun, and 15) Rayong-Klaeng Faults. It is

well documented that the active faults near northern Thailand (14 and 15) are ranked as "tentatively" active. Outside Thailand and within mainland SE Asia, four major active faults zones are recognized based upon our available data including 1) Indo-Burma 2) Sagaing-Pan Luang-Taunggui 3) Nanting-Paosan-Chiang Rai, and 4) Red-Ma-Da Rivers Faults.

Based upon result on this active fault, seimotectonic zone of mainland SE Asian Region are classified from those proposed by earlier workers. In Thailand, our research result lead to grouping seismic-risk areas into 4 zones i.e., 1) Zone-0 or areas without earthquake damage (NE Thailand), 2) Zone-1 or areas with low minimum earthquakes (S Thailand), 3) Zone-2 or areas with low to moderate earthquake damage, and 4) Zone-3 or areas with moderate to fairly high earthquake damage.

However, our research in Thailand is in the preliminary stage, more detailed studies are required to gain more knowledges on history of earthquakes and possibilities of movement along the active faults both in Thailand and nearby in the near future.

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อ (ไทย – อังกฤษ ) | ข |
| สารบัญ | ช |
| สารบัญรูป | ฌ |
| สารบัญตาราง | ฑ |
| บทที่ 1 คำนำ | 1 |
| คำจำกัดความ | 5 |
| ขนาดความรุนแรงของแผ่นดินไหว | 5 |
| เครื่องมือวัดตรวจจับ และการหาจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว | 11 |
| หน่วยงานที่รับผิดชอบ | 14 |
| ข้อปฏิบัติเมื่อเกิดแผ่นดินไหว | 16 |
| บทที่ 2 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว | 18 |
| โครงร่างและส่วนประกอบแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทยและประเทศใกล้เคียง | 23 |
| บทที่ 3 ข้อมูลแผ่นดินไหว | 32 |
| ข้อมูลเบื้องต้นทางประวัติศาสตร์ | 32 |
| ข้อมูลจากเครื่องตรวจวัด | 33 |
| ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย | 39 |
| บทที่ 4 ข้อมูลจากภาพดาวเทียม | 59 |
| แนวคิดเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างแปรสัณฐาน | 59 |
| ลักษณะโครงสร้างของพม่า | 62 |
| ลักษณะโครงสร้างของประเทศไทยตอนเหนือและตะวันตก | 73 |
| ลักษณะโครงสร้างและรอยเลื่อนบริเวณอื่นๆ | 79 |
| บทที่ 5 วิธีการทดลอง | 84 |
| การวัดอายุรอยเลื่อนโดยวิธีเรืองแสงความร้อน | 85 |
| บทที่ 6 ผลการทดลอง | 106 |
| โครงสร้างทางธรณีวิทยาที่สัมพันธ์กับแผ่นดินไหวของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ | 106 |
| รอยเลื่อนที่มีพลังในประเทศไทย | 108 |
| บทที่ 7 กรณีศึกษา | 123 |
| แผ่นดินไหวและธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ของรอยเลื่อนแม่จัน จ.เชียงราย | 123 |
| แผ่นดินไหวและธรณีแปรสัณฐานยุคใหม่ของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ จ.กาญจนบุรี | 140 |

หน้า

บทที่ 8 บทวิจารณ์และสรุป 154

แนวทางและโอกาสเกิดแผ่นดินไหว 154

เขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวและเขตพื้นที่เสี่ยงภัยต่อแผ่นดินไหว 156

โอกาสเกิดแผ่นดินไหวซ้ำ 156

หนังสืออ้างอิง 160

Research Output 167

ภาคผนวก 172

บันทึกข้อมูลแผ่นดินไหวในประวัติศาสตร์ไทย 173

เหตุการณ์แผ่นดินไหวที่มีอิทธิพลกระทบต่อประเทศไทย 184

# สารบัญรูป

หน้า


รูป 1.1 การกำเนิดแผ่นดินไหว และพลังงานในรูปคลื่นความสั่นสะเทือนหรือคลื่นแผ่นดินไหวที่ปลดปล่อยออกมา 6

รูป 1.2 การคำนวณหาขนาดของแผ่นดินไหวมาตราริคเตอร์ ณ จุดที่วัด 7

รูป1.3 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวและปีที่ตั้ง (ดัดแปลงจาก Bott และคณะ, 1977 และ Nutalaya และคณะ 1983) 12

รูป 1.4 หลักการคำนวณหาจุดเกิดแผ่นดินไหวอย่างง่าย (ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2540) 16

รูป 2.1 แผนที่โลกแสดงการกระจายตัวของแผ่นเปลือกโลก (Lithospheric plate) ลูกศรหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกที่เกิดการเคลื่อนที่ไปจากสันสมุทร 21

รูป 2.2 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบมุดตัว (subduction) ของเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปใต้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งตามทฤษฎีการแปรสัณฐาน (geotectonics) 21

รูป 2.3 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบชนกัน (collision) ของเปลือกโลกสองแผ่นจนก่อเกิดภูขาสูงได้ 22

รูป 2.4 ลักษณะการเคลื่อนตัวออกจากกัน แบบแยกตัวออกจากกัน (spreading) ของแผ่นเปลือกโลกเดิมตามรอยแตก 24

รูป 2.5 ลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกัน (Transform plate motion) ซึ่งทำให้แผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่ผ่านกัน (ภาพถ่ายเป็นภาพส่วนของรอยเลื่อนซานแอนเดรียส ประเทศสหรัฐอเมริกา) 25

รูป 2.6 โครงร่างการแปรสัณฐานแผ่นเปลือกโลก (Tectonic framework of plates) ของผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของดินแดนซันดา (Sundaland) ของเอเชีย(ลูกศรใหญ่แสดงการเคลื่อนที่ ลูกศรเล็กแสดงรอยเลื่อน หลังจากที่ทวีปอินเดียเข้ามาชนทวีปเอเชีย) 26

รูป 2.7 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแผ่นฟิลิปปินส์ แผ่นแปซิฟิกตะวันตกและแผ่นยูเรเซีย (หัวลูกศรแสดงทิศการมุดตัว) 28

รูป 2.8 แผ่นเปลือกโลกที่ประกอบขึ้นมาเป็นประเทศไทย และรอยเลื่อนใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Charusiri และคณะ 1995) 30

รูป 3.1 การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในแถบอ่าวเบงกอล อินเดีย และบังคลาเทศ เมื่อ พ.ศ. 2346, 2362 และ 2401 ที่รู้สึกได้จนถึงกรุงเทพฯ (ดัดแปลงจาก Oldham, 1883) 35

รูป3.2 การเกิดแผ่นดินไหวที่มีจุดกำเนิดมาจากตอนกลางของประเทศพม่า เมื่อ พ.ศ. 2455ที่รู้สึกได้ในประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Brown, 1914) 36

รูป 3.3 การเกิดแผ่นดินไหวที่มีจุดกำเนิดจากตอนเหนือของกรุงย่างกุ้ง ที่รู้สึกได้ในเกือบทุกภาคของประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Brown, 1914) 37

รูป 3.4 บริเวณที่ตั้งของนครโยนกในอดีต (จากทองใบ แดงอ่อน, 2536) 41
รูป 3.5 ตำแหน่งและความรุนแรงของแผ่นดินไหว ที่เกิดบนผืนดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 42
รูป 4.1 แผนที่ธรณีแปรสัณฐานประเทศไทยและบริเวณข้างเคียง (ดัดแปลง Bunopas, 1981 และ Charusiri, 1989) แสดงตำแหน่งจุลทวีป ฉาน-ไทย และอินโดจีน 60
รูป 4.2 แผนที่แสดงลักษณะโครงสร้างสำคัญในแถบตอนเหนือไทยและด้านตะวันออกของพม่า ที่มีบทบาททำให้เกิดแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย (ดัดแปลงจาก ชัยยันต์ หินทอง, 2534) 63
รูป 4.3 แผนที่ธรณีวิทยาอย่างง่ายของประเทศพม่า ได้จากการแปลความหมายจากภาพดาวเทียม Landsat TM5 จากการศึกษาครั้งนี้ และบางส่วนจาก Bender (1983) & Mitchell (1993) 64
รูป 4.4 แผนที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ แสดงตำแหน่งกลางภาพจากดาวเทียมที่ได้รับอนุเคราะห์จาก สภาวิจัย 65
รูป4.5.1 (บน) ภาพจากดาวเทียมภาคตอนกลาง(central part) ของประเทศพม่าแถบเมืองมันฑะเลย์ – สะเกียง (Mandalay-Sagaing) (ล่าง) แนวเส้นโครงสร้างที่แปลได้จากภาพจากดาวเทียม 66
รูป4.5.2(บน) ภาพจากดาวเทียมบริเวณภาคเหนือของไทย แถบเมืองเชียงใหม่ (ล่าง) เส้นโครงสร้างที่สามารถแปลได้จากภาพดาวเทียม 67
รูป4.5.3(บน) ภาพจากดาวเทียมบริเวณภาคกลางตอนตะวันตก (west-central) ของประเทศลาว เมืองไชยบุรี(Chaingnaburi) (ล่าง) เส้นโครงสร้าง ที่สามารถแปลได้จากภาพจากดาวเทียม 68
รูป4.5.4(บน) ภาพจากดาวเทียมทางตอนเหนือสุดของลาวแถบเมืองพงศาลี (Pongsali) (ล่าง) เส้นโครงสร้าง ที่สามารถแปลได้จากภาพจากดาวเทียม 69
รูป 5.1 รูปแบบอย่างง่ายของการเสียรูปของโครงร่างผลึก ซ้ายคือช่องว่างประจุลบ กลางคือประจุลบสอดแทรกในผลึกและขวาคือศูนย์กลางส่วนแปลกปลอมที่เข้าแทนที่ประจุเดิม 87
รูป 5.2 การเรืองแสงความร้อนที่แสดงด้วยระดับพลังงาน (1) การเกิดไอออน เนื่องจากผลึกรับการแผ่รังสีนิวเคลียร์ จึงเกิดอิเลคตรอนและหลุมจากการเสียรูปไป ณ ระดับพลังงาน T และ L ตามลำดับ (2) การกักเก็บจะมีค่าน้อยมาก ช่วงอายุนี้หาได้จากความลึก E ของกับดักที่อยู่ต่ำกว่าภาวะชักนำ [สำหรับเรื่องของการหาอายุ เราสนใจค่าลึกที่มากพอ (1.5 eV) สำหรับช่วงอายุเป็นล้านปี] (3) เพื่อศึกษาการเรื่องแสงความร้อน จึงต้องทำให้ตัวอย่างที่เราสนใจเกิดความร้อนจนถึงจุดหนึ่งที่สารสั่นของโครงร่างผลึก เนื่องจากความร้อนนี้จะทำให้อิเลคตรอนหลุดออกมา อิเลคตรอนที่หลุดออกมานี้บางตัวที่เข้าไปถึงศูนย์เรื่องแสง ผลก็คือเกิดมีแสงปล่อยออกมาตอนช่วงเกิดการรวมตัวกันใหม่ ณ ศูนย์นั้น ในทางกลับกันอิเลคตรอนบางตัวอาจเข้าไปถึงศูนย์ไร้การเรืองการเรืองแสง (หรือศูนย์พิมาต) หรืออาจถูกกักเก็บไว้ในจุดกับดักที่ลึกมาก ๆ 87

รูป 5.3 หลักการโดยทั่วไปของการเรืองแสงความร้อน a) อิเลคตรอนคู่หมุนรอบตัวเอง(เต้นรำ) ในทิศทางตรงข้าม (ผู้ชายและผู้หญิง = อิเลคตรอน) b) รังสีแอลฟ่า เบต้า และแกรมมา (จากภายนอก) พุ่งชนอิเลคตรอนตัวหนึ่ง (ผู้หญิง ) ให้หลุดลอยไปปล่อยให้อิเลคตรอนอีกตัว (ผู้ชาย) หมุนรอบตัวแบบเสียหลัก (และเดียวดาย) c) อิเลคตรอนที่อยู่ (ผู้ชาย) เหมือนถูกกักในหลุมอิเลคตรอนอีกตัว (ผู้หญิง) ถูกผู้ร้ายฉุดไปอยู่ที่อยู่ที่อื่น และ d) ความร้อนที่อาจทำให้อิเลคตรอน (ผู้หญิง) ถูกปลดปล่อยให้กลับมาอยู่ร่วมกัน และหมุนหรือเต้นรำอย่างมีความสุขเช่นเดิม และเกิดการเรืองแสงออกมา TL วัดปริมาณแสงที่เรืองออกมานี้ [ส่วนอีกวิธีหนึ่งที่เรียกว่า ESR = Electron Spin Ressonance วัดปริมาณอิเลคตรอนที่หลุดออกไป (จาก Ikeya,1993)] 89

รูป 5.4 กระบอกใส่ตัวอย่างซึ่งประกอบด้วยแท่งพลาสติกรูปทรงกระบอก ยาวประมาณ 30 ซม และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 8 ซม วงกลมเล็กๆวางตัวเป็นแถวคือรูใส่ตัวอย่าง 98

รูป 5.5 แสดงการตรวจสอบ plateua โดยมี TL glow curve ของแร่ธรรมชาติ (N) glow curve ของแร่ธรรมชาติที่อาบด้วยรังสีเบต้า (N+B) และอัตราส่วนของ N/(N+B) ระหว่างอุณหภูมิตั้งแต่ 300 – 475 องศาเซลเซียส ซึ่งมีค่าเกือบคงที่ = 0.47 เส้นกราฟ (เส้นประ) ซึ่งเกือบเป็นเส้นตรงนี้เรียกว่า plateau 103

รูป 5.6 แผนผังของขั้นตอนการหาอายุด้วยวิธีเทอร์โมมิเนสเซนส์ (TL – dating technique) 105

รูป 6.1 กลุ่มรอยเลื่อนที่สำคัญบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่ได้จากข้อมูลภาพจากดาวเทียมในการศึกษาครั้งนี้ 107

รูป 6.2 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนเทือกอินโด-พม่า และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 109

รูป 6.2 (ต่อ) แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนเทือกอินโด-พม่า และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 110

รูป 6.3 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนสะเกียง-ปานหลวง-ตวงกุย และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 111

รูป 6.3 (ต่อ) แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนสะเกียง-ปานหลวง-ตวงกุย และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 112

รูป 6.4 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนนานติง-เปาซาน-เชียงราย และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 113

รูป 6.5 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (linearment map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนแดง-มาดา และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 115

รูป 6.6 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (linearment map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนแม่สะเรียง-แม่ปิง-ด่านเจดีย์สามองค์ และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 116

รูป 6.7 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (lineament map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนเดียน เบียนฟู-หลวงพระบาง-แพร่-อุตรดิตถ์ และตำแหน่งเกิดแผ่นดินไหวใหญ่ๆ (▲) 118
รูป 6.8 แผนที่แนวเส้นโครงสร้าง (linearment map) แสดงการกระจายตัวของกลุ่มรอยเลื่อนแม่ทา-แม่ริม 119
รูป 6.9 การเกิดรอยเลื่อนขนาบข้าง และรอยแตกภายในรอยเลื่อน ทำให้เกิดรอยเลื่อนภายในเป็นรูปตัวเอส (S) หรือรูปตัวแซด (Z) 122
รูป 7.1รอยเลื่อนแม่จัน(จังหวัดเชียงราย) แสดงการวางตัวในทิศเกือบตะวันออก-ตะวันตก และแยกเป็นแขนงรอยเลื่อนเชียงแสน 125
รูป 7.2 แผนที่ธรณีวิทยาครอบคลุมรอยเลื่อนแม่จัน (กรมทรัพยากรธรณี, 1976) 126
รูป 7.3ก ภาพไดอะแกรมของธรณีสัณฐานที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนยุคปัจจุบัน แผนที่แนวด้านข้าง (Strike-slip fault) (จาก Vedder and Wallace, 1970) 127
รูป 7.3ข ผารอยเลื่อนที่ปรากฏบนรอยเลื่อนแม่จันติดกับเขตที่ราบ บริเวณบ้านห้วยมะหินฝน อ. แม่จัน จ. เชียงราย 127
รูป 7.4 ภาพจากดาวเทียม Lansat TM5 (Band 7-5-4, น้ำเงิน-เขียว-แดง) แสดงลักษณะรอยเลื่อนแม่จันที่ต่อเลยเข้ามาถึงแอ่ง อ. ฝาง จ. เชียงใหม่ (ภาพบน) และแนวที่ต่อเลยเข้าไปในประเทศลางแถบแม่น้ำโขง (ภาพล่าง) 128
รูป 7.5 แนวรอยเลื่อนตัดตะกอนหน่วย R, Fm และ Gms ในร่องสำรวจสาขาย่อยของ PK1 ผนังตะวันตก 129
รูป 7.6 ลำดับชั้นตะกอนและลักษณะรอยเลื่อนที่ปรากฏภายในร่องสำรวจที่ตัดขวางเกือบตั้งฉากรอยเลื่อนแม่จัน และรอยที่ขนานแม่จัน ณ บ้านโป่งขม อ. แม่จัน จ. เชียงราย ก). ผนังด้านตะวันตกของร่องสำรวจ PK4 130
รูป 7.6 ข). ผนังด้านตะวันออกของร่องสำรวจ PK1 131
รูป 7.6 ค). ผนังด้านตะวันออกของร่องสำรวจ PK4 132
รูป 7.6 ง). ผนังด้านตะวันออกของร่องสำรวจ PK1 133
รูป 7.6 จ). ผนังด้านตะวันออกของร่องสำรวจ PK2 134
รูป 7.7 ผงรอยเลื่อนในหินแกรนิตผุมากที่ถูกรอยเลื่อนแม่จันตัดผ่านบริเวณ กม 57+000 ถนนแม่อาย-แม่จัน ในเขตจังหวัดเชียงราย 135
รูป7.8ก ภาพแสดงอุปกรณ์และเครื่องมือเทอร์โมมิเนสเซนส์ ณ ห้องปฏิบัติการที่มหาวิทยาลัย Akita ประเทศญี่ปุ่น 136
รูป7.8ข กราฟความสัมพันธ์ของอัตราส่วนค่าสูงสุดของ TL Glow Curves ของตัวอย่างที่อาบรังสีต่อตัวอย่างธรรมชาติ (TL ratio) และปริมาณความเข้มของรังสีที่ใช้อาบ เพื่อหาค่า Paleo Dose อันเป็นขั้นตอนสำคัญของการหาอายุโดยวิธี TL ตัวอย่างเป็นตะกอนที่สัมพันธ์กับรอย

เลื่อน จากร่องรอยสำรวจ ณ บ้านโป่งขม อ. แม่จัน จ. เชียงราย 137
รูป7.9 ร่องระแหงยืดตัว (Tension crack) ที่พบในตะกอนหน่วย Bo และ Bw ผนังด้านตะวันออก ของร่องสำรวจ PK1 บ้านโป่งขม อ. แม่จัน จ. เชียงราย 138
รูป7.10 แผนที่ธรณีวิทยา แสดงการกระจายตัวของชนิดหินและรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (Raksaskulwong, 1997). 142
รูป7.11ข้อมูลภาพจากดาวเทียมแสดงตำแหน่งของรอยเลื่อนย่อยทองผาภูมิ ทางตอนเหนือสุดของ รอยเลื่อน (หลัก) เจดีย์สามองค์ (a) ภาพส่วนตอนเหนือของรอยเลื่อนทองผาภูมิจากดาว เทียม JERS ของญี่ปุ่น (b) ภาพส่วนตอนใต้ของรอยเลื่อนทองผาภูมิจากดาวเทียม Lansat (ของอเมริกา) 143
รูป7.12 แผนที่แนวเส้นโครงสร้างหลัก แสดงแนวคดโค้งและแนวรอยเลื่อน(หลัก) เจดีย์สามองค์ที่ ประกอบด้วยรอยเลื่อนย่อยอีก 5แนว ข้อมูลจากภาคสนามและภาพจากดาวเทียม 144
รูป7.13 ลักษณะธรณีสัณฐานที่แสดงถึงรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (กาญจนบุรี) ก) รูปบน - หน้าสาม เหลี่ยมที่พัฒนาจากผารอยเลื่อน ข) รูปล่าง - ผารอยเลื่อนที่พัฒนาเป็นลำธาร (ลูกศร) 145
รูป7.13 ต่อ ค) แนวผารอยเลื่อนที่พัฒนาตัวเองให้อยู่ในหินปูน และวางตัวในแนวตะวันตกเฉียง เหนือ ทางตะวันออกของเขาแหลม ซึ่งในส่วนของตีนเขา มีการสะสมตัวของเนินตะกอนรูป พัดที่เกิดจากอิทธิพลการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (กาญจนบุรี) 146
รูป7.14 แผนที่แนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนย่อย 5 แนว แสดงอีลิปซอยด์แรงเค้น ที่แตก ต่างกัน เมื่อแนวรอยเลื่อนย่อยอยู่คนละทิศ 150
รูป7.15รูปบน- รูปแบบอีลิปซอยด์แรงเค้น เมื่อแกนแรงเครียดอยู่ในแนวตะวันออก-ตก ซึ่งคาดว่า น่าจะเกิดในตอนช่วงแรกของการพัฒนารอยเลื่อน เช่น รอยเลื่อนย่อย กาญจนบุรี และสังคบุรี รูปล่าง- รูปแบบอีลิปซอยด์แรงเค้น เมื่อแกนแรงเครียดอยู่ในแนวเหนือ-ใต้ ซึ่งคาดว่าน่า จะเกิดในตอนช่วงหลังของการพัฒนารอยเลื่อน เช่น รอยเลื่อนซองการเลีย และแม่น้ำน้อย 151
รูป 7.16 แผนที่แนวรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ (กาญจนบุรี) แสดงตำแหน่งของจุดเกิดแผ่นดินไหว (0) 152
รูป 7.17 แผนที่รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ แสดงตำแหน่งน้ำพุร้อน (★) ที่ใกล้กับแนวรอยเลื่อนมาก 153
รูป 8.1 เขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้(จาก Nutalaya, และคณะ, 1985) 155
รูป 8.2 เขตแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จากการศึกษาครั้งนี้ 157
รูป 8.3 พื้นที่ที่ มีความเสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินไหว 158

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่1.1ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแผ่นดินไหวจากทั่วโลกที่ทำให้เกิดความสั่นเสียหายร้ายแรงในปี 2519 8

ตารางที่1.2 มาตราวัดความรุนแรง หรืออันดับความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของเมอร์-แคลลี่(THE MODIFIED MERCALLI INTENSITY, 1931 ) 8

ตารางที่1.3 ความรุนแรงของแผ่นดินไหว เปรียบเทียบ กับขนาดแผ่นดินไหวและอัตราเร่งของพื้นดิน 10

ตารางที่1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับที่ตั้งของสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวของประเทศไทย 13

ตารางที่3.1 แผ่นดินไหวในประเทศไทยและข้างเคียง ตั้งแต่ในอดีตจนถึง พ.ศ.2433 ที่มีขนาดความรุนแรง (Mercalli scale) มากกว่า VII 43

ตารางที่3.2 แผ่นดินไหวในประเทศไทยและข้างเคียง ตั้งแต่ในอดีต พ.ศ.2433 จนถึงปัจจุบันที่ขนาดมากกว่า 6 ริกเตอร์ (และมีความรุนแรงโดยเฉลี่ย VIII หรือ IX) 46

ตารางที่3.3 แผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่อดีตจนถึง พ.ศ.2502 52

ตารางที่3.4 ศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ขนาด 3 ถึง 6.5 ริกเตอร์ ตั้งแต่ ปี พ.ศ.2508-2532 55

ตารางที่3.5รายงานศูนย์กลางแผ่นดินไหวที่มีขนาดมากกว่า 7 ริกเตอร์ (พ.ศ.2455 ถึง พ.ศ.2532) 57

ตารางที่3.6 แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ (มากกว่า 7) นอกประเทศที่รู้สึกได้ในประเทศไทย 58

ตารางที่4.1 กลุ่มรอยเลื่อนสำคัญ ๆ ในประเทศไทยแบ่งตามภาค 76

ตารางที่6.1ข้อมูลแผ่นดินไหวภาคเหนือ 120

ตารางที่7.1 ผลการหาอายุของตัวอย่างตะกอนจากร่องสำรวจบ้านโป่งขม อ. แม่จัน จ. เชียงราย 139

ตารางที่7.2 ผลการหาอายุของผงรอยเลื่อนแม่จันในเขตจังหวัดเชียงราย 139

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 คำนำ

"แผ่นดินไหว" ดูจะเป็นคำที่มีความสำคัญไม่น้อย นับตั้งแต่บรรดานักวิทยาศาสตร์หลายสาขาไปจนถึงคนธรรมดาสามัญ ตั้งแต่เด็กเล็ก ผู้ใหญ่ จนไปถึงคนเฒ่าคนแก่ โดยเฉพาะสื่อมวลชนทั้งหลายได้แพร่ภาพ และกระจายเสียงเปิดเผยข่าวคราวเกี่ยวกับแผ่นดินไหวอย่างต่อเนื่อง ว่าอาจมีผลกระทบต่อประเทศไทยได้แม้แต่รัฐบาล (สมัย พณฯอานันท์ ปันยารชุน) ก็ได้เคยมีการหยิบยกเรื่องนี้มาพูดกัน แต่จะมีใครบ้างละที่ยอมรับว่าแท้จริงแล้วเรามีความรู้เรื่อง *"แผ่นดินไหว"* น้อยมาก

นับได้ว่าเป็นความโชคดีของคณะผู้วิจัยที่ได้มีโอกาสเข้าร่วมฟังการสัมมนาในหัวข้อเรื่อง"แผ่นดินไหวที่คนไทยควรรู้" ซึ่งจัดโดยฝ่ายวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2533 ที่หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีศาสตราจารย์ ดร.ปณิธาน ลักคุณะประสิทธิ์ รองศาสตราจารย์ สุภาพ กู่ประเสริฐ รองศาสตราจารย์ มานพ พงศทัต รองศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ โฆวิไล และรองศาสตราจารย์ศลักษณ์ ทรรพนันท์ เป็นคณะวิทยากร ทำให้เกิดแรงผลักดันที่จะทำวิจัยพื้นฐานนี้ให้สำเร็จ

จากผลการสัมมนาถึงจะไม่มีการสรุปไว้ในคราวนั้น แต่ก็ได้มีส่วนกระตุ้นให้คณะผู้วิจัยคิดที่จะทำการวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวขึ้น อันเป็นวัตถุประสงค์หลักของการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เพราะบทสรุปของการสัมมนาครั้งนั้นมีข้อหนึ่งที่ว่า "การที่รู้อะไรแบบครึ่งๆกลางๆ นั้นอาจทำให้เกิดความหวาดระแวงและตื่นตระหนกไปเกินกว่าเหตุได้"

### 1.1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องด้วยในช่วงต้นเดือนกุมภาพันธ์ 2539 ได้เกิดแผ่นดินไหวที่วัดความรุนแรงได้ 7.0 ริกเตอร์ ที่เมืองหลีเจียง เมืองท่องเที่ยวใกล้ชายแดนธิเบต ในมณฑลยูนานตอนใต้ ผลจากแผ่นดินไหวนี้ยังผลให้มีประชาชนเสียชีวิตทั้งหมดกว่า 300 คน และบาดเจ็บร่วม 2 หมื่นคน และก่อนหน้านี้เมื่อเดือนสิงหาคม 2533 ในช่วงปี 2540 ถึง 2542 ก็ได้มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นมาอีกนับตั้งแต่เมืองโกเบ ประเทศญี่ปุ่น ดินแดนอนาโตเลีย ประเทศตุรกี และบนเกาะไต้หวัน จนปรากฏเป็นข่าวในสื่อมวลมวลชนเกี่ยวกับความเป็นไปได้ที่อาจเกิดแผ่นดินไหวในกรุงเทพมหานครในเดือนกันยายน 2533 แต่ไม่มีปรากฏการณ์ดังกล่าว และข่าวว่าจะเกิดภัยพิบัติใหญ่หลวงเช่นแผ่นดินไหวในปี ค.ศ. 2000 จนเป็นข่าวที่ได้รับความสนใจจากประชาชนทั่วไปเป็นอย่างมาก ถึงแม้ประเทศไทยจะไม่เคยประสบภัยพิบัติจากแผ่นดินไหวอย่างรุนแรงมาก่อนก็ตาม แต่เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งเป็นข่าวอยู่ในสื่อมวลชน โทรทัศน์ และหนังสือพิมพ์อยู่เป็นประจำซึ่งก็เป็นกรณีตัวอย่างที่ก่อให้เกิดความสลดใจและน่าวิตกถ้าหากเหตุการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นในประเทศไทย โดยเฉพาะที่กรุงเทพมหานคร ซึ่งมีประชากรอยู่อย่างหนาแน่นและมีอาคารสูงมากมาย คง

เป็นสิ่งที่ทุกคนเกิดความหวาดหวั่นและวิตกได้ ความวิตกอันนี้อาจเกิดจากความไม่รู้หรืออาจเกิดจากความรู้ "แต่เท่าไม่ถึงการณ์"

จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวแถบประเทศเพื่อนบ้านของเราดังกล่าวยังผลให้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นมหาวิทยาลัยที่มีสาขาวิชาที่มีความสัมพันธ์กับปัญหาดังกล่าว ได้มีการจัดประชุมโต๊ะกลมเรื่อง "ศักยภาพรอยเลื่อนต่อการเกิดแผ่นดินไหวในเมืองไทยโดยการสร้างความเข้าใจที่ถูกต้อง" เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องด้วยเหตุ ด้วยผล และข้อเท็จจริง และจัดการสัมมนาเรื่อง **"แผ่นดินไหวที่คนไทยควรรู้"** ขึ้น เมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2542 ณ ศูนย์ศาลานิเทศ หอประชุมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยในเนื้อหาของการสัมมนาเน้นหนักถึงแผ่นดินไหวในแง่สาเหตุทางธรณีวิทยา แม้ว่าการจัดสัมมนาครั้งนี้จะจบลงด้วยความสำเร็จและได้รับความร่วมมือจากหลายฝ่าย (รวมทั้งคณะผู้วิจัย) ซึ่งประกอบด้วยผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอกประมาณ 30 คน รวมทั้งอาจารย์มหาวิทยาลัยและนักวิชาการอีกมากกว่า 50 คน แต่ถึงกระนั้นก็พบว่าเราไม่ได้ใช้ข้อมูลหรือผลที่ได้จากการวิจัยมากเท่าที่ควรเกี่ยวกับแผ่นดินไหว เนื่องจากยังไม่ค่อยมีใคร "ตระหนัก" ถึงความสำคัญในเรื่องนี้ เพราะมีแต่คน **"ตระหนก"** ต่อสิ่งที่จะเกิดขึ้นเสียก่อน

ธรณีวิทยาเป็นสาขาวิชาหนึ่งที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการศึกษาแผ่นดินไหวโดยเฉพาะในแง่สาเหตุการเกิด ความเป็นไปได้ และโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวตลอดจนการทำนายแผ่นดินไหว

จากข้อมูลโดยทั่วไปทางธรณีวิทยา ทำให้เชื่อกันว่าแผ่นดินไหวน่าจะมีส่วนสัมพันธ์ไม่มากก็น้อยกับลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยาที่สำคัญ เช่น แนวรอยเลื่อนใหญ่ ๆ(major faults) และแนวการคดโค้งโก่งงอใหญ่ ๆ (major folds) ข้อมูลธรณีวิทยาโครงสร้างดังกล่าวในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวนี้ พบเห็นอย่างแจ่มชัดในแถบบริเวณภาคตะวันตกและภาคเหนือของประเทศและยังครอบคลุมบางส่วนของลาวส่วนใหญ่ของประเทศพม่าและตอนใต้ของจีน(ดู ปัญญา และคณะ, 2541) การศึกษาธรณีวิทยาโครงสร้างดังกล่าวโดยเฉพาะธรณีแปรสัณฐานในแถบพื้นที่บริเวณไพศาล (regional-scale area) เช่นนี้สามารถใช้ภาพจากดาวเทียมเข้าช่วยในการกำหนดขอบเขต และตำแหน่งที่แน่ชัดได้เป็นอย่างดี

ข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้โดยกรมอุตุนิยมวิทยาทำให้ทราบว่า แผ่นดินไหวมีจุดศูนย์กลาง(hypocenter) อยู่แถวพรมแดนไทย-พม่า, ไทย-ลาว, จีน-พม่า หรือในทะเลอันดามัน และยังสามารถตรวจวัดได้เป็นประจำ จึงแสดงให้เห็นชัดว่าเปลือกโลกในบริเวณแถบดังกล่าวยังมีการเปลี่ยนแปลงอยู่(dynamic) นักธรณีวิทยาหลายคน(Hinthong, 1995, Prachuab, 1990,Nutalaya & Sodsri, 1983) เชื่อว่าเป็นผลกระทบที่เกิดจากขบวนการแปรสัณฐาน(tectonic process) อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากการชนกัน(collision) ระหว่างแผ่นเปลือกโลกอินเดีย(Indian lithosphe-ric plate) กับแผ่นเปลือกโลกยูเรเซีย (Eurasian lithospheric plate) นับตั้งแต่ 35-45 ล้านปีมาแล้ว ซึ่งทำให้แผ่นอินเดียมุดตัว(subduct)ลงไปใต้แผ่นยูเรเซียและการมุดตัวยังคงดำเนินมาจนถึงปัจจุบัน

สำหรับแผ่นดินไหวที่มีศูนย์กลางภายในประเทศ นักธรณีวิทยาหลายคนให้ความเห็นว่าแนวรอยเลื่อนด่านเจดีย์สามองค์(Three-Pagodas Fault) ที่มีการเลื่อนตัวอยู่ (active) น่าจะเป็นต้นกำเนิดแผ่นดินไหว ซึ่งรอยเลื่อนตัวดังกล่าวจากการหาอายุของปัญญา จารุศิริ(Charusiri,1989)พบว่ามีอายุประมาณ 70 ล้านปี ทำ

ให้มีข้อโต้แย้งว่า บริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวนั้นอยู่ใกล้เขื่อน (เช่นที่เขื่อนเขาแหลม จังหวัดกาญจนบุรี) ซึ่งเก็บกักน้ำโดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ จึงอาจมีความเป็นไปได้หรือไม่ว่าแผ่นดินไหวขนาดไม่รุนแรงที่มีศูนย์กลางในประเทศไทยนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากน้ำที่กักเก็บไว้ในเขื่อน (water-induced earthquake) หรือเป็นเพราะทั้งสองสาเหตุประกอบกัน อย่างไรก็ตามข้อโต้แย้งที่เกี่ยวข้องกับจุดกำเนิดแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณดังกล่าวมีผลทำให้แผนการดำเนินการสร้างเขื่อนขนาดใหญ่ในบริเวณแถบนั้นต้องมีอันระงับไปทั้งๆที่ยังไม่มีการศึกษาและวิจัยอย่างจริงจังเสียก่อน

เมื่อเห็นความจำเป็นในการต้องเร่งการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องนี้จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยจึงได้ให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่โดยการให้ทุนนำร่องให้ศึกษาธรณีแปรสัณฐาน จนในปัจจุบันกลุ่มคณาจารย์ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมือกันทางด้านการวิจัยและวิชาการกับคณาจารย์จากสถาบันการศึกษาชั้นนำของจีน (Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources) และของญี่ปุ่น (Tsukuba และ Akita University) เนื่องจากเห็นความสำคัญของการพัฒนาธรณีวิทยาแปเสัณฐานที่สามารถทำให้เข้าใจธรณีวิทยาบริเวณกว้างในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เป็นอย่างดี

มูลเหตุจูงใจสุดท้ายเนื่องจากประเทศไทยและอนุภูมิภาคข้างเคียงกำลังเร่งรัดการพัฒนาสี่เหลี่ยมเศรษฐกิจ(ซึ่งอาจขยายเป็นหกเหลี่ยมเศรษฐกิจในอานาคต) แต่ข้อมูลด้านธรณีวิทยาบริเวณกว้างหรือธรณีแปรสัณฐานของบริเวณนี้ยังไม่มีใครรวบรวมไว้เป็นฐานข้อมูลหรือประมวลให้มีมาตรฐานในระดับใกล้เคียงกัน เมื่อข้อมูลเหล่านี้ไม่เป็นที่ปรากฏและถ้าหากมีการเร่งรัดพัฒนาโดยไม่มีการวางแผนหรือการจัดการด้านทรัพยากรธรณี(เช่นการไม่คำนึงถึงการนำข้อมูลด้านนี้มาใช้อย่างเป็นระบบ) บางครั้งเราอาจเชื่อมต่อเส้นทางเศรษฐกิจลงไปในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อแผ่นดินไหวก็เป็นได้

### 1.1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาถึงธรณีแปรสัณฐานของไทยและประเทศข้างเคียง
2. เพื่อดูการกระจายตัวของแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบนี้ ตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน
3. เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างแผ่นดินไหวกับโครงสร้างทางธรณีวิทยา อายุของโครงสร้างนั้น และจำแนกบริเวณการเกิดแผ่นดินไหว
4. เพื่อศึกษาสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวในภูมิภาคแถบนี้ และตรวจสอบดูว่าโครงสร้างใดมีความโน้มเอียงที่จะเกิดแผ่นดินไหวมากที่สุด
5. เพื่อหาข้อมูลว่าโอกาสเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงในไทยมีหรือไม่

### 1.1.3 การเชื่อมโยงกับนักวิจัยที่เป็นผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่ทำการวิจัย

- ประเทศจีน ได้มีการดำเนินการร่วมทำการวิจัยกับ Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources *(ดูภาคผนวก ง)* กับศาสตราจารย์จำนวน 8 คน ดังต่อไปนี้

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. Liu Bojun | 2. Pan Guitang | 3. Xu Xiaosong | 4. Zhuang Zhonghai |
| 5. Jian Xinsheng | 6. Li Xingzhen | | |

- ประเทศญี่ปุ่น ได้ดำเนินการติดต่อขอความร่วมมือกับ Tsukuba University กับศาสตราจารย์ จำนวน 2 คน คือ Ken- ichiro Shasida และ Y. Ueno

- ประเทศไต้หวัน ได้ดำเนินการติดต่อขอความช่วยเหลือด้านเครื่องมือไอโซโทป กับ Academic Science กรุงไทเป กับศาสตราจารย์ 1 คน คือ Tzen-Fu Yai

- ประเทศปาปัว นิวกีนี ได้ทำการร่วมมือทำวิจัย และเสนอผลงานในรูปโครงการ IGC กับ Dr. R. W. Flinley (Geological Survey of Papua New Guinea)

### 1.1.4 ระเบียบวิธีวิจัย (Methodology)

- รวบรวมข้อมูลเท่าที่มีอยู่เดิม เช่น จากในหัวข้อ 7 เพื่อหาแนวทางศึกษาวิจัย และปัญหาที่อาจประสบ โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม Fox Pro

- รวบรวมหลักฐานการเกิดแผ่นดินไหวในอดีต(Historical Earthquakes) เช่น จากศิลาจารึก พงศาวดาร ตำนาน หนังสือประวัติศาสตร์ทั้งในประเทศและต่างประเทศ เพื่อทำแผนที่แสดงแผ่นดินไหวในอดีต และการกระจายตัว

- รวบรวมหลักฐานการเกิดแผ่นดินไหวในปัจจุบันจากเครื่องวัด เพื่อทำแผนที่แสดงแผ่นดินไหวในปัจจุบันและการกระจายตัว

- รวบรวมข้อมูลทางธรณีแปรสัณฐาน จากการออกภาคสนาม จากภาพดาวเทียม และจากข้อมูลแนวเส้น เพื่อจัดทำเป็นแผนที่ธรณีแปรสัณฐานของไทยและข้างเคียง

- ศึกษาแนวรอยเลื่อนแนวรอยแตกด้วยภาพจากดาวเทียมเพื่อหาธรณีวิทยาโครงสร้างใหญ่ ๆนี้ว่าสัมพันธ์กับการเกิดแผ่นดินไหวหรือไม่ แล้วจัดทำแผนที่แนวเส้นโดยใช้ โปรแกรม map info

- เลือกสรรโครงสร้างที่สำคัญในส่วนที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวแล้วจัดทำเป็นแผนที่แปรสัณฐานไหวสะเทือน (seismotectonic map)

- จัดทำแผนที่แสดงโซนที่เสี่ยงต่อการเกิดแผ่นดินรุนแรง และโอกาสจะเกิดแผ่นดินไหวในบริเวณนั้น ๆ (Earthquake Risk Map) โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติของแผ่นดินไหว และ แนวคิดของธรณีวิทยาประกอบกัน

### 1.1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มุ่งศึกษาข้อมูลและตีความทางธรณีวิทยา ประกอบกับข้อมูลด้านประวัติศาสตร์และแผ่นดินไหว เพื่อจัดทำแผนที่แสดงแนวการเกิดแผ่นดินไหวในรูปแบบต่างๆ โดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย แต่จะไม่รวมถึงการทำนายแผ่นดินไหวว่าจะเกิดเมื่อใด หรือการป้องกันจากแผ่นดินไหวรวมถึงการสร้างตึกหรือสิ่งปลูกสร้างเพื่อลดความเสียหายจากแผ่นดินไหว

**1.2 คำจำกัดความ**

หลายคนได้ให้คำจำกัดความของแผ่นดินไหวไว้เหมือนๆกัน หรือ คล้าย ๆ กัน (AGI , 1974 ; Press & Sievier,1980 ; Skinner & Porter, 1989) สำหรับคณะผู้วิจัยมีความประสงค์จะให้คำจำกัดความที่ได้ประมวลมาว่าแผ่นดินไหว หมายถึง *"ปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงของพื้นผิวโลก ซึ่งเกิดจากการที่เปลือกโลกปรับตัวให้เข้าสู่สภาวะสมดุลย์ เพื่อปลดปล่อยพลังงานที่สะสมตัวไว้ให้ออกมาอย่างรวดเร็วในรูปของคลื่นแผ่นดินไหว (Seismic Wave)"*

ในบางครั้งการปรับตัวครั้งใหญ่ ๆ แต่ละครั้งก่อให้เกิดความหายนะ และภัยพิบัติต่อทรัพย์สิน บ้านเรือน และชีวิตมนุษย์เป็นจำนวนมาก (ดูตาราง 1.1) แต่ถ้าเริ่มต้นกันที่ตรงนี้ ดูเหมือนว่าแผ่นดินไหวน่าจะเป็นปรากฏการณ์ที่น่ากลัวจริงๆ แต่จากสถิติที่แสดงนี้ มีที่อยู่ใกล้บ้านเรามากที่สุดก็คือ จีนและอินเดียซึ่งอยู่ห่างออกไปจากประเทศไทยมากกว่า 1,000 กิโลเมตร

การสั่นไหวของแผ่นดินไหวไม่ว่าจะเป็นโดยธรรมชาติหรือไม่ ย่อมส่งผลกระทบออกมาในรูปการสั่นสะเทือนออกรอบทิศทาง (รูป1.1, ดูปัญญา จารุศิริ, 2532) ซึ่งจะมากจะน้อยขึ้นอยู่กับขนาดของแผ่นดินไหวแต่ละครั้ง

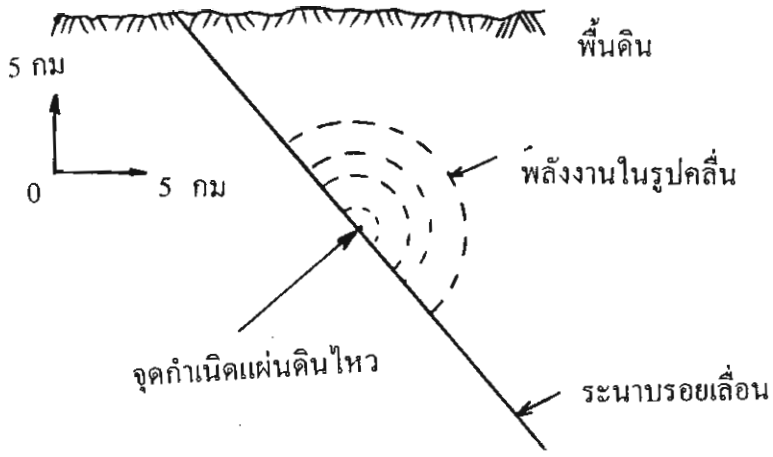
**1.3 ขนาดและความรุนแรงของแผ่นดินไหว**

ขนาดแผ่นดินไหว (Magnitude) เป็นค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวจากการตรวจวัดที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณพลังงานที่ถูกปลดปล่อยออกมา ณ จุดศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวแต่ละครั้ง(รูป1.1)ซึ่งคำนวณได้จากความสูงที่บันทึกได้จากเครื่องตรวจวัด มีหน่วยเป็นริคเตอร์ (Richter)

ริคเตอร์เป็นชื่อของนักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันซึ่งค้นคิดวิธีการคำนวณขนาดของแผ่นดินไหว ดังนั้นเพื่อให้เป็นเกียรติจึงเรียกหน่วยของแผ่นดินไหวว่า "ริคเตอร์"

ขนาดแผ่นดินไหวเป็นปริมาณที่สัมพันธ์กับพลังงานแผ่นดินไหวคำนวณได้จากความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้ด้วยเครื่องมือตรวจแผ่นดินไหว ขนาดแผ่นดินไหวตามทฤษฎีไม่มีขีดจำกัด แต่ในความเป็นจริงยังไม่มีขนาดแผ่นดินไหวใดเกิดขึ้นเกิน 9.0 ริคเตอร์ (รูป 1.2) แสดงวิธีการหาค่าหาว่าแผ่นดินไหวที่เกิดคิดเป็นระดับที่เท่าใดของมาตราริคเตอร์ ณ จุดที่วัด

ความรุนแรงของแผ่นดินไหว(Earthquake Intensity) วัดได้โดยความรู้สึกของการสั่นสะเทือน และความเสียหายของทรัพย์สินที่เกิดจากการสั่นไหวของแผ่นดิน(ดูตาราง 1.1) เป็นตัวกำหนดแบ่งออกเป็น12 อันดับ เรียกว่ามาตราเมอร์แคลลี่ (Mercalli Intensity) มีรายละเอียดอยู่ในตาราง 1.2 ส่วนตาราง 1.3 เปรียบเทียบขนาดกับความรุนแรงของแผ่นดินไหว และความรุนแรงกับอัตราเร่งของพื้นดิน




รูป 1.1 การกำเนิดแผ่นดินไหว และพลังงานในรูปคลื่นความสั่นสะเทือนหรือคลื่นแผ่นดินไหวที่ปลดปล่อยออกมา

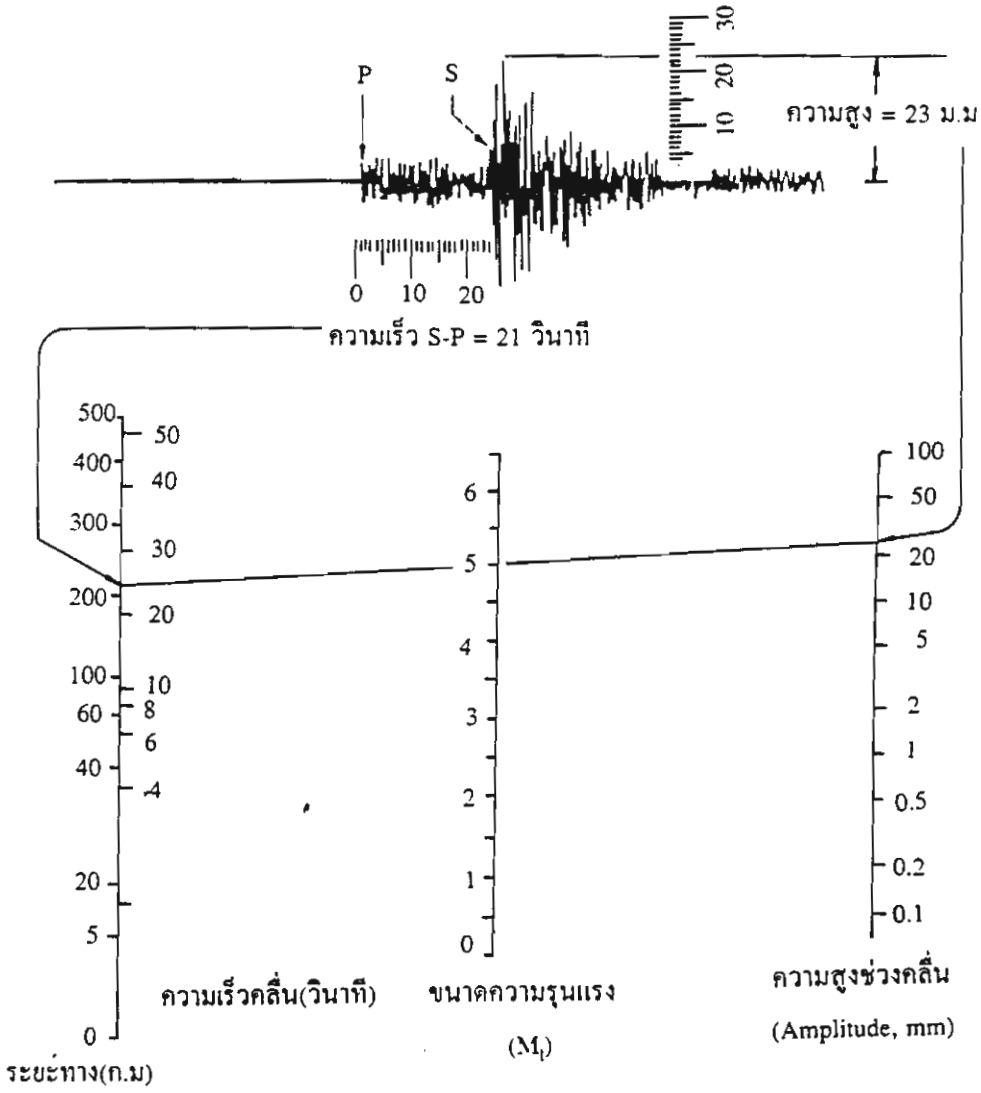
ก. ขั้นตอนในการคำนวณหาขนาดแผ่นดินไหวที่วัดได้ ณ สถานีวัด ($M_l$) ดูรูป ข. ประกอบ

ก.1 วัดเวลาที่แตกต่างกันระหว่างคลื่นปฐมภูมิ (P) และคลื่นทุติยภูมิ (S) ออกมาเป็นระยะทาง เช่น กรณีนี้ได้ 24 วินาที

ก.2 วัดความสูงของการสั่นไหวได้ 23 มม.

ก.3 ถ้ากำหนดจุดลงไปบนมาตราส่วนในรูป ข. ลากเส้นต่ออ่านค่าที่ได้ในมาตราส่วนเส้นกลางในที่นี้ได้ 5 นั่นคือค่าของขนาดแผ่นดินไหว

ข. Nomagram ที่ใช้คำนวณหาขนาดแผ่นดินไหว




รูป 1.2 การคำนวณหาขนาดของแผ่นดินไหวมาตราริคเตอร์ ณ จุดที่วัด

ตาราง 1.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับแผ่นดินไหวจากทั่วโลกที่ทำให้เกิดความสั่นเสียหายร้ายแรงในปี 2519

| วัน-เดือน | สถานที่ | ผู้เสียชีวิต(คน) | ขนาด(ริคเตอร์) |
|---|---|---|---|
| 4 กุมภาพันธ์ | กัวเตมาลา | 23,000 | 7.5 |
| 6 พฤษภาคม | อิตาลี | 900 | 6.5 |
| 25 มิถุนายน | อิหร่าน | 6,000 | 7.1 |
| 28 กรกฎาคม | ตังฉาน,จีน | 650,000 | 8.2 |
| 16 สิงหาคม | ฟิลิปปินส์ | 2,000 | 7.8 |
| 24 พฤศจิกายน | ตุรกี | 4,000 | 7.9 |

* รวมผู้เสียชีวิตมากกว่า 700,000 คน

ตาราง 1.2 มาตราวัดความรุนแรง หรืออันดับความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวของเมอร์-แคลลี่ (THE MODIFIED MERCALLI INTENSITY, 1931)

| SCALE (อันดับ) | คำอธิบาย |
|---|---|
| I | เป็นอันดับที่อ่อนมาก ตรวจวัดได้โดยเครื่องมือตรวจแผ่นดินไหวเท่านั้น |
| II | รู้สึกได้เฉพาะบางคนที่อยู่นิ่ง ๆ โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในอาคารชั้นบน ๆ สิ่งของที่แขวนไว้อาจแกว่งไกว (I ถึง II ของมาตรารอสซี-ฟอเรล) |
| III | จะรู้สึกหรือสังเกตว่ามีแผ่นดินไหวได้สำหรับผู้ที่อยู่ในบ้านโดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในอาคารชั้นสูง ๆ แต่บุคคลส่วนใหญ่จะยังไม่ทราบว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น รถยนต์ที่จอดอยู่อาจแกว่งไกวได้บ้างเล็กน้อย การสั่นสะเทือน คล้าย ๆ กับเมื่อมีรถยนต์บรรทุกแล่นผ่าน สามารถกำหนดระยะเวลาของการสั่นไหวได้ ( III ของมาตรารอสซี - ฟอเรล ) |
| IV | ถ้าเกิดในเวลากลางวันผู้ที่อยู่ในบ้านจะรู้สึกกันทั่วไป แต่ผู้ที่อยู่นอกบ้านจะมีผู้รู้สึกว่าเกิดแผ่นดินไหวได้น้อยคน ถ้าเป็นตอนกลางคืนผู้ที่นอนหลับอยู่จะตกใจตื่นถ้วยชามหน้าต่างประตูจะสั่นหรือลั่น ฝาผนังจะมีเสียงร้าวมีความรู้สึกคล้ายๆกับรถยนต์บรรทุกของหนักชนอาคาร รถยนต์ที่จอดอยู่สั่นไหวสังเกตได้ชัดเจน ( IV ถึง V ของมาตรารอสซี - ฟอเรล) |
| V | รู้สึกว่ามีแผ่นดินไหวเกือบทุกคน หลาย ๆ คนตื่นตระหนก ถ้วยชามหน้าต่าง ฯลฯ แตกหรือลั่น รูปปั้นปูนปลาสเตอร์ร้าววัตถุที่ไม่มั่นคงล้มคว่ำ ต้นไม้ เสา และวัตถุที่แขวนไว้ในที่สูงแกว่งไกว บางครั้งสังเกตเห็นได้ชัด นาฬิกาที่ใช้ลูกตุ้มอาจหยุดแกว่ง ( VI ถึง VII ของมาตรารอสซี-ฟอเรล ) |
| VI | รู้สึกว่าเกิดแผ่นดินไหวได้กันทุกคนหลายๆ คนตกใจวิ่งออกนอกบ้าน เครื่องประดับใน |

| | |
|---|---|
| | บ้านที่เป็นของหนักๆ บางชิ้นเคลื่อน รูปปั้นปูนปลาสเตอร์แตกร่วงหรือปล่องไฟ เสียหายเล็กน้อย ( VI ถึง VII ของมาตราอสซี - ฟอเรล ) |
| VII | ทุกคนวิ่งออกนอกบ้าน เสียหายเล็กน้อยในอาคารที่ออกแบบและสร้างไว้ดี เสียหายเล็กน้อยถึงปานกลางในอาคารที่ก่อสร้างไว้ตามปกติธรรมดา เสียหายค่อนข้างมากในอาคารที่ก่อสร้างและออกแบบไว้ไม่ดี ปล่องไฟบางอันแตก คนที่กำลังขับขี่รถยนต์ก็สังเกตว่ามีแผ่นดินไหวได้ (VIII ของมาตราอสซี - ฟอเรล ) |
| VII | สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบไว้ดีเป็นพิเศษเสียหายเล็กน้อย แต่เสียหายค่อนข้างมากในอาคารธรรมดาซึ่งบางส่วนพังทะลาย เครื่องประดับบ้านขนาดใหญ่ จะล้มคว่ำ ทรายและโคลนถูกดันขึ้นมาเล็กน้อย ระดับน้ำในบึงเปลี่ยน ผู้ที่กำลังขับขี่รถยนต์จะขับขี่ไม่สะดวก (VIII ถึง IX ของมาตราอสซี่ ฟอเรล ) |
| IX | สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบไว้อย่างดีเสียหาย สิ่งที่อยู่ในโครงก่อสร้างที่ออกแบบได้ดีเสียหาย ศูนย์อาคารที่ก่อสร้างไว้มั่นคงเสียหายมากบางส่วนพังทะลาย ตัวอาคารเคลื่อนออกจากฐานราก เกิดรอยแยกของแผ่นดินเห็นได้ชัด ท่อน้ำที่ฝังไว้ใต้ดินแตก(IX ของมาตราอสซี่ - ฟอเรล ) |
| X | อาคารไม้บางหลังที่ก่อสร้างไว้อย่างดีพัง อิฐปูนร่วงจากโครงสร้างพร้อมฐาน เกิดแผ่นดินแยกชัดเจน รางรถไฟบิดงอ ดินจากชายฝั่ง หรือ ลาดชัน ถล่ม กองทรายโคลน เคลื่อนย้ายน้ำกระฉอกตามชายฝั่ง ( X ของมาตราอสซี - ฟอเรล ) |
| XI | อาคารคอนกรีตจะยังมีเหลืออยู่บ้างเพียงเล็กน้อย สะพานถูกทำลาย แผ่นดินเหลื่อมดันอย่างกว้างขวาง ท่อน้ำและท่อแก๊สใต้ดินแตกใช้การไม่ได้ ผิวพื้นโลกอูดนูนและเลื่อนไปในพื้นดินที่อ่อน รางรถไฟบิดงอมาก |
| XII | ทำลายหมดทุกสิ่งทุกอย่าง มองเห็นเป็นคลื่นบนพื้นดิน เส้นแนวสายตาและระดับบิดเบน วัตถุกระเด็นขึ้นไปในอากาศ (รวมทั้งผู้สังเกตุการณ์) |

(ดัดแปลง สุมาลี ประจวบ , 2533)

ตาราง 1.3 ความรุนแรงของแผ่นดินไหว เปรียบเทียบ กับขนาดแผ่นดินไหวและอัตราเร่งของพื้นดิน

*ก. ขนาดกับความรุนแรงของแผ่นดินไหว*

| ขนาด (MAGNITUDE) | ความรุนแรง (INTENSITY) | ระยะทาง (กม) (DISTANCE) |
|---|---|---|
| 3.0 - 3.9 | II - III | 24 |
| 4.0 - 4.9 | IV - V | 48 |
| 5.0 - 5.9 | VI - VII | 112 |
| 6.0 - 6.9 | VII - VIII | 200 |
| 7.0 - 7.9 | IX - X | 400 |
| 8.0 - 8.9 | X - XI | 720 |

( จาก EARTHQUAKE INFORMATION BULLETIN Vol. 13, NO. 4 )

*ข. ความรุนแรงกับอัตราเร่งของพื้นดิน*

| ความรุนแรง (INTENSITY) ( MM) | ความเร็วเฉลี่ย(AVERAGE PEAK VELOCITY) ( cm/sec ) | อัตราเร่งเฉลี่ย(AVERAGE PEAK ACCELERATION) ( g = 980 cm/sec$^2$) |
|---|---|---|
| I - III | - | - |
| IV | 1 - 2 | 0.015 g - 0.02g |
| V | 2 - 5 | 0.03 g - 0.04g |
| VI | 5 - 8 | 0.06 g - 0.07g |
| VII | 8 - 12 | 0.10 g - 0.15g |
| VIII | 20 - 30 | 0.25 g - 0.30g |
| IX | 45 - 55 | 0.50 g - 0.55g |
| X - XII | 60 | 0.60 g |

( จาก BOLT, 1978 )

## 1.4 เครื่องมือตรวจวัดและการหาจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหว

### *เครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหว*

ปัจจุบันเครื่องมือตรวจแผ่นดินไหว มี 2 แบบ คือ Seismograph และ Strong Motion Accelerograph

1. *Seismograph* เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อตรวจวัดความสั่นสะเทือนของพื้นโลก ซึ่งมีทั้งระบบ Short-Period Seismograph (ช่วงคลื่นสั้น) และ Long-Period Seismograph (ช่วงคลื่นยาว) เครื่องมือวัดระบบ Short-Period Seismograph หรือ SPS สามารถตรวจวัดแผ่นดินไหวในรัศมี 500 กิโลเมตร

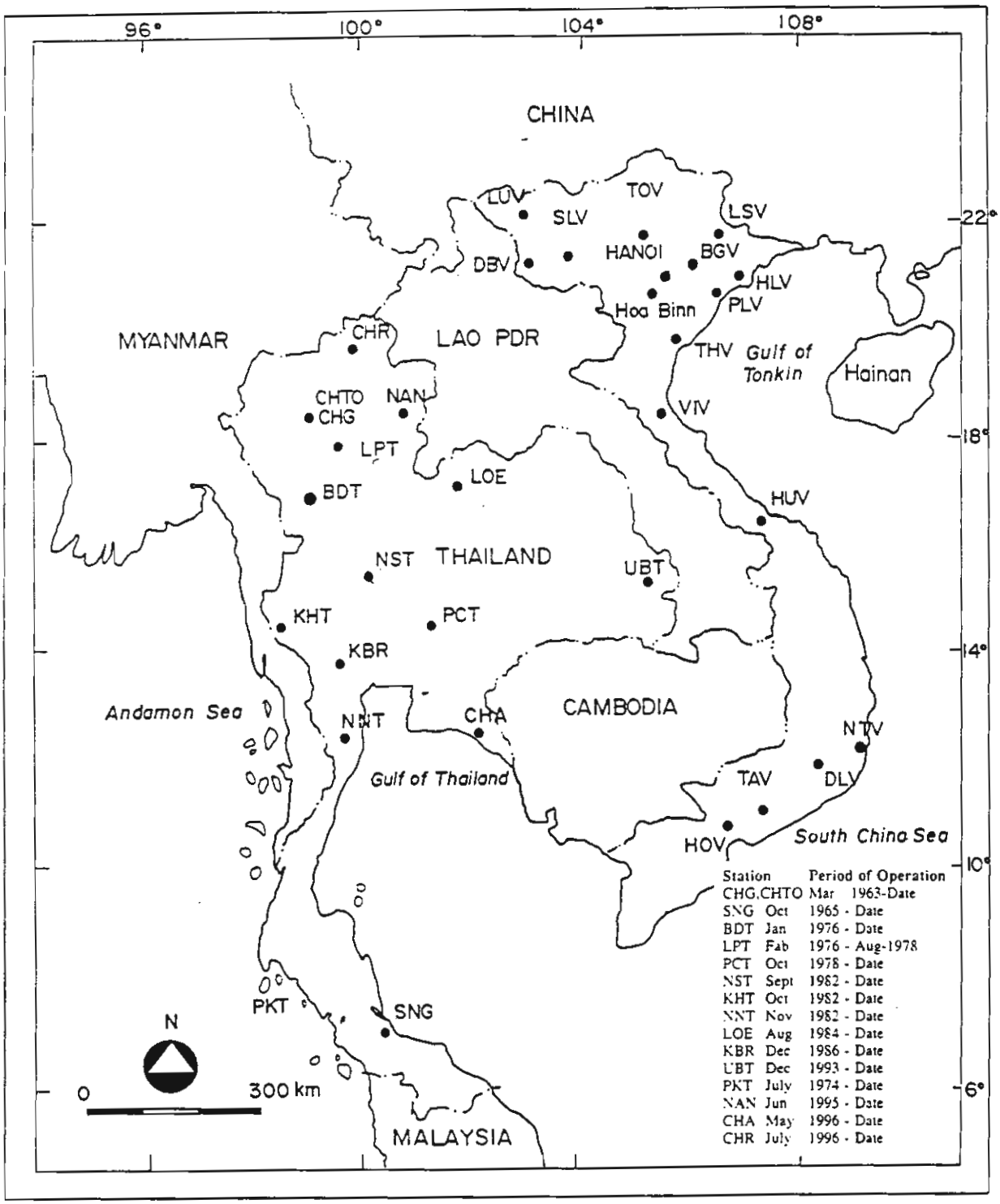
ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับระบบ Long-Period Seismograph หรือ LPS นั้นเป็นระบบที่สามารถตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหวไกล (Telesism Station) ซึ่งปัจจุบันมีอยู่ 19 แห่ง ทั้งระบบ analog และระบบ digital (รูป 1.3 ตาราง 1.4 และภาคผนวก ค) ซึ่งสามารถตรวจวัดได้ทั้งแผ่นดินไหวระยะใกล้และระยะไกล ข้อมูลที่บันทึกได้จากสถานีตรวจวัดเหล่านี้สามารถนำมาคำนวณหาสถานที่เกิด ระยะเวลาในการเกิด รวมทั้งขนาด และความลึกของจุดศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวได้

นอกเหนือจากสถานีทั้ง 19 แห่ง ซึ่งอยู่ในความดูแลของกรมอุตุนิยมวิทยาแล้ว การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ได้ดำเนินการติดตั้งเครื่อง Seismograph อีก 2 แห่ง คือที่ อ.แม่เมาะ จ.ลำปาง และ อ.เมือง จ.แม่ฮ่องสอน ซึ่งอยู่ในความดูแลรับผิดชอบของ กฟผ โดยตรง เพื่อเสริมโครงข่ายการตรวจวัดแผ่นดินไหวของประเทศไทย โดยเฉพาะในภาคเหนือ ภาคตะวันตก และตะวันตกเฉียงเหนือ นอกจากนั้นยังมีสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวของกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรืออีก 1 แห่งที่ จ.เชียงใหม่

2. *Strong Motion Accelerograph (SMA)* เป็นเครื่องมือที่ออกแบบเพื่อใช้วัดการสั่นสะเทือนอย่างรุนแรง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อหาค่าอัตราเร่งของพื้นดินในบริเวณนั้น ที่เกิดจากแผ่นดินไหวซึ่งวิศวกรสามารถนำค่าอัตราเร่งนี้ไปใช้ในการออกแบบสิ่งก่อสร้าง เพื่อให้มีความปลอดภัยจากการเกิดแผ่นดินไหว ปัจจุบันมีติดตั้งตามเขื่อนใหญ่ของ กฟผ. หลายแห่ง ได้แก่ ที่เขื่อนภูมิพล 3 เครื่อง เขื่อนสิริกิติ์ 1 เครื่อง เขื่อนศรีนครินทร์ 3 เครื่อง เขื่อนและอ่างเขาแหลม 5 เครื่อง เขื่อนรัชชประภา 3 เครื่อง รวมทั้งที่ กฟผ. สำนักงานใหญ่อีก 1 เครื่อง ส่วนกรมอุตุนิยมวิทยา มีเครื่อง SMA ติดตั้งไว้ที่ตึก กปร. โรงพยาบาลจุฬาฯ กรุงเทพมหานคร จำนวน 3 เครื่อง , สถานีดับเพลิงบางขุนนนท์ ,ลาดกระบัง ,สุทธิสาร ,พระโขนง , พญาไท สถานีละ 1 เครื่อง ส่วนนอกกรุงเทพฯ ได้แก่สถานีตรวจอากาศ เชียงราย , แม่ฮ่องสอน , แม่สะเรียง , แพร่ , ตาก , สุพรรณบุรี , อ่างทอง , อ. ทองผาภูมิ และ อ.ศรีสวัสดิ์ ที่ รพ. มหาราช จ.เชียงใหม่ 1 เครื่อง และบริเวณสถานีตรวจแผ่นดินไหวแบบdigitalอีก 11 แห่งรวมถึงจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยมีที่ อาคารใบหยก ถนนราชปรารภ, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาฯ. และที่กรมโยธาธิการ อีกอย่างละ 1 เครื่อง

*การหาจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว*

โดยทั่วไปเราเรียกตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวจริงๆ ใต้ผิวโลกลึกลงไปว่า จุดกำเนิดแผ่นดินไหว (Earthquake Focus หรือ Hypocenter) และเรียกตำแหน่งบนพื้นผิวโลกที่คลื่นแผ่นดินไหวเดินทางมาถึงก่อนว่า จุดเหนือแผ่นดินไหว(Epicenter) ซึ่งเป็นตำแหน่งบนผิวโลกเหนือถึงจุดที่เกิดแผ่นดินไหวจริง ๆ หรือเป็นจุดตัดบนผิวโลกจากการลากเส้นจากจุดศูนย์กลางของโลกมายังจุดที่เกิดแผ่นดินไหว และต่อเลยไปตัดผิวโลก ในทางธรณีวิทยาเราสามารถแบ่งจุดกำเนิดแผ่นดินไหว หรือการเกิดแผ่นดินไหวตามความลึกได้3 แบบ คือแผ่นดินไหวลึก ถ้าจุดที่เกิดอยู่ลึกกว่า 100 กิโลเมตร แผ่นดินไหวลึกปานกลาง ถ้าอยู่ระหว่าง 70-100 กิโลเมตร และแผ่นดินไหวตื้น ถ้าจุดที่เกิดลึกน้อยกว่า 70 กิโลเมตร




รูป 1.3 ตำแหน่งที่ตั้งสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวและปีที่ตั้ง (ดัดแปลงจาก Bott และคณะ, 1977 และ Nutalaya และคณะ 1983)

ตาราง 1.4 ข้อมูลเกี่ยวกับที่ตั้งของสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวของประเทศไทย

| รหัส* (CODE) | ชื่อสถานี (STATION NAME) | ตำแหน่งที่ตั้ง | | ความสูง(ม) (msl) | วันเปิดทำการ (DATE OPENED) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | LATITUDE | LONGTITUDE | | |
| CHG | เชียงใหม่ (CHIANG MAI) | 18° 48' 50.4" | 98° 56' 41.4" | 416 | มีนาคม 2506 (Mar 1963) |
| SNG | สงขลา (SONGKHLA) | 7° 10' 37.2" | 100° 36' 59.4" | 4 | ตุลาคม 2508 (Oct 1965) |
| BDT | เขื่อนภูมิพล (BHUMIBOL DAM) | 17° 14' 39.6" | 99° 00' 10.8" | 156 | มกราคม 2519 (Jan 1976) |
| PCT | ปากช่อง (PAK CHONG) | 14° 40' 51.0" | 101° 24' 39.6" | 360 | ตุลาคม 2521 (Oct 1978) |
| NST | นครสวรรค์ (NAKHON SAWAN) | 15° 40' 21.6" | 100° 07' 58.8" | 34 | กันยายน 2525 (Sep 1982) |
| KHT | เขื่อนเขาแหลม (KHAO LAEM DAM) | 14° 47' 05.4" | 98° 35' 33.0" | 173.3 | ตุลาคม 2525 (Oct 1982) |
| NNT | หนองพลับ (NONG PLAB) | 12° 35' 23.4" | 99° 44' 01.8" | 106.2 | พฤศจิกายน 2525 (Nov 1982) |
| LOE | เลย (LOEI) | 17° 24' 22.8" | 101° 43' 47.4" | 258.7 | สิงหาคม2527 (Aug 1987) |

* ดังแสดงในรูป 1.3

หลักการหาจุดที่เกิดแผ่นดินไหวทั่ว ๆ ไป คือ ต้องพยายามหาระยะทางจากจุดที่เกิดแผ่นดินไหวไปยังสถานีวัดให้ได้อย่างน้อย 3 สถานี (รูป 1.4) เรียกระยะระหว่างจุดที่เกิดแผ่นดินไหวไปยังสถานีวัดว่า Epicenteral Distance

เครื่องมือตรวจแผ่นดินไหวที่เรียก Seismograph นี้มีหลักทำงานอย่างง่าย ๆ คือ เครื่องมือที่ประกอบด้วยเครื่องรับความสั่นสะเทือนสามารถแปลงสัญญานสั่นสะเทือนเป็นสัญญานไฟฟ้า จากนั้นจึงถูกขยายด้วยระบบขยายสัญญาณ และแปลงกลับมาเป็นการสั่นไหวอีกครั้ง และในที่สุดบันทึกลงบนกระดาษที่ทำงานตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง พร้อมกับมีการบันทึกเวลาอย่างต่อเนื่อง ทำให้ทราบว่าคลื่นแผ่นดินไหว เดินทางมาถึงสถานีเมื่อใด และรัศมีการตรวจรับคลื่นแผ่นดินไหวสามารถตรวจคลื่นแผ่นดินไหวได้ทั่วโลก แต่ส่วนใหญ่การคำนวณตำแหน่ง เวลาเกิด ขนาดแผ่นดินไหว กรมอุตินิยมวิทยาจะคำนวณเฉพาะคลื่นใกล้ซึ่งอยู่ห่างจากสถานีไม่เกิน 1,000 กิโลเมตร

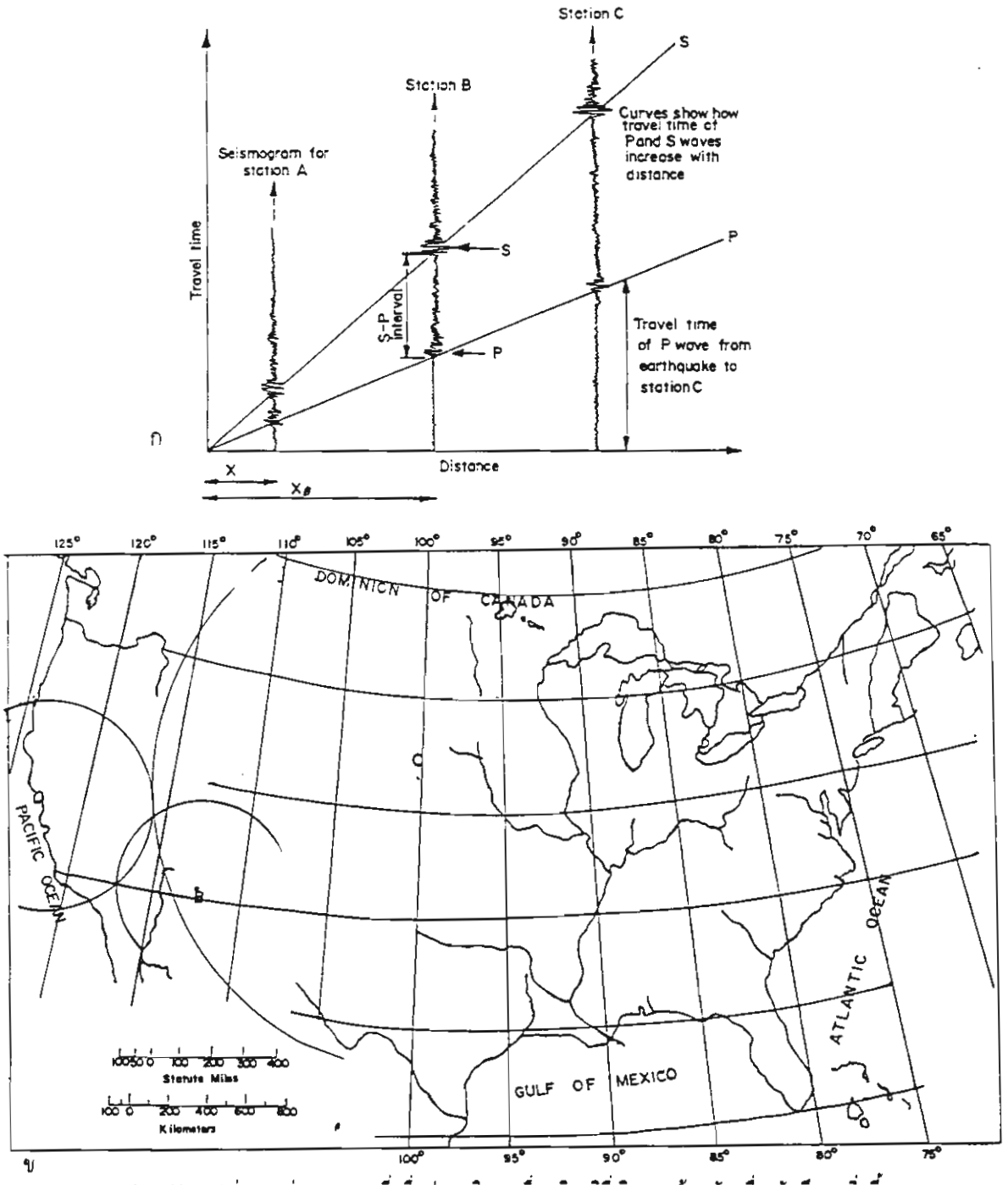
เครื่องมือ Strong Motion Accelerograph สามารถตรวจวัดอัตราเร่งของพื้นดินได้โดยอาศัย หลักการทำงานคล้ายๆ กัน แต่ข้อมูลที่ได้ต้องบันทึกลงบนฟิล์มหรือบันทึกตัวเลข ปัจจุบันมีติดตั้งบริเวณภาคเหนือ , ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ , ภาคใต้ , ภาคตะวันตก และกรุงเทพมหานคร รวมประมาณ 50 เครื่อง

### 1.5 หน่วยงานที่รับผิดชอบ

*หน่วยงานที่มีความรับผิดชอบหรือมีความเกี่ยวข้องเรื่องแผ่นดินไหวในประเทศไทย* ได้แก่ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรธรณี การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และกรมชลประทาน ปัจจุบันกิจกรรมด้านแผ่นดินไหวของชาติ มีคณะกรรมการแผ่นดินไหวแห่งชาติซึ่งประกอบด้วยหลายหน่วยงานรวมทั้งมหาวิทยาลัย และผู้เชี่ยวชาญด้านแผ่นดินไหวเป็นผู้ดำเนินงาน วางแผน ตั้งโครงการแผนงานต่าง ๆ เพื่อการป้องกันและบรรเทาภัยแผ่นดินไหวของชาติ มี นาวาเอก ดร.ขจิต บัวจิตติ เป็นประธานฯ (ปี พ.ศ. 2538) อธิบดีกรมอุตุนิยมวิทยา เป็นรองประธานฯ และฝ่ายภูมิฟิสิกส์ กองพยากรณ์อากาศ เป็นฝ่ายเลขานุการ

นอกจากนั้นหน่วยงานที่มีหน้าที่โดยตรง ในเรื่องของการตรวจแผ่นดินไหวได้แก่ฝ่ายภูมิฟิสิกส์ กองพยากรณ์อากาศ กรมอุตินิยมวิทยา ซึ่งมีเครือข่ายอยู่เกือบทั่วประเทศ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ซึ่งจัดตั้งเครือข่ายตรวจแผ่นดินไหวบริเวณเขื่อน และกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ซึ่งมีสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวบริเวณตอนเหนือของประเทศ

*เครือข่ายสถานีตรวจแผ่นดินไหวกรมอุตุนิยมวิทยา* ปัจจุบันมีสถานีตรวจแผ่นดินไหวทั้งหมด 12 แห่ง เป็นระบบ IRIS 1 แห่ง ที่จังหวัดเชียงใหม่ ระบบ WWSSN 1 แห่ง ที่จังหวัดสงขลา และเครื่องมือแบบ analog SPS อีก 10 แห่ง ได้แก่สถานีตรวจแผ่นดินไหวน่าน สถานีตรวจแผ่นดินไหวเขื่อนภูมิพล สถานีตรวจแผ่นดินไหวกาญจนบุรี สถานีตรวจแผ่นดินไหวเขื่อนเขาแหลม สถานีตรวจแผ่นดินไหวเลย สถานีตรวจแผ่นดินไหวอุบลราชธานี สถานีตรวจแผ่นดินไหวหนองพลับ สถานีตรวจแผ่นดินไหวภูเก็ตสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว เชียงราย จันทบุรี รวมถึงสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวระบบdigital 11แห่ง ซึ่งบางแห่งติดตั้งคู่กับระบบanalog




*ก) ความแตกต่างระหว่างระยะเวลาที่คลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิที่เดินทางเข้ามายังเครื่องบันทึกจะเพิ่มขึ้น ถ้าระยะทางจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวเพิ่มขึ้น ช่วงห่างของเวลาที่ตรวจจับที่สถานีต่างๆจะสัมพันธ์กับระยะเวลา travel times ของคลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ จะนำมาคำนวณหาระยะห่างระหว่างจุดเกิดแผ่นดินไหวกับเครื่องบันทึกได้*

*ข) เราสามารถกำหนดตำแหน่งของแผ่นดินไหวได้ ถ้าทราบระยะทางระหว่างจุดที่เกิดแผ่นดินไหวจากสถานีวัด (ในรูปคือ A, B, C)*

**รูป 1.4 หลักการคำนวณหาจุดเกิดแผ่นดินไหวอย่างง่าย (ปัญญา จารุศิริ และคณะ 2540)**

*ปัจจุบันกรมอุตุนิยมวิทยาให้บริการด้านข้อมูลแผ่นดินไหว และด้านวิชาการแผ่นดินไหวประเภท*

1. ข้อมูลด้านตรวจวัดตำแหน่งศูนย์กลางแผ่นดินไหวรวมถึงข้อมูลคลื่นแผ่นดินไหวระบบดิจิตอล
2. เวลาเกิด (วัน-เวลาที่เกิดแผ่นดินไหว)
3. ขนาดสถิติแผ่นดินไหวที่เคยเกิดในอดีต ความรู้วิชาการด้านแผ่นดินไหว และวิศวกรรมแผ่นดินไหว
4. การดำเนินงานของคณะกรรมการแผ่นดินไหวแห่งชาติ
5. ความร่วมมือในด้านการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างประเทศ ความร่วมมือด้านแผ่นดินไหวและวิศวกรรมแผ่นดินไหวระหว่างประเทศกับสาธารณรัฐประชาชนจีน สหรัฐอเมริกา อังกฤษ ญี่ปุ่น อาเซียน เป็นต้น

**1.6 ข้อปฏิบัติจากการเกิดแผ่นดินไหว**

*ข้อปฏิบัติในการป้องกันและบรรเทาภัยจากแผ่นดินไหว*

- ก่อนเกิดแผ่นดินไหวควรจัดเตรียมเครื่องอุปโภคบริโภคที่จำเป็น เช่น ถ่านไฟฉาย อุปกรณ์ดับเพลิง น้ำดื่ม น้ำใช้ อาหารแห้ง ไว้ใช้ในกรณีไฟฟ้าดับหรือกรณีฉุกเฉินอื่น ๆ
- ควรจัดหาเครื่องรับวิทยุ ที่ใช้ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ สำหรับเปิดฟังข่าวสารคำเตือน คำแนะนำและสถานการณ์ต่าง ๆ
- ควรจัดเตรียมอุปกรณ์นิรภัย สำหรับการช่วยชีวิต
- ควรเตรียมยารักษาโรคและเวชภัณฑ์ให้พร้อมที่จะใช้ในการปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- ควรจัดให้มีการศึกษาถึงการปฐมพยาบาล เพื่อเป็นการเตรียมพร้อมที่จะช่วยเหลือผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ หรืออันตรายให้พ้นขีดอันตรายก่อนที่จะถึงมือแพทย์
- ควรทราบตำแหน่งของวาล์ว เปิด-ปิดน้ำ ตำแหน่งของสะพานไฟฟ้าเพื่อตัดตอนการส่งน้ำและไฟฟ้า
- ควรยึดเครื่องเรือน เครื่องใช้ไม้สอยภายในบ้าน ที่ทำงาน และในสถานศึกษาให้ความมั่นคงแน่นหนา ไม่โยกเยกโคลงเคลงไปทำความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สิน
- ไม่ควรวางสิ่งของที่มีน้ำหนักมาก ๆ ไว้ในที่สูง เพราะอาจล่วงหล่นมาทำความเสียหายหรือเป็นอันตรายได้
- ควรมีการเตรียมการอพยพเคลื่อนย้าย หากถึงเวลาที่จะต้องอพยพควรมีการวางแผนป้องกันภัยสำหรับครอบครัว ที่ทำงาน และสถานศึกษา มีการชี้แจงบทบาทที่สมาชิกแต่ละบุคคลจะต้องปฏิบัติ มีการฝึกซ้อมแผนที่จัดทำไว้ เพื่อเพิ่มลักษณะ และความคล่องตัวในการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

*ขณะเกิดแผ่นดินไหว*

- *ให้ตั้งอยู่ในสติ อยู่ในที่ที่แข็งแรงปลอดภัย ห่างจากประตู หน้าต่าง สายไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า* และสิ่งห้อยแขวน
- ปฏิบัติตามคำแนะนำ ข้อควรปฏิบัติของทางราชการอย่างเคร่งครัดไม่ตื่นตระหนกจนเกินไป
- ไม่ควรทำให้เกิดประกายไฟ เพราะหากมีการรั่วซึมของแก๊สหรือวัตถุไวไฟ อาจเกิดภัยพิบัติจากไฟไหม้ ไฟลวก ซ้ำซ้อนกับแผ่นดินไหวเพิ่มขึ้นอีก
- ควรเปิดวิทยุรับฟังสถานการณ์ คำแนะนำคำเตือนต่าง ๆ จากทางราชการอย่างต่อเนื่อง
- ไม่ควรใช้ลิฟต์ เพราะหากไฟฟ้าดับอาจมีอันตรายจากการติดอยู่ภายใต้ลิฟท์
- มุดเข้าไปนอนใต้เตียงหรือตั่ง อย่าอยู่ใต้คานหรือสิ่งที่ ๆ มีน้ำหนักมาก
- อยู่ใต้โต๊ะที่แข็งแรง เพื่อป้องกันอันตรายจากสิ่งปรักหักพังร่วงหล่นลงมา
- อยู่ห่างจากสิ่งที่ไม่มั่นคงแข็งแรง
- ให้รีบออกจากอาคารเมื่อมีการสั่งการจากผู้ที่ควบคุมแผนป้องกันภัย หรือผู้ที่รับผิดชอบในเรื่องนี้หากอยู่ในรถ ให้หยุดรถจนกว่าแผ่นดินจะหยุดไหวหรือสั่นสะเทือนหลังเกิดแผ่นดินไหว
- ตรวจเช็คการบาดเจ็บ และการทำการปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บแล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บแล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลโดยด่วน เพื่อให้แพทย์ได้ทำการรักษาต่อไป
- ตรวจเช็คระบบน้ำ ไฟฟ้า หากมีการรั่วซึมหรือชำรุดเสียหาย ให้ปิดวาล์ว เพื่อป้องกันน้ำท่วมเอ่อ ยกสะพานไฟฟ้า เพื่อป้องกันไฟฟ้ารั่ว ไฟฟ้าดูด หรือไฟฟ้าช็อต
- ตรวจเช็คระบบแก๊ส โดยวิธีการดมกลิ่นเท่านั้น หากพบว่ามีการรั่วซึมของแก๊ส(มีกลิ่น) ให้เปิดประตูหน้าต่าง แล้วออกจากอาคาร แจ้งเจ้าหน้าที่ป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนผู้ที่รับผิดชอบได้ทราบในโอกาสต่อไป
- เปิดฟังข่าวสารและปฏิบัติตามคำแนะนำ จากทางราชการอย่างขวัญดีโดยตลอด
- ไม่ใช้โทรศัพท์โดยไม่จำเป็น (อาจใช้โทรศัพท์มือถือหรือวิทยุ)
- อย่ากดน้ำล้างส้วม จนกว่าจะมีการตรวจเช็คระบบท่อเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เพราะอาจเกิดการแตกหักของท่อในส้วม ทำให้น้ำท่วมเอ่อหรือส่งกลิ่นที่ไม่พึงปรารถนาออกมาทำลายสุขภาพจิต
- ให้ออกจากอาคารที่ชำรุดโดยด่วน เพราะอาจเกิดการพังทลายลงมาอย่างเร็ว
- ให้สวมรองเท้ายางเพื่อป้องกันสิ่งปรักหักพัง เศษแก้ว เศษกระเบื้อง
- ให้ไปรวมพล ณ ที่หมายที่ได้ตกลงนัดหมายกันไว้ และตรวจนับจำนวนสมาชิกว่าอยู่ครบหรือไม่
- ปล่อยให้เจ้าหน้าที่ได้เข้าปฏิบัติงานในบริเวณที่ได้รับความเสียหาย ผู้ไม่มีหน้าที่หรือไม่เกี่ยวข้อง ไม่ควรเข้าไปในบริเวณนั้น ๆ หากไม่ได้รับการอนุญาต
- ออกจากชายฝั่ง เพราะอาจเกิดคลื่นใต้น้ำที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงซัดฝั่งได้ แม้ว่าการสั่นสะเทือนของแผ่นดินจะสิ้นสุดลงแล้วก็ตาม

# บทที่ 2
# สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว

อาจกล่าวได้ว่ามนุษย์ได้พยายามหาคำตอบมาช้านานแล้วว่าแผ่นดินไหวเกิดมาได้อย่างไรซึ่งสามารถรวบรวมได้เป็น 2 รูปแบบด้วยกันคือ แผ่นดินไหวเกิดจากสิ่งเหนือธรรมชาติ (Supernatural) กับแผ่นดินไหวที่เกิดจากธรรมชาติ (Natural) พวกที่เชื่อว่าแผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์เหนือธรรมชาติยากต่อการพิสูจน์ ปัจจุบันก็ยังมีอยู่เฉพาะกับพวกเคร่งศาสนาโดยแนวความคิดหนักแน่นไปในรูปของพวกที่เชื่อเรื่องโลกแบนหรือโลกกลวง (Flatten Earth หรือ Hollw Earth) เช่นในประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นผลสืบเนื่องมาจากพวกยุโรปแต่สมัยโบราณเพราะมนุษย์ในสมัยนั้นมีความเข้าใจถึงธรรมชาติน้อยมาก เมื่ออธิบายไม่ได้ในตอนนั้นจึงต้องทึกทักเอาว่าเป็นสิ่งผิดธรรมชาติ ในเรื่องแผ่นดินไหวนี้ คนไทยสมัยโบราณก็คิดเหมือนกันว่าเป็นเพราะปลาอานนท์พลิกตัว เมื่อแบกรับโลกอยู่นานๆ ก็เกิดความเมื่อย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องเปลี่ยนท่าแบกเสียใหม่ให้หายเมื่อย(จะได้สมดุลใหม่) ในต่างประเทศเช่นญี่ปุ่นก็มีเรื่องเล่าหรือแนวคิดแบบนี้เหมือนกัน แต่ของเขาเป็นปลาดุกยักษ์แทน (ภาษาญี่ปุ่น เรียก Namazu) ซึ่งก็เกิดการขยับตัวเหมือนกัน(คงจะให้เกิดการสมดุลย์อีกนั่นแหละ)

ต่อมามนุษย์เริ่มรู้จักการสังเกตและเริ่มหาเหตุผลที่เป็นระบบมากขึ้น มีการประดิษฐ์เครื่องมือต่างๆ มาช่วยการค้นหาคำตอบมากมาย ด้วยเหตุนี้ ณ ประเทศจีน เมื่อ 1,800 กว่าปีมาแล้วได้มีนักปราชญ์จีนชื่อ ฉางเฮง (Chang Heng ) ประดิษฐ์เครื่องมือตรวจจับคลื่นสั่นสะเทือนได้เป็นครั้งแรกของโลก ต่อมาวิชาการแขนงนี้ก็ได้พัฒนาไปอย่างมากมาย จนกระทั่งพบว่าแผ่นดินไหวนั้นไม่ได้เกิดกระจัดกระจายทั่วไปในส่วนต่างๆ ของโลกโดยไม่มีระบบหรือแบบแผน แต่กลับมีกระจัดกระจายอยู่เป็นแนวหรือบริเวณจำกัด

## 2.1 ชนิดของการเกิดแผ่นดินไหว

ในที่นี้เราจัดจำแนกชนิดของการเกิดแผ่นดินไหว เราสามารถแบ่งได้ออกเป็น 2 ชนิด คือ

1) แผ่นดินไหวจากธรรมชาติ (Natural Earthquake)

2) แผ่นดินไหวจากมนุษย์ (Artificial Earthquake หรือ Man-made Earthquake)

ชนิดแรกจากธรรมชาติสามารถแบ่งย่อยออกได้เป็น 2 ประเภท คือ แผ่นดินไหวที่เกิดจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก (Tectonic-involving earthquake) และแผ่นดินไหวจากการระเบิดของภูเขาไฟ (Volcanic earthquake)

ชนิดที่สองจากมนุษย์ที่สำคัญได้แก่ แผ่นดินไหวจากระเบิดปรมาณู (Atomic-bomb earthquake) แผ่นดินไหวจากการกักน้ำในเขื่อน (Reservoir - induced earthquake หรือ RIE) และจากการระเบิดหน้าเหมือง (Quarry-Front earthquake) การใช้ประโยชน์จากน้ำใต้ดิน น้ำพุร้อน และขบวนการผลิตน้ำมัน (Fluid extraction & injection) รวมทั้งการระเบิดเพื่อสำรวจ เพื่อก่อสร้าง เพื่อการทำลายตึก ด้วยของหนักๆ

อาจกล่าวได้ว่าการเกิดแผ่นดินไหวทั้งหมดทุกรูปแบบนี้สามารถตรวจจับได้ด้วยเครื่องบันทึกความสั่นสะเทือน (Seismograph) ได้ทั้งหมด หนังสือทางธรณีวิทยาเบื้องต้นหลายเล่ม (เช่น Press & Servier,1980, ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2540 ) ได้รายงานว่าแม้แต่มดเดินเพียงหนึ่งก้าวใกล้ ๆ เครื่องบันทึกแบบใช้แสงที่เรียกว่า Optical Seismograph ก็สามารถตรวจจับการไหวสะเทือนได้ ในปัจจุบันเครื่องมือบันทึกได้พัฒนาไปมากมีการรายงานว่า ถ้าหากให้ตำแหน่งระหว่างนครนิวยอร์กและนครลอนดอนเคลื่อนไปจากเดิม 1 ซม เครื่องมือดังกล่าวนี้ก็สามารถตรวจจับได้อย่างง่ายดาย เพราะสิ่งใดๆก็ตามที่มีการเคลื่อนที่สัมผัสกับอีกสิ่งหนึ่งย่อมก่อให้เกิดคลื่นสั่นสะเทือนซึ่งสามารถตรวจจับได้ทั้งนั้น

แต่แผ่นดินไหวที่มีขนาดใหญ่ ๆ(คือตั้งแต่ขนาด 5-6 ริคเตอร์ขึ้นไป) มักเป็นแผ่นดินไหวธรรมชาติที่เกิดภายในโลกเนื่องจากภาวะในเปลือกโลกอยู่ในภาวะกดดันหรือไม่สมดุลย์(ดูรายละเอียดในส่วนถัดไป) มากกว่าที่จะเกิดจากแผ่นดินไหวที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์มากมายหลายเท่า

แผ่นดินไหวจากการระเบิดของภูเขาไฟ เป็นแผ่นดินไหวตามธรรมชาติอีกรูปแบบหนึ่งที่เกิดจากการที่หินหนืดจากกระเปาะภายในโลกลึกตั้งแต่ 3-20 กิโลเมตรเคลื่อนที่ขึ้นมาสู่ผิวโลก ความแรงของการขับเคลื่อนหินหนืดปริมาณมาก ๆ มีผลทำให้เกิดแรงดันจนเกิดเป็นคลื่นความสั่นสะเทือนและเกิดแผ่นดินไหวในที่สุด

**2.2 ทฤษฎีกลไกการเกิดแผ่นดินไหว (Earthquake mechanism)**

กลไกการเกิดแผ่นดินไหวเท่าที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบัน สามารถอธิบายได้ด้วย 2 ทฤษฎี คือ

1. *ทฤษฎีที่ว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก* (Dilatation source theory) ซึ่งเชื่อว่าแผ่นดินไหวเกิดจากการที่เปลือกโลกเกิดการคดโค้งโก่งงออย่างฉับพลัน และเมื่อวัตถุขาดออกจากกันจึงปลดปล่อยพลังงานกลออกมาในรูปคลื่นแผ่นดินไหว

2. *ทฤษฎีที่ว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ* (Elastic rebound theory) ซึ่งเชื่อว่าแผ่นดินไหวเกิดจากการสั่นสะเทือน อันเป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน(Fault) ดังนั้นเมื่อเกิดการเคลื่อนที่ถึงจุดหนึ่งวัตถุจึงขาดออกจากกัน และเสียรูปอย่างมากพร้อมกับการปลดปล่อยพลังงานออกมา และหลังจากนั้นวัตถุก็คืนตัวกลับสู่รูปเดิม

ในปัจจุบันทฤษฎีหลังดูเหมือนว่าได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง เพราะสามารถหาความสัมพันธ์ของแผ่นดินไหวกับความยาวรอยเลื่อน โดยอาศัยสูตร

$$Log\ D = 0.57M - 3.39$$

เมื่อให้ D = ความยาวรอยเลื่อน(ฟุต) และ M = ขนาดแผ่นดินไหว(ริคเตอร์)

โดยที่ความยาวรอยเลื่อนอาจได้จากข้อมูลในภาคสนามหรือจากภาพจากดาวเทียม&ภาพถ่ายทางอากาศตามที่ได้กล่าวแล้วในตอนท้ายๆของส่วนนำ จุดที่เกิดแผ่นดินไหวหรือการกระจายตัวของตำแหน่งที่เกิดแผ่นดินไหวนั้นเป็นไปอย่างมีระเบียบแบบแผนและกลไกการเกิดแผ่นดินไหวทั้งสองลักษณะนี้ทำให้ต้องกลับมาถามว่าเพราะเหตุใดแผ่นดินไหวจึงมักเกิดแถบนั้นตรงนั้น และด้วยวิธีนี้ ทฤษฎีหนึ่งที่เป็นที่ยอมรับกันทั่ว

ไปในปัจจุบัน ก็คือ ทฤษฎีธรณี(วิทยา)แปรสัญฐาน หรือ Theory of Plale Tectonics ซึ่งเป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลก(Lithosphere) ไปบนฐานธรณี (Asthenosphere)

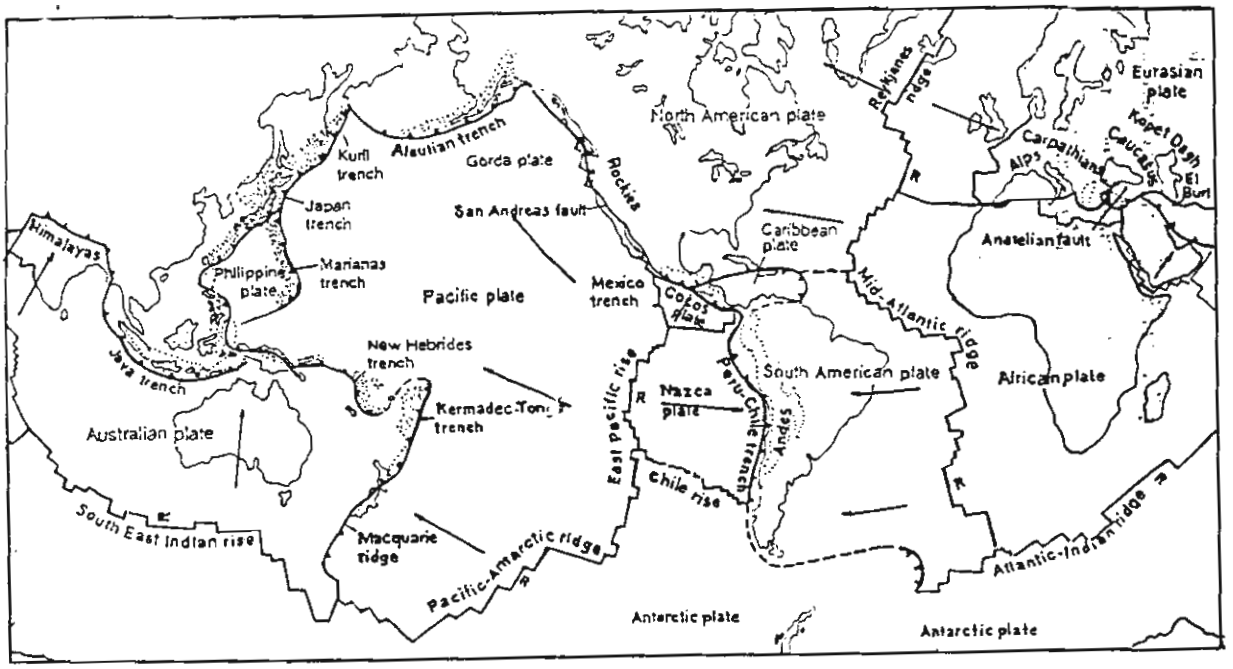
กล่าวโดยย่อทฤษฎีนี้เชื่อว่า พื้นผิวโลกประกอบด้วยแผ่นต่างๆ หลายแผ่น (เชื่อว่าประมาณ 10 แผ่น ดูรูป 2.1) ใหญ่บ้างเล็กบ้างต่อกันแบบตัวต่อ (Jigsaw puzzle) ที่ขายกันตามท้องตลาด เรียก Lithospheric plate (หรือแผ่นเปลือกโลก) แผ่นที่เกิดบางส่วน ก็เป็นพื้นดิน บ้างก็เป็นพื้นน้ำ ในรูป 2.1 แผ่นอเมริกาเหนือ (North America Plate ) ก็เป็นที่ตั้งของทวีปอเมริกาเหนือ แผ่นอินโดออสเตรเลีย (Indo-Australian Plate ) ก็ประกอบด้วย ประเทศอินเดียไล่ลงมาทางตอนใต้สู่พื้นมหาสมุทรอินเดียผ่านไปจนถึงทวีปออสเตรเลีย อนึ่ง ประเทศไทยอยู่บนแผ่นยูเรเซียน (Eurasian Plate) นี้

แผ่นหรือ Plate เหล่านี้ มีความหนาตั้งแต่ 5 - 80 กิโลเมตรกล่าวคือ โดยทั่วไปแผ่นที่รองรับมหาสมุทร (Oceanic Plate ) จะมีความหนาไม่มากนักประมาณ 5 - 8 กิโลเมตร ในขณะที่แผ่น(เปลือกโลก)ที่รองรับพื้นดินหรือแผ่นทวีป (Continental Plate ) มักมีความหนามากกว่า คือหนาประมาณ 30 - 80 กิโลเมตร แผ่นเปลือกโลกที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ โดยวางตัวอยู่บนชั้นหินซึ่งมีลักษณะค่อนข้างอ่อนตัว(Soft)กว่า ในทางธรณีวิทยาเรียกว่าฐานธรณีภาค หรือแอสทิโนสเฟียร์(Asthenosphere) ซึ่งที่นี่จะมีการถ่ายเทอุณหภูมิจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง และก่อให้เกิดแรงผลักดัน ทำให้แผ่นเปลือกโลกซึ่งลอยตัวอยู่ข้างบนนั้นเคลื่อนที่ไปได้ จากการศึกษาพบว่า การเคลื่อนที่ของแผ่นซึ่งลอยอยู่ข้างบนนั้นมีการเคลื่อนที่ที่มีทิศทางที่เป็นระบบ ( ลูกศรในรูปที่ 2.1 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก)

การที่แผ่นต่าง ๆ เหล่านี้มีการเคลื่อนที่หรือขยับตัวอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นการกระทบกระทั่งที่ขอบหรือรอยต่อของแผ่นดังกล่าว จึงเกิดขึ้นได้เป็นธรรมดาเช่นกัน แต่เนื่องจากแผ่นดังกล่าวนั้นมีความหนาบางไม่เท่ากันอีกทั้งยังมีความแข็งอ่อนไม่เท่ากัน จึงทำให้เกิดโครงสร้างต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนตัวของแผ่นอีกมากมาย เช่น การเคลื่อนที่เข้าหากัน(Convergent Plate Motion ) ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1. การมุดตัว (Subduction) เป็นโครงสร้างที่เกิดขึ้นในลักษณะที่เปลือกโลกแผ่นหนึ่ง มุดลงใต้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งดังแสดงในรูป2.2 แผ่นที่บางกว่าและอ่อนกว่าซึ่งมักจะเป็นแผ่นมหาสมุทร (Oceanic Plate ) มุดลงอยู่ลงในข้างใต้แผ่นทวีปซึ่งมีความแข็ง (Rigid) และหนากว่า กรณีนี้มักจะเกิดขึ้นโดยทั่วไป และมักจะก่อให้เกิดแผ่นดินไหวที่ปรากฏให้เห็นอยู่บ่อย ๆ เช่น กรณีแผ่นดินไหวที่เมืองเม็กซิโก ในปี 2528 หรือแผ่นดินไหวที่มหานครซานฟรานซิสโก ในปี 2532 กล่าวคือ แผ่นดินไหวมักจะเกิดบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นที่มุดลงไปกับแผ่นที่อยู่ข้างบน แผ่นดินไหวส่วนใหญ่จึงมีจุดกำเนิดอยู่ลึก ๆ ( Deep - focus Earthquake ) และหลายครั้งที่มีอันตราย

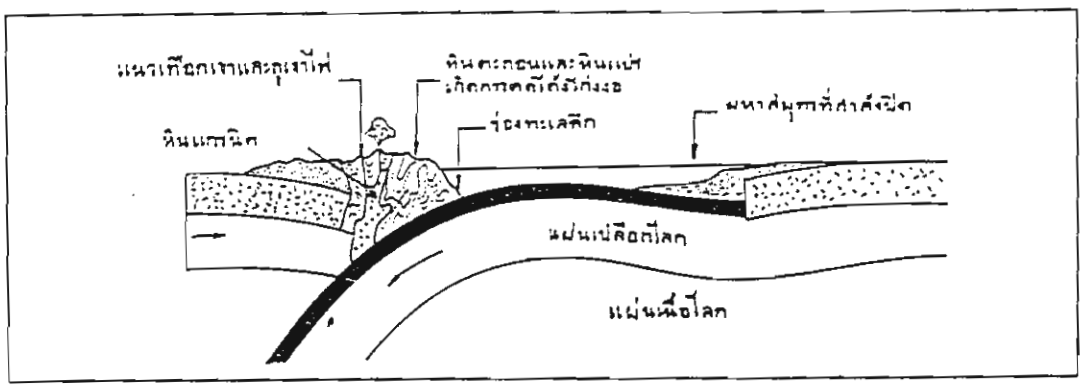
2. การชนกัน(Collision) เกิดจากการที่แผ่นทวีปหนึ่งเคลื่อนตัวชนกับแผ่นทวีปอีกแผ่นหนึ่ง (รูป 2.3) ซึ่งมีความหนาและแข็งทั้งคู่ ซึ่งกรณีนี้ส่วนใหญ่จะไม่ทำให้เกิดการมุดตัวดังเช่นกรณีแรก แต่จะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพทางธรณีวิทยา แสดงลักษณะเป็นภูเขาสูง เช่น ในกรณีของเทือกเขาหิมาลัย เป็นต้น (ดูรูป 2.3) การเคลื่อนตัวชนกันของแผ่นเปลือกโลกลักษณะนี้ ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ ๆ ได้




แนวการมุดตัว แนวรอยเลื่อน R สันสมุทร

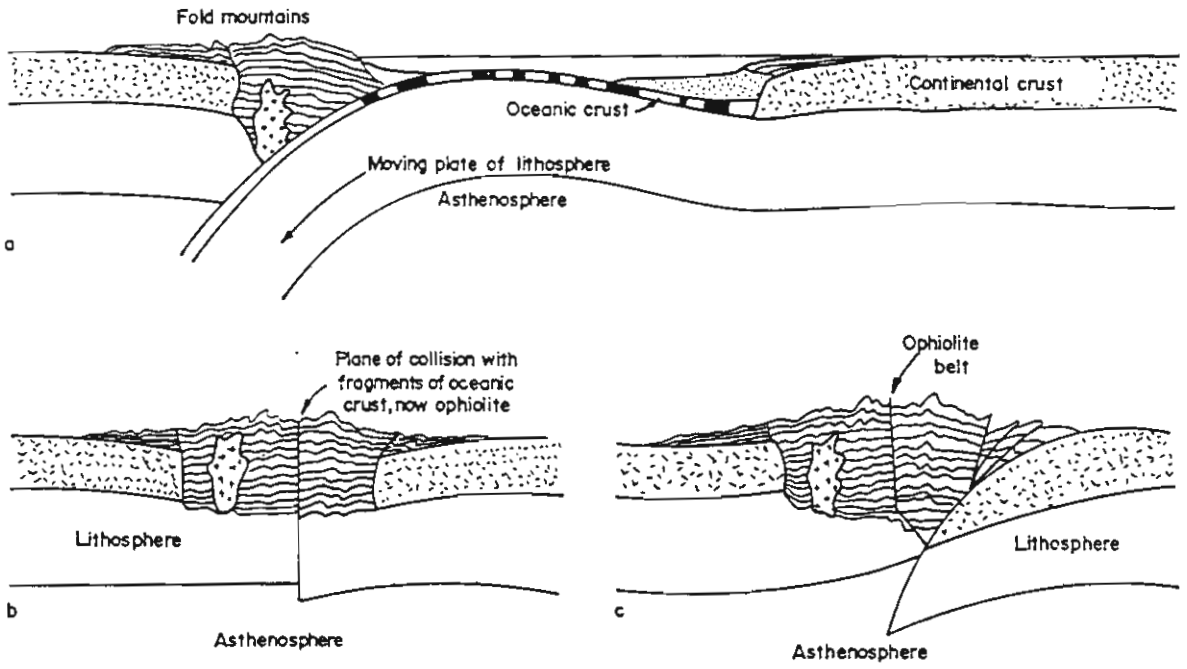
..... แนวรอยต่อระหว่างแผ่น (ไม่แน่ชัด) ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่น พื้นที่ที่เกิดแผ่นดินไหวระดับลึก

รูป 2.1 แผนที่โลกแสดงการกระจายตัวของแผ่นเปลือกโลก (Lithospheric plate) ลูกศรหมายถึงทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกที่เกิดการเคลื่อนที่ไปจากสันสมุทร




*เมื่อแผ่นเปลือกโลกชนกัน โดยทั่วไปจะมีแผ่นหนึ่งมุดตัวลงล่าง แผ่นที่วางทับอยู่ข้างบนจะถูกอัดและยกตัวสูงขึ้นและทำให้เกิดร่องลึก (deep-sea trench) ซึ่งก็คือส่วนที่ลึกที่สุดในมหาสมุทร แนวเทือกเขาสูง ภูเขาไฟ และแผ่นดินไหวที่มีความรุนแรง ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะสัมพันธ์กับบริเวณที่มีการชนกันของแผ่นเปลือกโลกดังกล่าว*

รูป 2.2 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบมุดตัว (subduction) ของเปลือกโลกแผ่นหนึ่งลงไปใต้เปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่งตามทฤษฎีการแปรสัณฐาน (geotectonics)




การเกิดการคดโค้ง เนื่องจากการชนกันของแผ่นเปลือกทวีป 2 ทวีป

A) ชนกันแล้วเกิดเป็นเทือกเขาอย่างในทวีปอเมริการใต้ทางตะวันตก

B) ชนกันแล้วเพิ่มขนาดของระบบภูเขาเช่น เทือกเขาหิมาลัย และแอล์ป

C) ชนกันแล้วเกิดการเลื่อนตัวย้อนได้ เช่น เทือกเขาแถบน่าน และอุตรดิตถ์

รูป 2.3 ลักษณะการเคลื่อนที่เข้าหากันแบบชนกัน (collision) ของเปลือกโลกสองแผ่นจนก่อเกิดภูขาสูงได้

เช่น ที่ประเทศตุรกี อิหร่าน โรมาเนีย และ ในประเทศจีน เป็นต้น แผ่นดินไหวที่สัมพันธ์กับโครงสร้างชนิดนี้มักจะมีขนาดใหญ่อยู่ลึก ก่อให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและชีวิตมนุษย์มาก

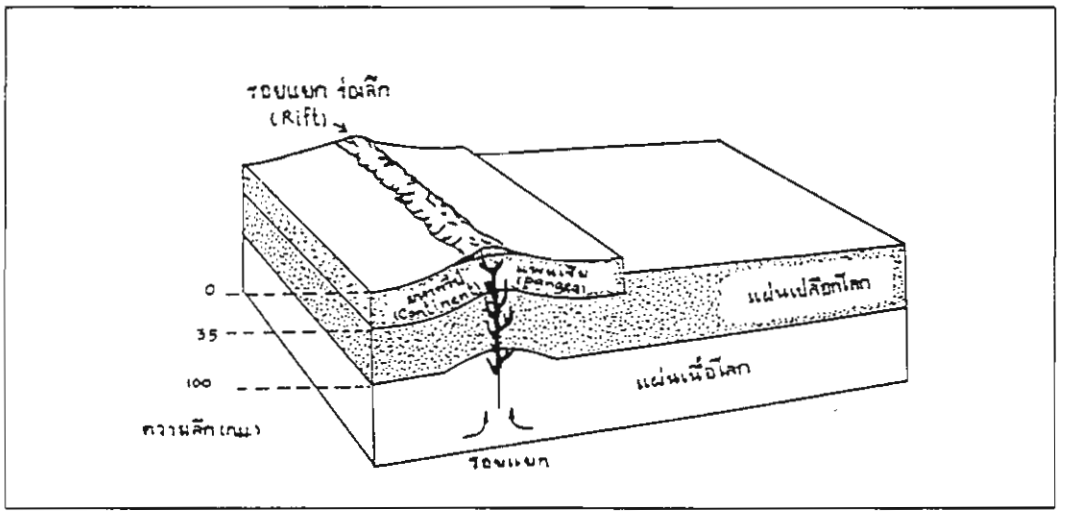
นอกจากนั้นก็มีการเคลื่อนที่ออกจากกัน ( Divergent Plate Motion ) ซึ่งคือการแยกตัวออกจากกัน (Spreading) การแยกตัวออกจากกันนี้ เป็นสภาพที่เปลือกสมุทรหรือพื้นมหาสมุทรเกิดการแยกตัวออกจากกันในบริเวณสันกลางสมุทร (Mid-Oceanic Ridge) ที่บริเวณนี้หินหลอมละลาย (Magma) จะดันตัวขึ้นมาตามรอยแยกนี้ และอัดหรือดันตัวออกไปทางด้านข้าง (รูป 2.4) มองดูก็คล้าย ๆ กับการผลิตแผ่นมหาสมุทรใหม่ขึ้นมาแทนที่แผ่นเก่าซึ่งมุดลงอีกข้างหนึ่งของมหาสมุทร แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นบริเวณนี้จึงมักมีขนาดเล็ก แต่ก็เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา โดยมากมักไม่ทำความเสียหายหรือก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ เนื่องจากอยู่ห่างไกลออกไปในทะเล เช่น บริเวณสันกลางมหาสมุทรแอตแลนติก แต่เมื่อสันนี้ผ่านไปบนเกาะก็จะทำให้เกิดอันตรายได้ เช่น ที่เกาะไอซ์แลนด์ เป็นต้น โดยทั่วไปมักเป็นแผ่นดินไหวที่มีขนาดเล็ก และระดับตื้น (Shallow - focus Earthquakes)

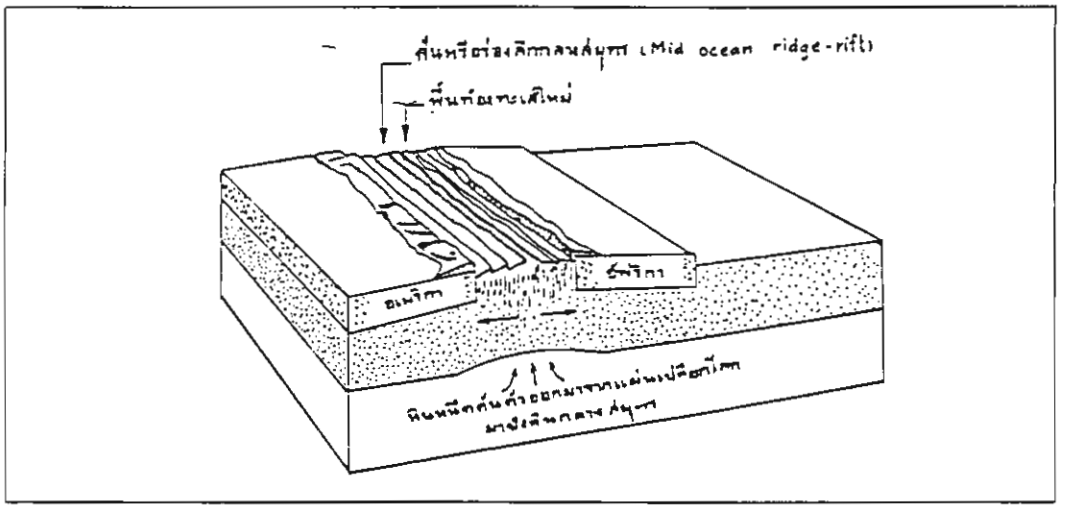
การเคลื่อนที่แบบสุดท้าย คือ การเคลื่อนที่ผ่านกัน (Transform Plate Motion ) เป็นการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกสองแผ่นผ่านกันไป (ดูรูป 2.5) การเคลื่อนที่แบบนี้มักเกิดขึ้นในทะเล ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวระดับตื้นและไม่ค่อยทำความเสียหายเท่าใด เพราะส่วนใหญ่มีจุดกำเนิดอยู่ในทะเลดังกล่าวเกิดอยู่บนแผ่นดิน เช่น ที่เกิดในรัฐคาลิฟอร์เนีย ประเทศอเมริกาจะปรากฏเป็นรอยเลื่อนยักษ์ ซึ่งเรียก San Andreas Fault (หรือรอยเลื่อนซานแอนเดรียส) เมื่อมีการเทียบค่าทำความเสียหายปีหนึ่งหลายล้านบาท และนับว่าเป็นบริเวณที่เกิดแผ่นดินไหวที่จัดว่ามีขนาดใหญ่จนถึงใหญ่มาก

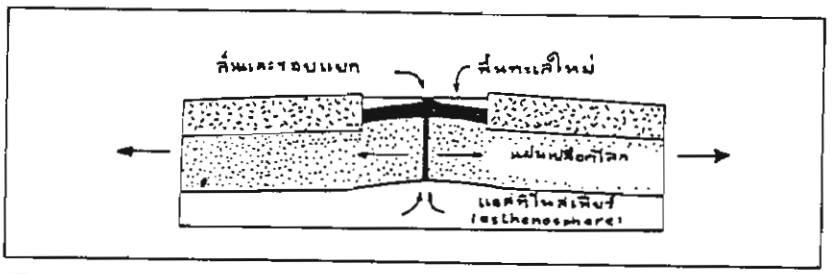
ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ลักษณะโครงสร้างของแผ่นเปลือกโลกที่ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวที่สำคัญมีอยู่ไม่กี่บริเวณ ถ้าสามารถจัดโครงสร้างดังกล่าวได้ การศึกษาเรื่องราวสาเหตุการเกิดแผ่นดินไหวดูจะไม่ยากนัก

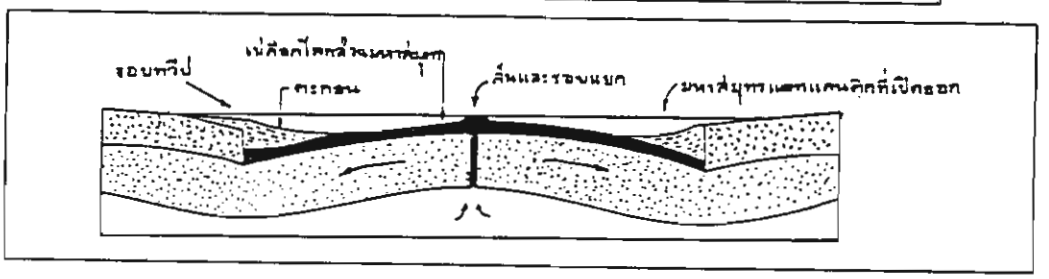
## 2.3 โครงร่างและส่วนประกอบแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทย และประเทศใกล้เคียง (Tectonic Frame works and Tectonic Elements of Thailand and Adjacent Parts )

สำหรับประเทศไทยโครงร่างแผ่นเปลือกโลก (Tectonic plates) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอาณาบริเวณซันดา (Sunda land) รูป 2.6 และถ้ายึดถือโครงร่างแผ่นเปลือกโลกเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หรือเอเชียตะวันออก ในช่วงอายุทางธรณีกาลล่าสุด (Late Cenozoic) เป็นเกณฑ์ (รูป 2.7) จะพบว่าส่วนของประเทศไทยและประเทศใกล้เคียงเป็นส่วนใต้สุดของแผ่นเปลือกโลกชนิดแผ่นทวีป ที่เรียกว่าแผ่นยูเรเซีย (Eurasian plate) ซึ่งล้อมรอบด้วยแผ่นเปลือกโลกชนิดแผ่นมหาสมุทรอีก 2 แผ่น คือ แผ่นอินเดีย (Indian plate) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Indo-Australian plate และมีรอยต่อของแผ่นเปลือกโลก (Plate Boundary) ตั้งแต่ตะวันตกของประเทศไทย อ้อมหมู่เกาะสุมาตรา และหมู่เกาะชวาไปทางใต้ และแผ่นมหาสมุทรแปซิฟิก (Pacific plate) ซึ่งคือส่วนตะวันตกของแผ่นมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันตก (West Pacific plate ) และมีรอยต่อระหว่างแผ่นอยู่ทางด้านตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศไทย

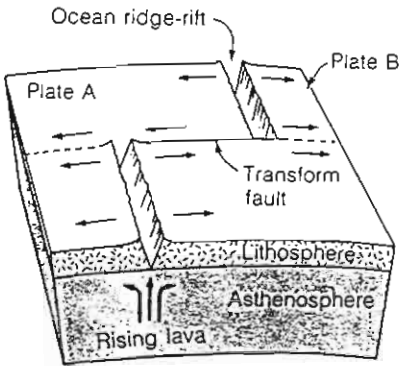


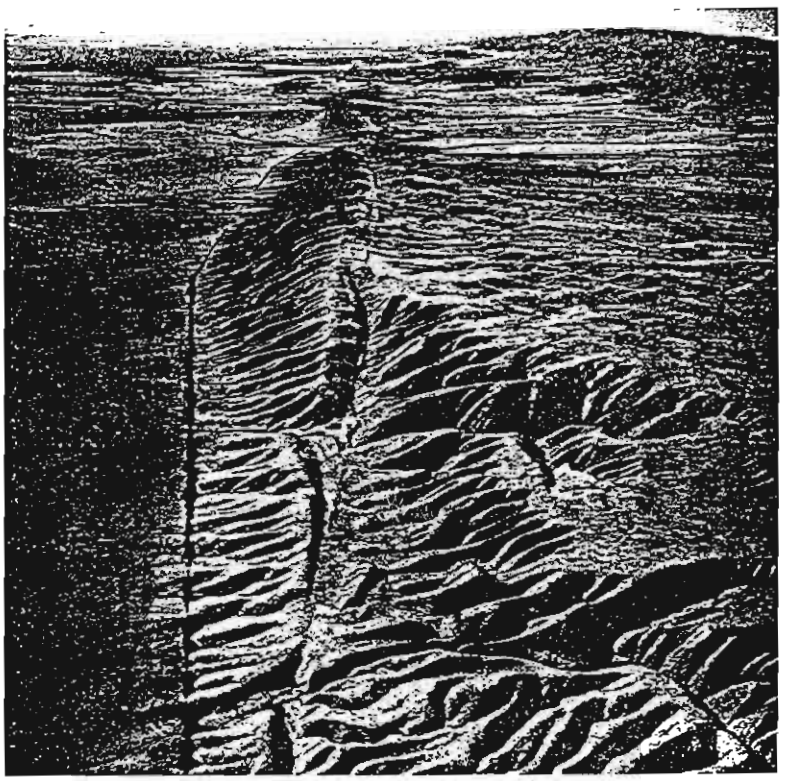



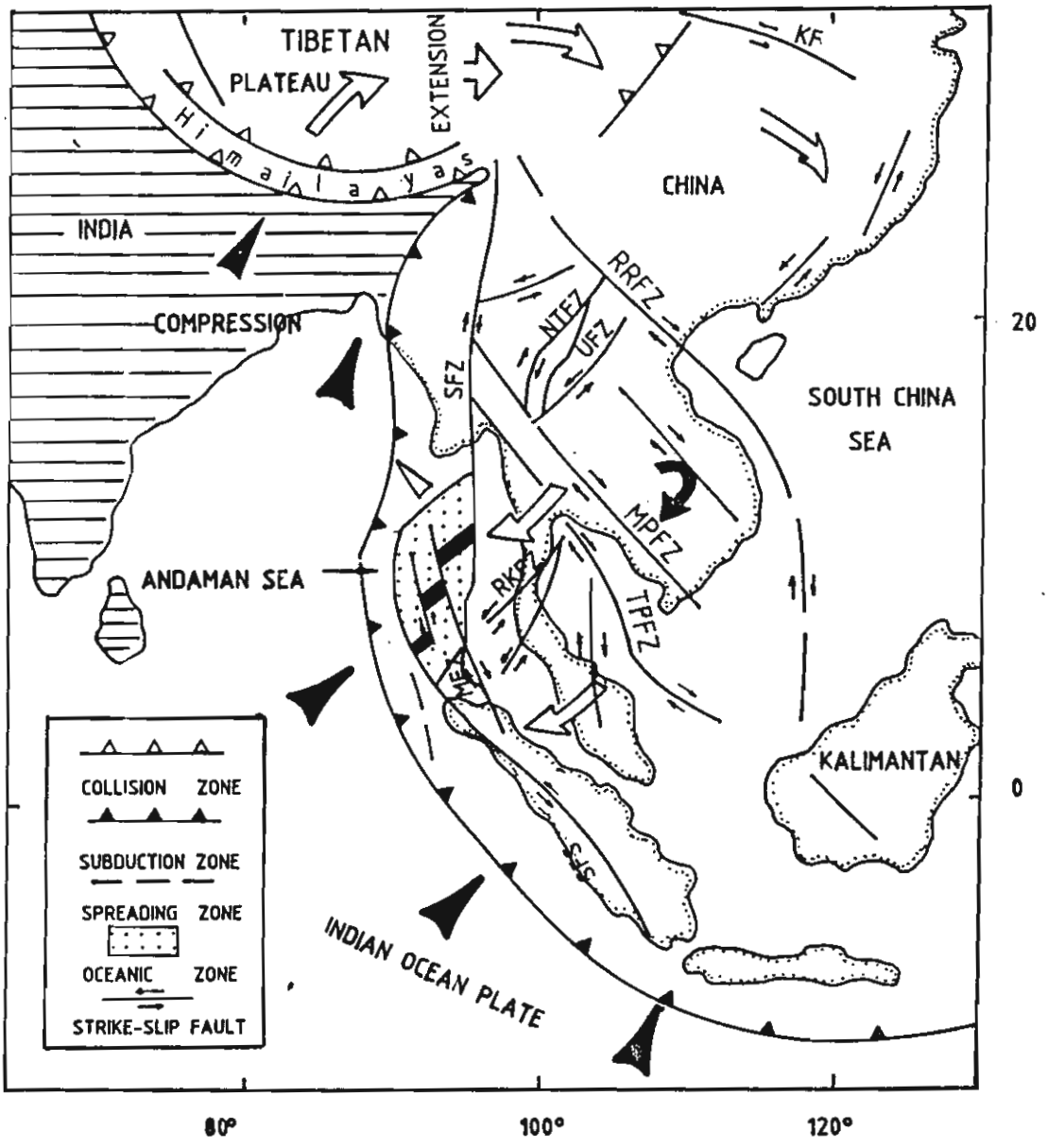




รูป 2.4 ลักษณะการเคลื่อนตัวออกจากกัน แบบแยกตัวออกจากกัน (spreading) ของแผ่นเปลือกโลกเดิมตามรอยแตก



รูป 2.5 ลักษณะการเคลื่อนที่ผ่านกัน (Transform plate motion) ซึ่งทำให้แผ่นเปลือกโลกสองแผ่นเคลื่อนที่ผ่านกัน (ภาพถ่ายเป็นภาพส่วนของรอยเลื่อนซานแอนเดรียส ประเทศสหรัฐอเมริกา)

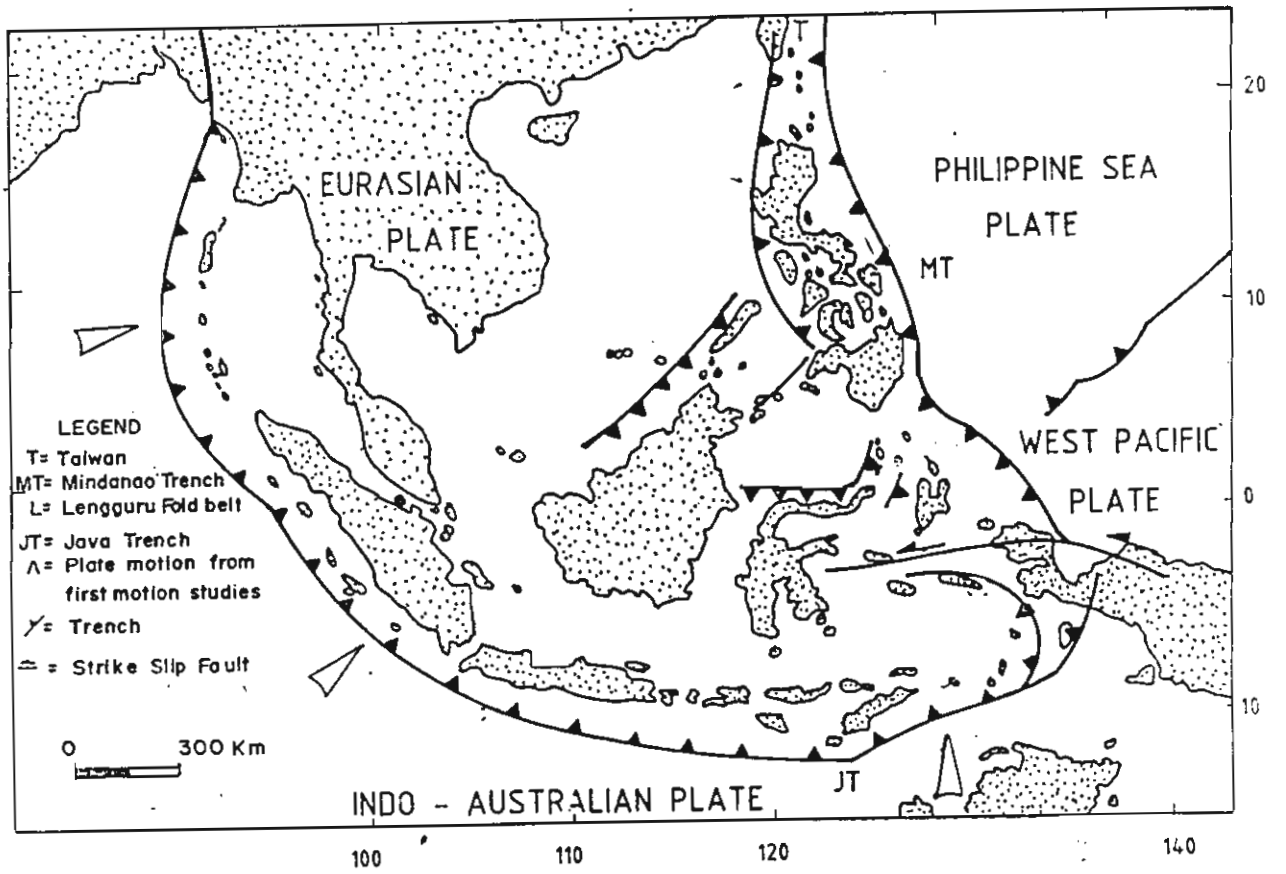



รูป 2.6 โครงร่างการแปรสัณฐานแผ่นเปลือกโลก (Tectonic framework of plates) ของผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อันเป็นส่วนหนึ่งของดินแดนซันดา (Sundaland) ของเอเชีย
(ลูกศรใหญ่แสดงการเคลื่อนที่ ลูกศรเล็กแสดงรอยเลื่อน หลังจากที่ทวีปอินเดียเข้ามาชนทวีปเอเชีย)

นอกจากแผ่นเปลือกโลกดังกล่าวแล้วตรงบริเวณรอยต่อกันระหว่างแผ่นทวีปยูเรเชีย(Eurasian plate) และแผ่นมหาสมุทร แปซิฟิกตะวันตก (West Pacific plate) ยังมีแผ่นทะเลฟิลิปปินส์ (Philippine sea plate) อีกแผ่นหนึ่ง (รูป 2.7) จากข้อมูลธรณีวิทยาและการหาอายุหินทั่วทั้งประเทศ ผนวกกับข้อมูลธรณีภาคสนาม และข้อมูลโทรสัมผัส ทำให้ทราบว่าประเทศไทยประกอบด้วยแผ่นเปลือกโลกย่อยๆอีกอย่างน้อย 4 แผ่น (รูป 5.8) ได้แก่ 1) แผ่นทวีปฉาน - ไทย ทางทิศตะวันตก 2) แผ่นมหาสมุทรลำปาง - เชียงราย (S ในรูป 5.8) 3) แผ่นมหาสมุทรนครไทย (L ในรูป 5.8) และ 4) แผ่นทวีป อินโดจีนทางภาคตะวันออก

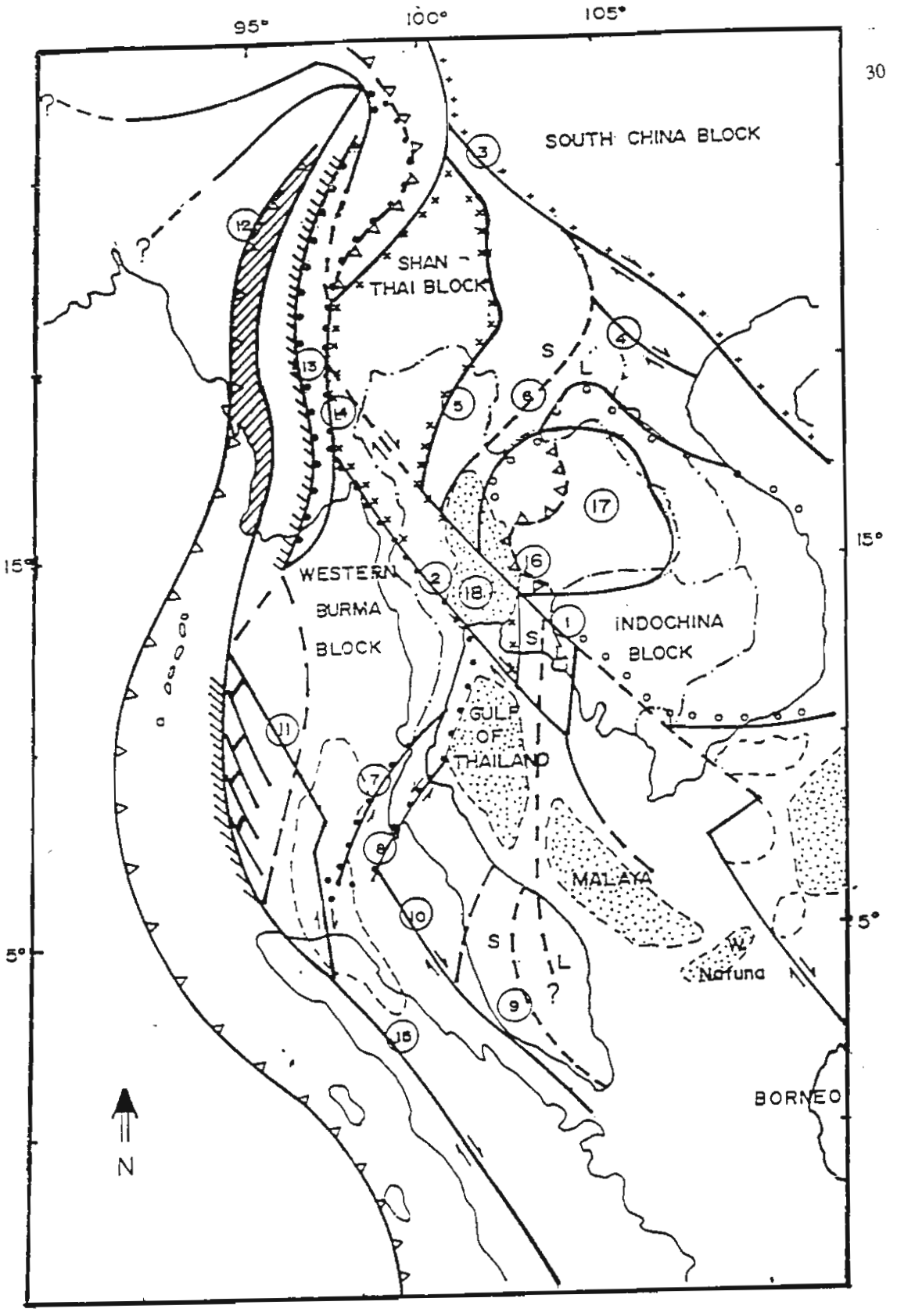
สำหรับส่วนประกอบของแผ่นเปลือกโลกของบริเวณย่านนี้ประกอบด้วยแนวการมุดตัว (Subduction zone) ระหว่างรอยต่อระหว่างแผ่นต่าง ๆ แนวสันเปลือกโลกใต้ทะเล , รอยเลื่อนชนิดต่าง ๆ รวมทั้งแอ่งสะสมตะกอนชนิดต่าง ๆ ด้วย รูป 2.8 แสดงถึงแผ่นเปลือกโลก(Lithospheric plate) และแผ่นเปลือกโลกย่อย (Micro plates) รอบประเทศไทย และทิศทางการเคลื่อนตัวของแผ่น เมื่อเทียบกับการชนกันระหว่างแผ่นอินเดียกับแผ่นยูเรเซียของเอเชีย จากรูปทั้งสองดังกล่าวนี้จะเห็นได้ว่า แผ่นดินไหวมักเกิดอยู่ตรงรอยต่อระหว่างแผ่น(เปลือกโลก) ในขณะที่บริเวณภายในแผ่นเป็นบริเวณที่มีความเสถียรมากกว่า และมีแผ่นดินไหวเกิดน้อยกว่า ดังนั้นบริเวณที่เป็นมณฑลเสถียรหรือเปลือกโลกเก่าแก่ (Shield Area) บนทวีปหรือพื้นมหาสมุทรจึงเป็นบริเวณที่เปลือกโลกที่เข้าสู่สภาวะสมดุลย์ทางธรณีวิทยาแล้ว และไม่น่าเกิดแผ่นดินไหว

ประเทศไทย (ดูรูป 2.8) เป็นส่วนหนึ่งของแผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้(Southeast Asian Plate) โดยประชิดติดกับแผ่นจีน(China)ทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และติดกับแผ่นอินเดีย (Indian หรือ Indo-Australian) ทางด้านตะวันตกส่วนทางตะวันตกเฉียงเหนือติดกับแผ่นทิเบต(Tibetan)ดูเหมือนว่าแผ่นยูเรเซียแทบจะหยุดนิ่งกับที่ ขณะที่แผ่นอินโด-ออสเตรเลียนเคลื่อนขึ้นมาทางด้านเหนือในลักษณะตามเข็มนาฬิกา (Clockwise component) และแผ่นแปซิฟิกเคลื่อนตัวออกไปทางตะวันตก ด้วยภาวะเช่นนี้ย่อมทำให้ขอบของแผ่น(เปลือกโลก)เหล่านี้แสดงสภาพที่เป็นร่องลึก(Trench)และแนวเลื่อนที่เกิดขึ้นจะเป็นผลมาจากแนวการแยกตัวออกจากกัน(Spreading zone) ในทะเลอันดามันก็ยังเป็นแนวการเกิดแผ่นดินไหวด้วย ในหลักการทั่วไปการเกิดการเลื่อนตัวแนวราบเป็นหลักการสำคัญต่อการเกิดแผ่นดินไหวชนิดตื้น(Shallow-focus earthquake)ในขณะที่การเลื่อนตัวแบบเฉียง ก่อให้เกิดแผ่นดินไหวระดับกลาง (Intermediate earthquake) มากกว่า




รูป 2.7 เอเชียตะวันออกเฉียงใต้แสดงตำแหน่งที่ตั้งของแผ่นฟิลิปปินส์ แผ่นแปซิฟิกตะวันตกและแผ่นยูเรเซีย (หัวลูกศรแสดงทิศการมุดตัว)

ประเทศไทยตั้งอยู่ในบริเวณที่เป็นเขตที่ยังมีแรงเคลื่อนไหวแบบแปรสัณฐาน(แรงเคลื่อนไหวภายในโลก) อยู่โดยรอบ (ชัยยันต์ หินทอง, 2534) ซึ่งแผ่นดินไหวเหล่านี้คงจะมีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกต่าง ๆ เหล่านี้แน่นอน รูป 2.8 เป็นภาพที่แสดงถึงรูปลักษณ์ ธรณีแปรสัณฐานและรวมถึงรอยเลื่อนขนาดใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเมื่อเปรียบเทียบกับ รูป 3.1 ในบทที่ 3 จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่เป็นจุดกำเนิดแผ่นดินไหวบนพื้นดินนั้น มีอยู่หลายบริเวณที่น่าจะมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดเชิงสถานที่ (Spatial relationship) กับแนวรอยเลื่อนใหญ่หลายแนว ปัญหาสำคัญจึงอยู่ที่ว่าแนวรอยเลื่อนเหล่านี้มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดในแง่กาลเวลา (Temporal relationship) ด้วยหรือไม่ หรือว่ามีรอยเลื่อนขนาดเล็ก ๆ ใกล้รอยเลื่อนขนาดใหญ่ที่เกิดแผ่นดินไหวจริงหรือ รูป 2.6 แสดงบริเวณแผ่นเปลือกโลกทวีปซันดา (Sunda land) คือส่วนหนึ่งของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (จาก Tapponnier และ คณะ, 1986) ส่วนรูป 2.7 แสดงให้เห็นถึงโครงร่างแผ่นเปลือกโลก และโครงสร้างแบบแปรสัณฐานบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (จาก Suensilpong , 1977)




รูป 2.8 แผ่นเปลือกโลกที่ประกอบขึ้นมาเป็นประเทศไทย และรอยเลื่อนใหญ่ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Charusiri และคณะ 1995)

| LEGEND | |
|---|---|
| 1 | Mae Ping Fault |
| 2 | Three Pagoda Fault |
| 3 | Red River Fault |
| 4 | Song Ma Fault |
| 5 | Mae Tha Fault |
| 6 | Uttaradit (Nan River) Fault Suture |
| 7 | Ranong Fault |
| 8 | Klong Marui Fault |
| 9 | Bentong - Ruab Suture |
| 10 | Malacca Fault |
| 11 | Mergui Fault |
| 12 | Indo-Burma Thrust |
| 13 | Tertiary Volcanic Belt |
| 14 | Pegu - Yoma (Sagiaing) Belt |
| 15 | Sumatra Fault |
| 16 | Khorat Monoclime |
| 17 | Khorat Basin |
| 18 | Chao Phraya Basin |
| S | Sukhothai Fold Belt |
| L | Loei Fold Belt |

Major Structure and Tectonic Pattern of Mainland SE Asia

# บทที่ 3
# ข้อมูลแผ่นดินไหว

ในบทนี้เป็นการศึกษา และวิเคราะห์ข้อมูลแผ่นดินไหว ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วน ในส่วนแรกเป็นการศึกษาข้อมูลที่ได้มาจากการบันทึกโดยตรงเช่นศิลาจารึก จดหมายเหตุ บันทึกต่างๆ ทั้งทางดาราศาสตร์และทางประวัติศาสตร์ นับตั้งแต่พระพุทธเจ้าเสด็จปรินิพพาน คือประมาณเมื่อทศวรรษที่แล้ว ศาสตราจารย์ ปริญญา นุตาลัย (Nutalaya และคณะ, 1985) และสิริลักษณ์ จันทรางค์สุ(1986) นับได้ว่าเป็นบุคคลกลุ่มแรกที่ได้รวบรวมข้อมูลดังกล่าวอย่างเป็นระบบโดยละเอียด สำหรับส่วนที่สองเป็นข้อมูลจากเครื่องมือวัดทั้งที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา และการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย รายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลทั้งสองส่วนมีดังต่อไปนี้

## 3.1 ข้อมูลเบื้องต้นทางประวัติศาสตร์

ข้อมูลแผ่นดินไหวในประเทศไทย และประเทศข้างเคียงที่มีบันทึกความเสียหายตั้งแต่ในอดีตจนถึง พ.ศ. 2443 ที่มีขนาดความรุนแรง (ตามมาตราเมอร์คัลลี่) ตั้งแต่ VII ได้แสดงไว้ในตาราง 3.1 ซึ่งสังเกตได้ว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นทั้งหมด 27 ครั้ง จากหลักฐานทางประวัติศาสตร์ทำให้ Nutalaya และคณะ (1985) สรุปว่าแผ่นดินไหวที่โยนกนคร(หรือเชียงแสน) ซึ่งปัจจุบันอยู่ทางตอนใต้สุดของประเทศจีน หรือ ณ ที่ใด ยังเป็นที่ถกเถียงกันอยู่ในปัจจุบันบ้างก็ว่าอยู่ในไทยบ้างก็ว่าอยู่ในจีน นับได้ว่ารุนแรงที่สุดโดยจัดขนาดของความรุนแรงประมาณ XII (แบบเมอร์คัลลี่) อย่างไรก็ตามโยนกนครนี้มีความเชื่อกันหลายอย่างเช่น สิริลักษณ์ จันทรางค์สุ (1986) เชื่อว่า ในปี พ.ศ. 1003 ก็มีแผ่นดินไหวใหญ่เกิดขึ้น เมืองทั้งเมืองจมสู่บาดาลพร้อมกับพระมหาชัยชนะ ราชาผู้ครองนครนั้น ตลอดจนไพร่ฟ้าข้าแผ่นดินทั้งปวง บริเวณโยนกนครกลายเป็นทะเลสาบที่ปัจจุบันนี้เรียก "กว๊านพะเยา" จวบจน พ.ศ. 2088 ก็เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ที่นครเชียงใหม่จนยอดเจดีย์หลวงสูง 86 เมตรจากพื้นดินพังลงมาเหลือ 60 เมตร นับตั้งแต่นั้นจนถึงปัจจุบันคิดแล้วก็คือประมาณร่วม 550 ปีมาแล้ว ก็ไม่เคยมีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ปรากฏให้เห็นในประเทศไทย และข้างเคียงอีกเลย ตาราง 3.2 แสดงแผ่นดินไหวที่มีศูนย์กลางในประเทศไทย และประเทศข้างเคียงที่มีขนาดกำลังตั้งแต่ 6 ขึ้นไปนับตั้งแต่ พ.ศ. 2443 (หรือ ค.ศ. 1900) ถึงปัจจุบันจากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของคณะผู้วิจัยพบว่าแผ่นดินไหวที่มีขนาดกำลังมากที่สุดคือ ประมาณ 8.7 เกิดขึ้นบริเวณหมู่เกาะอันดามัน เมื่อ 26 มิถุนายน 2484

นอกจากนั้นคณะผู้วิจัยยังได้ข้อมูลทางประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับแผ่นดินไหวในบริเวณแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จากรายงานการศึกษาของกรมทรัพยากรธรณีหรือกรมสำรวจธรณีวิทยาของอินเดีย(Geological Survey of India) ซึ่งทำให้ทราบว่าเท่าที่มีการศึกษา และบันทึกหลักฐานทางประวัติศาสตร์พบว่า มีแผ่นดินไหวในประเทศพม่าจนถึงอินเดีย และบริเวณแถบข้างเคียงรวมมากกว่า 50 ครั้ง และมีหลายครั้งที่แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในบริเวณแถบมณฑลยูนานของจีน (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.2) หรือ

พม่า บังคลาเทศ หรือแม้แต่ทางเหนือของอินเดียก็ดีสามารถรู้สึกได้ในประเทศไทยในหลายบริเวณ ตัวอย่างที่ดีสำหรับหลักฐานดังกล่าวได้มาจากการศึกษาของ Oldham (1883) ซึ่งพบว่าเมืองหลายเมืองในบริเวณแถบอ่าวเบงกอล เช่นเมืองกัลกัตตา (Calcutta) ของอินเดีย และเมืองเดคคา (Decca) ของบังคลาเทศ พบว่ามีแผ่นดินไหวใหญ่ๆ เกิดหลายครั้ง ในช่วงศตวรรษที่ 19 (ดูรูป 3.1) อันได้แก่ปี ค.ศ.1803, 1819, 1833 และ 1858 (คือ พ.ศ. 2346, 2362 และ 2401 ตามลำดับ) และโดยเฉพาะปี ค.ศ. 1858 (หรือ พ.ศ. 2401) ปรากฏว่าการสั่นสะเทือนรุนแรงมากเพราะรู้สึกเข้ามาถึงกรุงเทพฯ เชียงใหม่ อุบลราชธานี และไปถึงเมืองหลวงพระบางของประเทศลาว แผ่นดินไหวใกล้กับเมืองมันทะเลย์ (Mandalay) ของตอนกลางประเทศพม่าก็เช่นเดียวกัน คือ เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม ค.ศ. 1912 (พ.ศ.2455) มีความรุนแรงประมาณ IX ที่เมืองมัณฑะเลย์ แต่ที่กรุงเทพฯ เหลือประมาณ II - III และเชียงใหม่-เชียงรายประมาณ IV-V (ดูรูป 3.2) จากรายงาน (หนังสือพิมพ์บางกอกไทม์ฉบับมกราคม, 2455) ปรากฏว่าความสั่นสะเทือนรุนแรงไปถึงเมืองนครศรีธรรมราช ที่นั่นแม้ไม่มีแผ่นดินไหวก็ปรากฏว่ามีพายุกระหน่ำจนหลังคาเสียหายไปหลายหลัง ต่อมา Chhiber(1934) ได้รายงานว่าขนาดของแผ่นดินไหวครั้งนี้ประมาณ 7.9 และอีกครั้งในปี ค.ศ.1930 จากการศึกษาของ Brown & Leicester(1983) แผ่นดินไหวความรุนแรง V และมีขนาด 7.3 เกิดขึ้น 2 ครั้ง เมื่อ 5 พฤษภาคม และ 3-4 ธันวาคม โดยเกิดขึ้นที่เมืองพิยู (Pyu) ตอนเหนือของนครย่างกุ้ง (ดูรูป 3.3) ทั้งสองครั้งรู้สึกได้เกือบทั่วทุกภาคในประเทศไทย แต่ไม่พบความเสียหายมากมายใดๆ ในไทย

หลังจากนั้นก็มีแผ่นดินไหวที่รู้สึกได้ในประเทศไทยเกิดขึ้นอีกหลายครั้ง นอกเหนือจากที่นครโยนก (รูป 3.4) ดังปรากฏในตารางที่ 3.3 แต่ก็ไม่พบความเสียหายเกิดขึ้นมากเท่าใดเช่นกัน ในช่วง 2 ทศวรรษที่ผ่านมา แผ่นดินไหวขนาดปานกลางได้เกิดขึ้นบ้างในภาคเหนือของไทย บ้างก็ทำให้เกิดความเสียหาย เช่น 17 กุมภาพันธ์ 2518 ขนาด 5.6 M ใน จ. ตาก, 22 เมษายน 2526 ขนาด 5.9 M ใน จ. กาญจนบุรี, 17 กันยายน 2537 ขนาด 5.1 M ใน อ. พาน จ. เชียงราย ซึ่งนำความเสียหายให้กับโรงพยาบาล พาน, โรงเรียน และวัดต่าง ๆ นับสิบ ๆ แห่ง บางแห่งถึงกับใช้การไม่ได้

จะสังเกตได้ว่าข้อมูลทางประวัติศาสตร์แม้ไม่ค่อยให้ความกระจ่างในเรื่องตำแหน่งและเวลาที่เกิดแผ่นดินไหวมากเท่าใดนัก แต่ก็ให้ข้อมูลว่าเคยมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นในภูมิภาคแถบนี้อย่างแน่นอน (ตาราง 3.3) และก็มีหลายครั้งโดยเฉพาะเมื่อมีแผ่นดินไหวขนาดเล็กเกิดขึ้น และสามารถบันทึกหรือกำหนดขนาดความรุนแรง และตำแหน่งว่าห่างจากเมืองเท่าใดได้ และยังมีบางครั้งที่บันทึกเวลาคลาดเคลื่อนไป จากการศึกษาของ Nutalaya และคณะ (1985) ปรากฏว่าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2455 - 2502 มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นบนภาคพื้นทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้จำนวน 261 ครั้ง ซึ่งในจำนวนนี้นับได้ว่าไม่สามารถตรวจอ้างได้ว่ามีความลึกเท่าใดประมาณ 221 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 85) ส่วนที่เหลืออีก 40 ครั้ง พอรู้คร่าว ๆว่าเป็นแผ่นดินไหวระดับตื้น 19 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 7) และระดับปานกลาง 21 ครั้ง (คิดเป็นร้อยละ 8)

**3.2 ข้อมูลจากเครื่องมือวัด**

ประเทศไทยเริ่มมีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวเมื่อเดือนมีนาคม 2506 (ค.ศ.1963) ที่เชียงใหม่เป็นครั้งแรกโดยความช่วยเหลือจากรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้ง ระยะเวลา สถานที่ ความสูง ได้แสดงไว้ในตาราง 3.2 แสดงถึงแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศไทยและข้างเคียง ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2443 (ค.ศ. 1900) ที่มีขนาดกำลังมากกว่า 6 (หรือมีความรุนแรงโดยเฉลี่ย VIII ถึง IX จากตาราง จะเห็นได้ว่าแผ่นดินไหวที่มีขนาดมากที่สุด(คือประมาณ 7.7) และมีความรุนแรงมากจนเกิดความเสียหายอย่างมากคือ ที่เกิดขึ้นบริเวณใกล้กรุงฮานอย ประเทศเวียดนาม เมื่อวันที่ 4 มกราคม 2513 ส่วนอีกครั้งเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน 2531 บริเวณใกล้พรมแดนจีน-พม่า ซึ่งก็รู้สึกได้ทางตอนเหนือของไทยด้วย (ดูตาราง 3.3) นับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมาก็ไม่มีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ๆ (คือตั้งแต่ 6) เกิดขึ้นอีกเลยในประเทศไทยและใกล้ๆ ในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ จนกระทั่งจากการศึกษาธรณีวิทยาสนามของคณะผู้วิจัยในมลฑลเสฉวน ประเทศจีนเมื่อเร็ว ๆ นี้ (มกราคม 2540) ทำให้ทราบว่าเมื่อวันที่ 6 พฤศจิกายน พ.ศ. 2531 เวลา 21.00 น. ได้เกิดแผ่นดินไหวใกล้เมืองชานหยุน ทางตอนใต้ของมณฑลยูนานแถบเมืองชูถัง (Zhutang) วัดขนาดได้ประมาณ 7.6 มีผู้เสียชีวิต 18 คน บาดเจ็บ 161 คน บ้านเรือนถูกทำลาย 5,000 กว่าหลัง และตั้งแต่นั้นจนถึงธันวาคม พ.ศ. 2534 มีแผ่นดินไหวใหญ่น้อยเกิดขึ้นในบริเวณแถบนี้ ตรวจจับได้ถึง 4,188 ครั้ง

จากการศึกษาข้อมูลทางสถิติเกี่ยวกับตำแหน่ง และความรุนแรงของแผ่นดินไหว (ดูรูป 3.5) โดยเฉพาะที่ตรวจจับได้ด้วยเครื่องมือวัด ทำให้เราได้ทราบว่าบางบริเวณเป็นบริเวณที่มีการเกิดแผ่นดินไหวซ้ำกันบ่อยหลายครั้ง และบางครั้งก็เกิดแผ่นดินไหวใหญ่ ๆ ด้วย บริเวณที่น่าสนใจได้แก่

*1) บริเวณแถบอะระโยมา ทางตะวันตกสุดของประเทศพม่า*

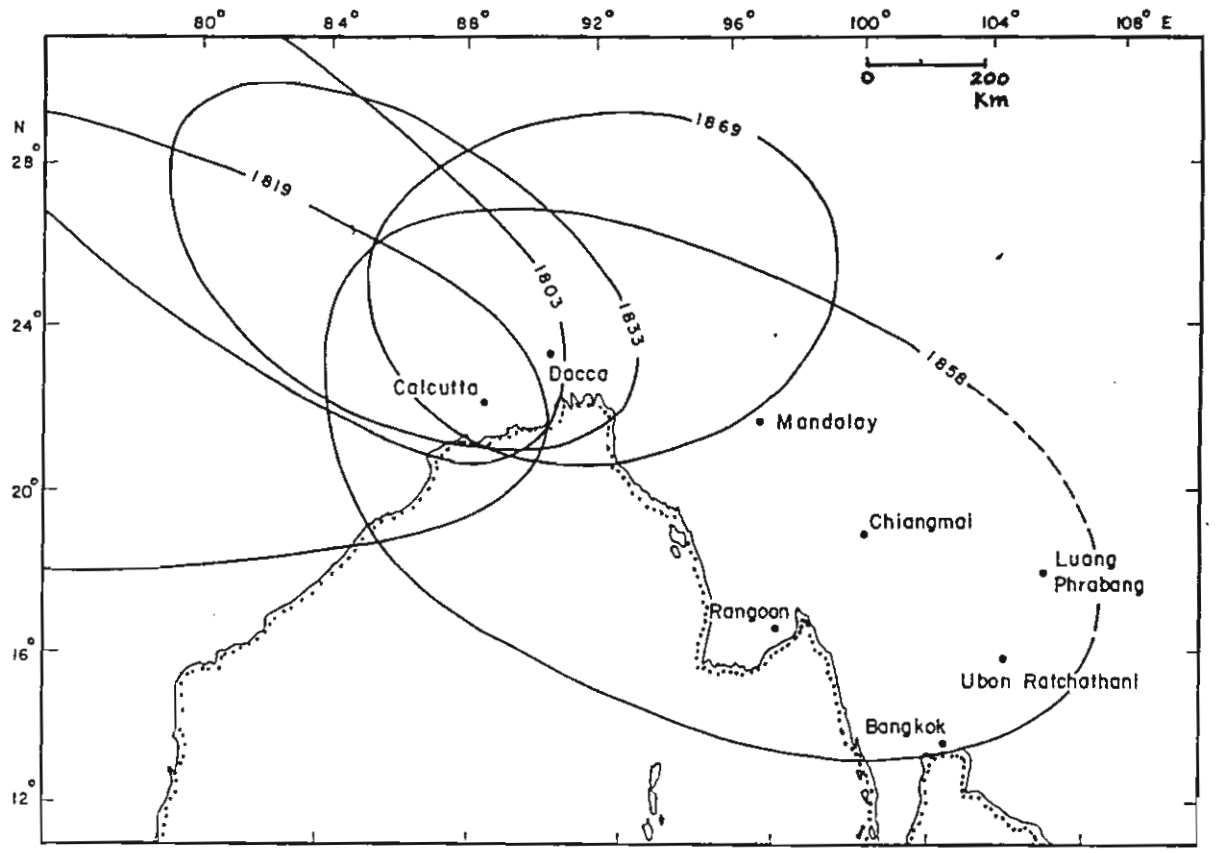
*2) บริเวณตะวันออกของประเทศพม่าที่ติดกับตอนกลางของพม่า*

*3) บริเวณรอยต่อระหว่างพม่า-ลาว-จีน และ*

*4) บริเวณแม่น้ำแดงของเวียดนามและจีน*

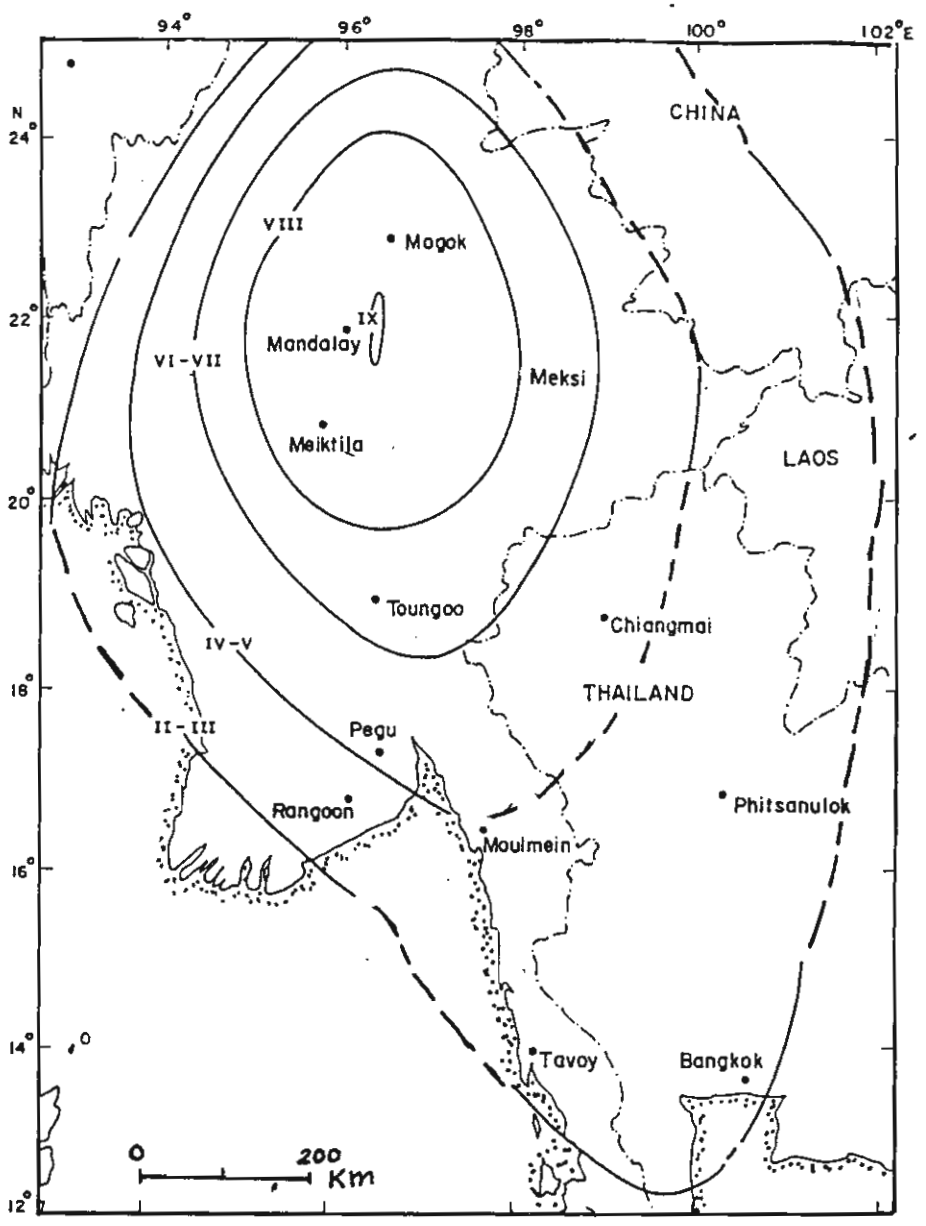
ซึ่งบริเวณทั้งหมดนี้อยู่บนภาคพื้นทวีปเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนในทะเล เช่น บริเวณแถบช่องแคบมะละกา อ่าวไทย และทะเลจีนตอนใต้ไม่เคยปรากฏข้อมูลแผ่นดินไหว แต่จะปรากฏพบหนาแน่นมากในบริเวณตั้งแต่ทางตอนเหนือของเกาะสุมาตรา และทะเลอันดามันเรื่อยมาจนถึงหมู่เกาะอันดามันและนิโคบาร์ และบริเวณแถบรอยต่อระหว่างอ่าวเมาะตะมะกับอ่าวเบงกอล

แผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่สุด (ตาราง 3.2) เกิดขึ้นในทะเลอันดามัน (พ.ศ. 2484) วัดขนาดได้ 8.7(ในมาตราริคเตอร์) และวัดความรุนแรงสูงสุดได้ X (มาตราเมอร์คาลี่) จากการศึกษาของ Nutalaya และคณะ (1985) พบว่าแผ่นดินไหวที่รุนแรง และทำความเสียหายได้มากที่สุดในช่วงเวลาปัจจุบันคือแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นทางตอนเหนือของประเทศพม่า เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2523 วัดขนาดได้ 7.3 (มาตราริคเตอร์)



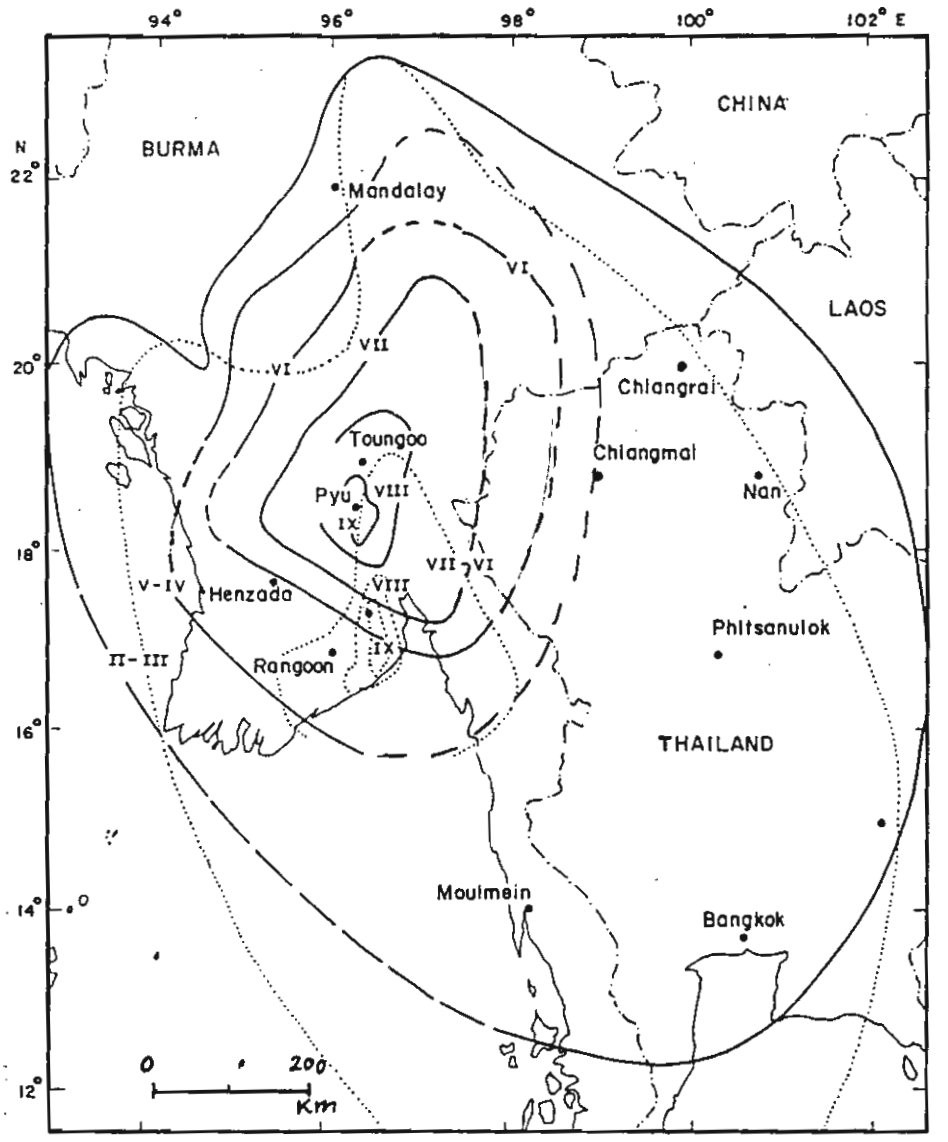

Boundaries of Seismic Areas of 19 th Century Indian Earthquakes
(after Oldham , 1883)

รูป 3.1 การเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ในแถบอ่าวเบงกอล อินเดีย และบังคลาเทศ เมื่อ พ.ศ. 2346, 2362 และ 2401 ที่รู้สึกได้จนถึงกรุงเทพฯ (ดัดแปลงจาก Oldham, 1883)




Isoseismal Map of the Mandalay Earthquake of 23 May 1912
(after Brown , 1914)

รูป 3.2 การเกิดแผ่นดินไหวที่มีจุดกำเนิดมาจากตอนกลางของประเทศพม่า เมื่อ พ.ศ. 2455 ที่รู้สึกได้ในประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Brown, 1914)




รูป 3.3 การเกิดแผ่นดินไหวที่มีจุดกำเนิดจากตอนเหนือของกรุงย่างกุ้ง ที่รู้สึกได้ในเกือบทุกภาค ในประเทศไทย (ดัดแปลงจาก Brown, 1914)

แม้จะไม่มีข้อมูลมากมายนักแต่ก็ทำให้ทราบว่าแผ่นดินไหวคราวนั้นทำให้มีผู้เสียชีวิตหลายร้อยคน ที่เมืองพะโย (Peyu) พบว่าเมืองทั้งเมืองเสียหายอย่างหนักมาก อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของคณะผู้วิจัย กลับเชื่อว่า แผ่นดินไหวบนทวีปแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เกิดขึ้นบริเวณทางตะวันออกของพม่าเมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2455 ที่วัดขนาดได้ 7.9 (มาตราริคเตอร์) ซึ่งเทียบกับความรุนแรงได้ IX ซึ่งเมื่อนำข้อมูลเฉพาะด้านสถิติมาวิเคราะห์เพียงอย่างเดียวโดยผนวกการศึกษาของคณะผู้วิจัยและรายงานของ Nutalaya และคณะ เข้าด้วยกันจะพบว่า ยังไม่เคยมีแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ๆ เกิดขึ้นในประเทศไทยเลย และดูเหมือนว่ายิ่งนับวันแผ่นดินไหวจะยิ่งอ่อนกำลังลงมากขึ้น ดังจะเห็นได้จากตาราง 3.4 ซึ่งแสดงถึงแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ๆ ที่รู้สึกได้ในประเทศไทย ตั้งแต่ปลายปี ***พ.ศ. 2508 จนถึง พ.ศ. 2532*** ที่มีขนาดตั้งแต่ 3 ขึ้นไป (ในมาตราริคเตอร์) ที่สำคัญได้แก่แผ่นดินไหวแถบเทือกเขาอะระกันโยมาทางตะวันตกของพม่าโดยวัดขนาดได้ 6.3 (ในมาตราริคเตอร์) นอกนั้นก็ไม่ค่อยปรากฏแผ่นดินไหวที่น่าสนใจอีกเลย

สุมาลี ประจวบ (2533) ได้รวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับแผ่นดินไหวตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน (ดังที่แสดงในตาราง 3.5 และ 3.6) โดยถือเฉพาะที่เป็นแผ่นดินไหวที่มีขนาดมากกว่า 7 (ในมาตราริคเตอร์) ที่เกิดความสั่นสะเทือนรู้สึกได้ถึงกรุงเทพฯ ปรากฏว่ามีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นทั้งหมด 5 ครั้ง จากจำนวนทั้งหมด 22 ครั้ง (หรือประมาณร้อยละ 23) จะเห็นได้ว่าเป็นแผ่นดินไหวที่เกิดปรากฏอยู่นอกประเทศแทบทั้งสิ้น และจากจำนวน 5 ครั้งนี้มีเพียง 3 ครั้งเช่นกัน(คิดเป็นร้อยละ 60) ที่ทำให้เกิดความเสียหายเล็กน้อยมากที่กรุงเทพฯ (ดูตาราง 3.6) ตาราง 3.7 สรุปแผ่นดินไหวที่เกิดในประเทศไทย พ.ศ. 2526

ข้อมูลที่น่าสำคัญอีกประการหนึ่ง และเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับประเทศไทยโดยตรงน่าจะได้จาก การที่มีข่าวว่าจะเกิดแผ่นดินไหวติดต่อกันทุก ๆ 8 ปี ในบริเวณแถบตะวันตกของประเทศเช่น บริเวณจังหวัดกาญจนบุรี และยังมีข่าวสำคัญเกี่ยวกับเรื่องแผ่นดินไหวของไทย เพราะได้เคยมีการพยากรณ์แผ่นดินไหว (Earthquake prediction) โดยอาศัยข้อมูลทางสถิติเพียง 3 ครั้ง ในตำแหน่งที่ต่างกัน ซึ่งนับว่าไม่มีความหมายนักในทางวิทยาศาสตร์ด้านธรณีวิทยาในความเห็นของคณะผู้วิจัยกลุ่มนี้ กล่าวคือใช้ตำแหน่งที่เกิดในทะเลอันดามัน เมื่อปี พ.ศ. 2510 ขนาด 5.6 (มาตราริคเตอร์) บริเวณ อ. ท่าสองยาง จ. ตาก เมื่อปี พ.ศ. 2518 ขนาด 5.6 และที่ปลายอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ อ. ศรีสวัสดิ์ จ. กาญจนบุรี ปี พ.ศ. 2525 ขนาด 5.8 เป็นเกณฑ์ ซึ่งทำให้เป็นที่น่าสังเกตว่าน่าจะเกิดขึ้นอีกภายในปี พ.ศ. 2534 แต่จริงๆ กลับไม่เกิด และไม่สามารถกำหนดตำแหน่งได้อย่างถูกต้องนัก เพราะถือว่าเกิดทุก ๆ 8 ปี ซึ่งในทางวิทยาศาสตร์ถือว่าโอกาสที่เกิดเป็นไปได้น้อยมาก และจัดได้ว่าเป็นข้อมูลที่ไม่สามารถใช้เป็นหลักฐานอ้างอิงทางวิทยาศาสตร์ (Nonscientific-oriented reference)ได้ หลักฐานในตาราง 3.3 น่าจะยืนยันได้ว่าเราใช้ตัวเลขในทุก8ปีไม่ได้ เพราะเป็นตัวเลขที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ(Non-significant sampling)เลย แต่ถ้ามองในแง่ดี(Optimistic view) น่าจะมีเจตนาให้หน่วยงานที่รับผิดชอบซึ่งก็คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยและกรมชลประทานได้ตระหนักถึงโอกาสที่จะเกิดแผ่นดินไหวและหาทางบรรเทาความเสียหายหรือป้องกันอันตรายถ้าจะมีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นเพื่อให้เป็นการตั้งอยู่ในความไม่ประมาท แต่ผลเสียที่ออก

มากลับทำให้เกิดภาพในทางลบ(Negative หรือ pessimistic view) เพราะเกิดการต่อต้านการสร้างเขื่อนในบริเวณจังหวัดกาญจนบุรี และต่อมาก็คือที่แก่งเสือเต้นในจังหวัดแพร่อย่างมากมาย ซึ่งอาจก่อให้เกิดความไม่เป็นธรรมต่อหน่วยงาน เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ และกรมชลประทานได้

### 3.3 ข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ผลของการต่อต้านในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อม และความกลัวต่อการเกิดแผ่นดินไหว ผนวกกับการพยากรณ์แผ่นดินไหวของกรมอุตุนิยมวิทยาทำให้ภาพพจน์ของการสร้างเขื่อนของกฟผ. และหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้องไม่แจ่มชัด ด้วยความตื่นตระหนกของบุคคลหลายฝ่ายทั้งนักวิชาการ และบุคคลธรรมดา จากการศึกษาเมื่อไม่นานมานี้ของ ศุภวรรณ คล้ายพงษ์พันธ์ (2533) และของ JICA (1989) พอสรุปได้ว่าแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นที่บริเวณเขื่อนอ่างเก็บน้ำของจังหวัดกาญจนบุรีนั้น เกิดจากการกับเก็บน้ำ (Reservoir-induced earthquake) เป็นส่วนใหญ่ และได้ลดขนาดความรุนแรงลงเรื่อย ๆ(ดูรูป3.6และ3.7) จนไม่น่าจะมีผลต่อสิ่งก่อสร้างหรือตัวเขื่อนเองแต่อย่างใด

คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแผ่นดินไหว และการสร้างเขื่อนจากหลายประเทศซึ่งพอสรุปได้ว่าปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนหรือการเกิดแผ่นดินไหว น่าจะมีผลมาจากการกักเก็บน้ำจากเขื่อน (Filling of reservoir) ซึ่งกักเก็บน้ำในระดับสูงโดยตรง โดยเริ่มเห็นชัดเจนมากขึ้นเมื่อเริ่มกักเก็บน้ำไปแล้วสักระยะ โดยที่เขื่อนหลายแห่งเริ่มแสดงการเกิดแผ่นดินไหวหรือปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนหลังจากที่เริ่มกักเก็บน้ำได้ 1 ปี ถึง 5 ปี ปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนอาจเพิ่มขึ้น หรือลดลงตามการขึ้นลงของระดับน้ำในเขื่อน เมื่อระดับน้ำในเขื่อนอยู่ในระดับที่ประมาณการไว้ ความรุนแรงของการสั่นสะเทือนก็จะน้อยลง ผลก็คือ พลังงานในการปลดปล่อยลดน้อยลงด้วย แต่ปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนไม่ขึ้นกับปริมาณของน้ำในเขื่อน เนื่องจากเขื่อนขนาดยักษ์หลายแห่งไม่แสดงปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนเลย อย่างไรก็ตามเขื่อนบางเขื่อนแสดงปรากฏการณ์การสั่นสะเทือนแบบมีนัยสัมพันธ์กับอัตราการกักเก็บน้ำในเขื่อน จากการศึกษาปรากฏว่าขนาดของการสั่นสะเทือนหรือการเกิดแผ่นดินไหวในกรณีนี้อยู่ในช่วงประมาณ 2 ถึง 5 (ตามมาตราริคเตอร์) เป็นส่วนใหญ่ และการสั่นสะเทือนที่มีมากที่สุดเท่าที่บันทึกได้คือ 6.5 - 7 (มาตราริคเตอร์) และปรากฏการณ์การสั่นไหวอาจเกิดขึ้นต่อเมื่อกักเก็บน้ำได้ลึกกว่า 100 เมตร การแพร่กระจายความรุนแรงคิดเป็นระยะทางได้ 25 กิโลเมตร โดยจุดที่เกิดอยู่ลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 5 กิโลเมตร (หรือประมาณช่วง 3 ถึง 7 กิโลเมตร) เขื่อนลักษณะนี้มักตั้งอยู่ในบริเวณที่มีปรากฏการณ์การสั่นไหวตามธรรมชาติแบบไม่รุนแรงจนถึงปานกลาง (Low to intermediate seismic regions) โดยมักเกิดควบคู่หรือตั้งอยู่บนรอยเลื่อนทั้งที่เก่าและใหม่(Inactive and active faults) ซึ่งอาจเป็นรอยเลื่อนแบบปกติหรือแบบเลื่อนแนวนอนก็ได้ จากการรวบรวมทางสถิติของผู้วิจัยทั้งจากข้อมูลในประเทศ และในต่างประเทศพอสรุปได้ว่า ในปัจจุบันขนาดของแผ่นดินไหวที่เกิดจากเขื่อนน้อยกว่าที่เกิดจากธรรมชาติจริงๆ

จากการศึกษาพอสรุปได้ว่าแผ่นดินไหวที่เกิดจากการกักเก็บน้ำนี้มีกลไกหลักมาจาก 2 ประการด้วยกัน คือประการแรก น้ำหนักของน้ำในเขื่อนก่อให้เกิดแรงเค้น (Stress) และจัดว่าเป็น "ฟางเส้นสุดท้าย"