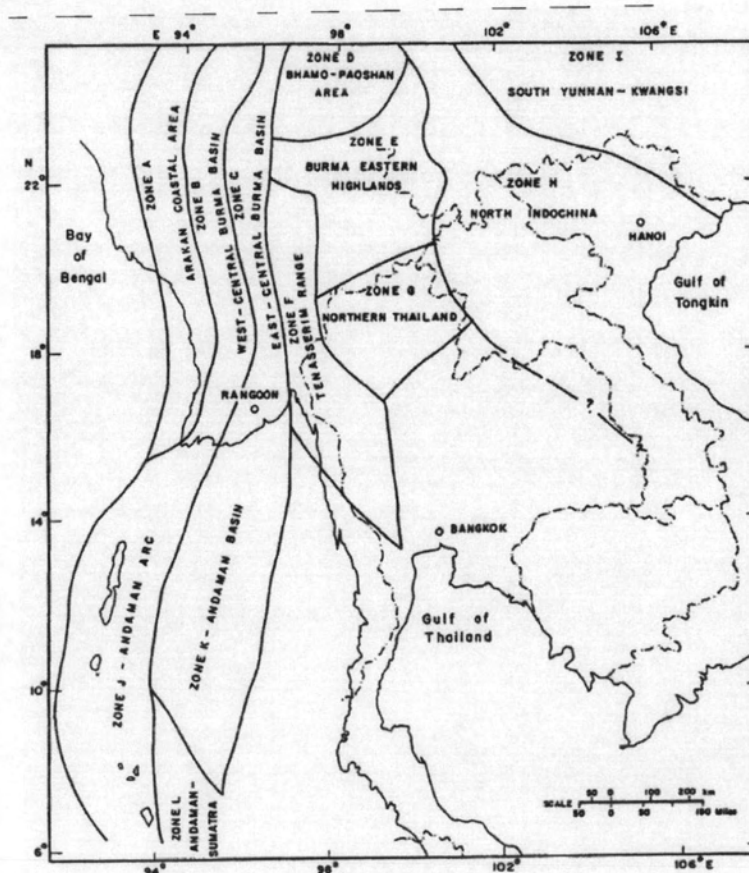


บทที่ 4

แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวนั้นจำเป็นต้องใช้ข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญคือ ข้อมูลแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในบริเวณโดยรอบและแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (seismic source zone) ในส่วนนี้จะได้กล่าวถึงผลการรวบรวมงานวิจัยที่เกี่ยวข้องจนถึงข้อมูลใหม่ที่สุดในปัจจุบัน ซึ่งจะทำให้การทำแผนที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวมีความถูกต้องมากขึ้น

Nutalaya และคณะ (1985) ได้ทำการแบ่งแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ออกเป็น 12 โซน ดังรูปที่ 4.1 โดยพิจารณาจากลักษณะการเกิดแผ่นดินไหว (seismicity) และข้อมูลทางธรณีแปรสัณฐานไหวสะเทือน (seismotectonic) หรือข้อมูลการไหวสะเทือนของบริเวณการเกิดการไหวสะเทือน (seismogenic structure or zone)



รูปที่ 4.1 แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (Nutalaya และคณะ, 1985)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีข้อมูลมากขึ้น ทำให้สามารถแบ่งแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวได้ชัดเจนยิ่งขึ้นบนพื้นฐานของข้อมูลทางธรณีวิทยา และข้อมูลแผ่นดินไหวใหม่ ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ ข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย และข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในทะเลอันดามัน

4.1 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในประเทศไทย

Fenton และคณะ (1997) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนครอบคลุมพื้นที่ภาคเหนือและภาคตะวันตก โดยพบแนวรอยเลื่อนสำคัญ 7 แนว ภายในรัศมี 150 กิโลเมตรรอบเขื่อนแก่งเสือเต้น ได้แก่ รอยเลื่อนแฉ่งแพร่ รอยเลื่อนแพร่ รอยเลื่อนเถิน รอยเลื่อนลอง รอยเลื่อนบัว รอยเลื่อนน้ำปาดและรอยเลื่อนพะเยา ซึ่งมีลักษณะทางธรณีสัณฐานในตารางที่ 4.1

ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) ได้ทำการศึกษาแผ่นดินไหวในประเทศไทย และพื้นที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ พบว่าประเทศไทยและพื้นที่แผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เคยมีแผ่นดินไหวใหญ่บ่อยหลายครั้งมาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน และแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นมักมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับรอยเลื่อนมีพลังเท่านั้น ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลด้านธรณีสัณฐานวิทยา ธรณีกาลเวลา ผนวกกับข้อมูลแผ่นดินไหวของรอยเลื่อนต่างๆ ในพื้นที่อื่นของประเทศ สามารถจำแนกรอยเลื่อนมีพลังได้ 15 รอยเลื่อนคือ 1) รอยเลื่อนแม่จัน 2) รอยเลื่อนแม่ทา 3) รอยเลื่อนเถิน-ลอง-แพร่ 4) รอยเลื่อนน้ำปาด 5) รอยเลื่อนบัว 6) รอยเลื่อนพะเยา 7) รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน 8) รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ 9) รอยเลื่อนแม่ปิง 10) รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ 11) รอยเลื่อนระนอง 12) รอยเลื่อนคลองมะรุย-คลองท่อม 13) รอยเลื่อนโคกโพธิ์-สะบ้าย้อย-ยะลา-เบตง 14) รอยเลื่อนเลย-เพชรบูรณ์ และ 15) รอยเลื่อนระยอง-แกลง

Fenton และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษารอยเลื่อนมีพลังในแถบตะวันตกและทางภาคเหนือของประเทศไทยจากข้อมูลแผ่นดินไหวและเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ได้ข้อมูลของรอยเลื่อนมีพลังที่ใหม่ขึ้นโดยสามารถสรุปคุณสมบัติของรอยเลื่อนต่างๆ จากข้อมูลที่มีอยู่ในปัจจุบันดังตารางที่ 4.1 และแสดงตำแหน่งของรอยเลื่อนดังกล่าวดังรูปที่ 4.2

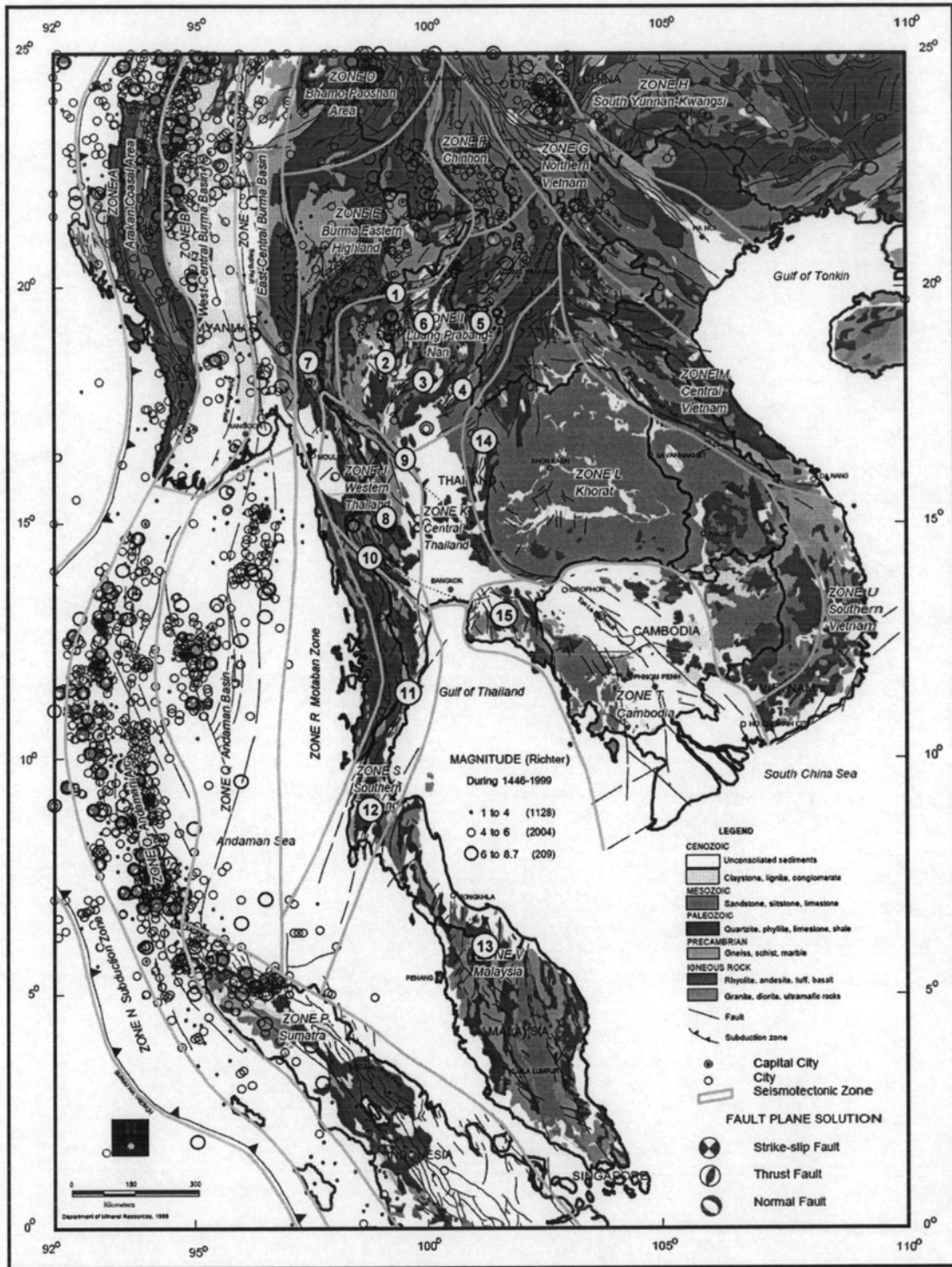
ตารางที่ 4.1 ลักษณะของรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทย

No.	ชื่อรอยเลื่อน	ความยาวของรอยเลื่อน ย่อยสูงสุด (กิโลเมตร)	อัตราการเคลื่อนตัว (มิลลิเมตรต่อปี)	โอกาสเกิดแผ่นดินไหว สูงสุดขนาด
1	รอยเลื่อนแม่จัน	65 ^[2] (100.61)	0.3-3.0 ^[5]	7.5 ^[5]
2	รอยเลื่อนแม่ทา	150 ^[1] (25.13)		
3	รอยเลื่อนเถิน-ลอง-แพร์	120 ^[2]	0.06 ^[5]	7.5 ^[5]
4	รอยเลื่อนน้ำบด (อุตรดิตถ์)	35 ^[2]	0.1 ^[5]	7.0 ^[5]
5	รอยเลื่อนบัว	68 ^[2] (77.28)	0.6 ^[5]	7.2 ^[5]
6	รอยเลื่อนพะเยา	28 ^[2]	0.1 ^[5]	7.0 ^[5]
7	รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน	200 ^[1]		
8	รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์	200 ^[2]	2.865 ^{[3],[6]}	6.3 ^[4]
9	รอยเลื่อนแม่ปิง (เมย)	200 ^[1] (22.93)		
10	รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์	197.5 ^[2]	0.5-2.0 ^[5]	7.5 ^[5]
11	รอยเลื่อนระนอง	250 ^[1] (102.09)		
12	รอยเลื่อนคลองมะรุย-คลองท่อม	300 ^[1] (56.35)		
13	รอยเลื่อนโคกโพธิ์-สะบ้าย้อย-ยะลา-เบตง	200 ^[1]		
14	รอยเลื่อนเลย-เพชรบูรณ์	150 ^[1]		
15	รอยเลื่อนระยอง-แกลง	<50 ^[1]		

จากแหล่งข้อมูล

- [1] ปัญญา จารุศิริ, สุวิทย์ โคสุวรรณ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, บุรินทร์ เวชบัณฑิต, และ สุทธิพันธ์ ขุทราพันธ์, รายงานวิจัย (ฉบับสมบูรณ์) แผ่นดินไหวในประเทศไทย และ พื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), 2543, 171 หน้า.
- [2] ปัญญา จารุศิริ, วิโรจน์ ดาวฤกษ์, เป็นหนึ่ง วานิชชัย, มนตรี ชูวงษ์, รัชชัช นที, สาโรจน์ สุระโคตร, รัฐกร สองเมือง, เครือวัลย์ จำปาเงิน และกรกฎ ชูสุทธิสกุล, โครงการสำรวจศึกษารอยเลื่อนมีพลังเบื้องต้นในโครงการโรงไฟฟ้าพลังน้ำสาละวิน, รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อกรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2547, 305 หน้า.
- [3] รัชชัช นที, ปัญญา จารุศิริ และวิโรจน์ ดาวฤกษ์, การศึกษาวิจัยความปลอดภัยเกี่ยวกับแผ่นดินไหวของเขื่อนศรีนครินทร์และเขื่อนเขาแหลม, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เสนอต่อ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, 2544, 127 หน้า.
- [4] Fenton, C. H., Charusiri, P., Hinthong, C., Lumjuan, A., and Mangkonkarn, B., "Late Quaternary faulting in northern Thailand," In Proceedings of the International Conference on Stratigraphy and Tectonic Evolution of Southeast Asia and the South Pacific, Bangkok, Department of Mineral Resources, August 1997, 436-452.
- [5] Fenton, C. H., Charusiri, P., and Wood, S.H., "Recent paleoseismic investigations in Northern and Western Thailand," Annals of Geophysics, Vol.46, N. 5, October 2003, 957-980.
- [6] Songmuang, R., "The use of remote-sensing technique for detecting quaternary fault in the southern part of Srisawat fault segment, Kanchanaburi," Bachelor of science, Department of Geology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, 2001.

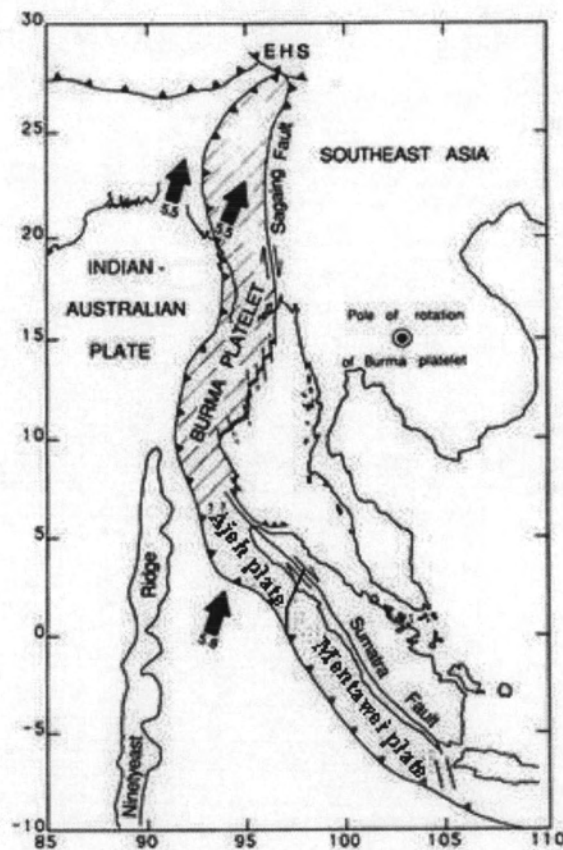
() ตัวเลขในวงเล็บคือความยาวสูงสุดของรอยเลื่อนย่อย จากข้อมูลรอยเลื่อนในแผนที่ดิจิทัลของกรมทรัพยากรธรณีวิทยา



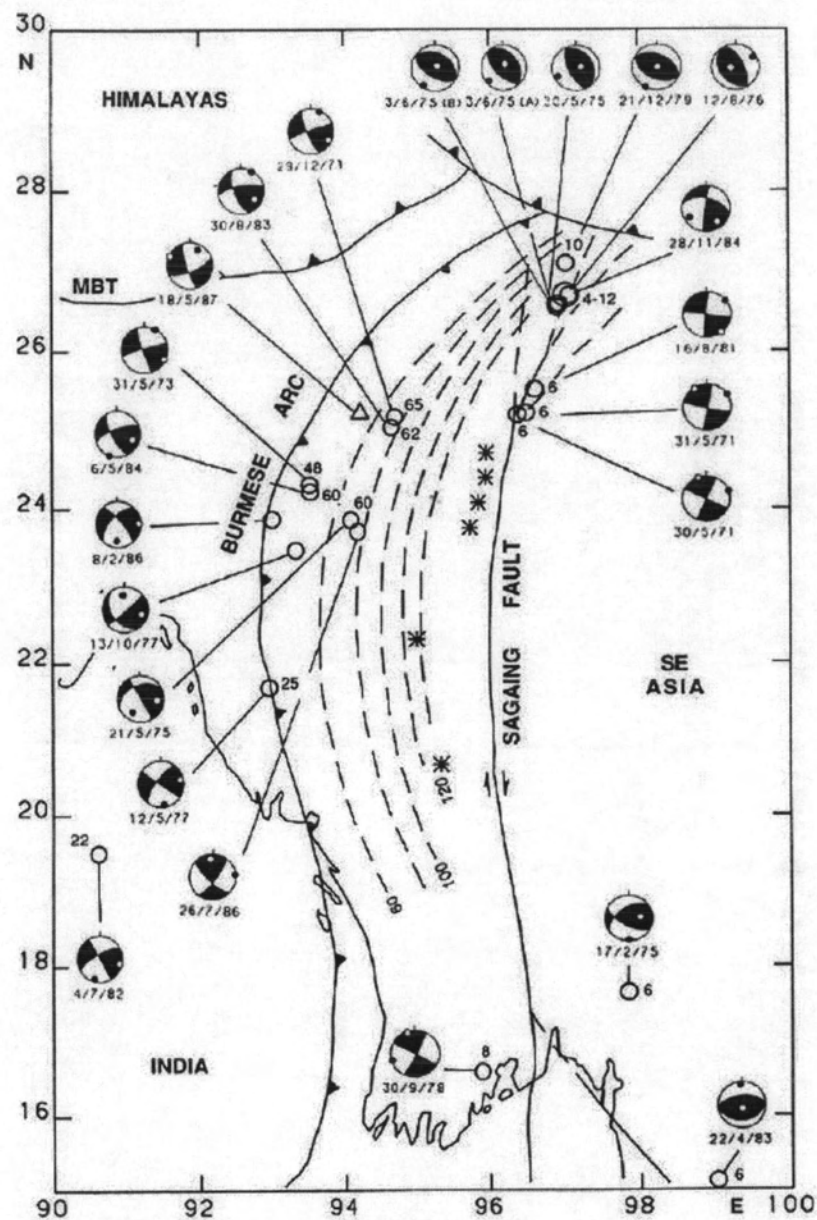
รูปที่ 4.2 ตำแหน่งรอยเลื่อนในประเทศไทยบนแผนที่แสดงเขตแผ่นดินไหวบนพื้นแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543)

4.2 ข้อมูลแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวในทะเลอันดามัน

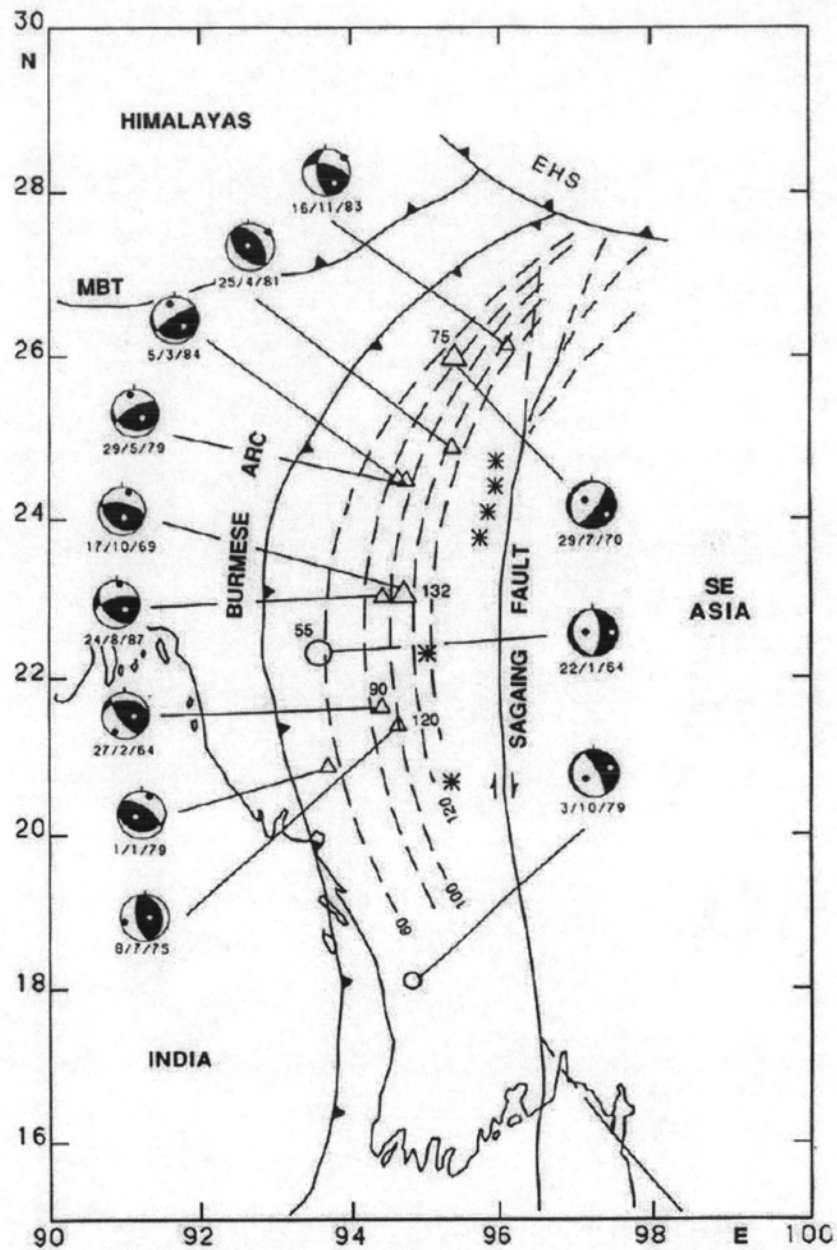
ปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) ได้ศึกษาลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณสหภาพพม่า ทะเลอันดามัน และเกาะสุมาตราซึ่งตั้งอยู่ระหว่างแผ่นอินเดีย (Indian plate) (หรือแผ่นออสเตรเลีย Australian plate) กับแผ่นยูเรเชีย (Eurasian plate) (หรือแผ่นเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ Southeast Asian plate) โดยที่ทั้ง 2 แผ่นเกิดการชนกัน โดยแผ่นอินเดียวิ่งเข้าชนและมุดตัวลงข้างใต้แผ่นเอเชียด้วยความเร็วประมาณ 5.5 ถึง 5.8 เซนติเมตรต่อปี ดังรูปที่ 4.3 ซึ่งการมุดตัวดังกล่าวก่อให้เกิดแนวแผ่นดินไหวและแนวภูเขาไฟใหญ่น้อยมากมาย เมื่อพิจารณาจากข้อมูลระนาบการเคลื่อนตัวและข้อมูลแผ่นดินไหวระดับตื้นและระดับปานกลางแล้ว พบว่าส่วนใหญ่มีการเคลื่อนตัวเข้าหากันแบบเหลื่อมข้าง (strike-slip movement) เป็นส่วนใหญ่ทั้งในเหตุการณ์แผ่นดินไหวระดับตื้น (รูปที่ 4.4) และระดับปานกลาง (รูปที่ 4.5)



รูปที่ 4.3 ทิศทางการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลกในบริเวณแนวโค้งชุนดาตะวันตก (ลูกศรมีตัวเลขเป็นเซนติเมตรต่อปี) เมื่อเทียบกับเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543)



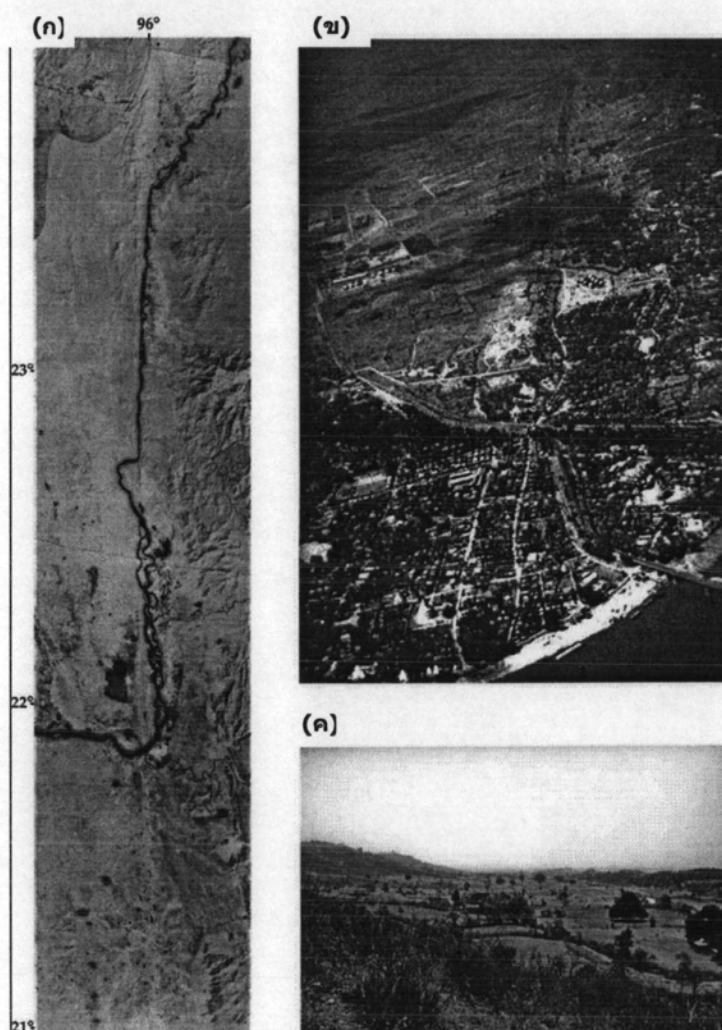
รูปที่ 4.4 ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับตื้นในบริเวณแนวโค้งพม่า โดยใช้ซีกโลกด้านล่าง และการถ่ายทอดโครงข่ายแบบพื้นที่เท่า ตัวเลขประจำโครงข่ายแสดงถึงวันเดือนปีที่เกิดแผ่นดินไหว จุดดำในโครงข่ายแสดงทิศแรงอัด (P-axis) และวงขาวในโครงข่ายแสดงทิศทางแรงดึง (T-axis) ตัวเลขในวงกลมแสดง ความลึกของจุดกำเนิด ดาว (*) แสดงภูเขาไฟยุคควอเทอร์นารี ตัวเลขประจำเส้นประแสดงความลึกของแนว มุดตัวเป็นกิโลเมตร (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543)



รูปที่ 4.5 ลักษณะการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อนจากแผ่นดินไหวระดับลึกปานกลาง ในบริเวณแนวโค้งพม่า โดยใช้ซีกโลกด้านล่างและการถ่ายทอดโครงข่ายแบบพื้นที่เท่า ตัวเลขประจำโครงข่ายแสดงถึงวันเดือนปีที่เกิดแผ่นดินไหว จุดดำในโครงข่ายแสดงทิศแรงอัด (P-axis) และวงขาวในโครงข่ายแสดงทิศทางแรงดึง (T-axis) ตัวเลขในวงกลมแสดงความลึกของจุดกำเนิด ดาว (*) แสดงภูเขาไฟยุคควอเทอร์นารี ตัวเลขประจำเส้นประแสดงความลึกของแนวมุดตัวเป็นกิโลเมตร EHS = ส่วนต่อหิมาลัยตะวันออก (ปัญญา จารุศิริ และคณะ, 2543)

จากสภาพธรณีแปรสัณฐานของทะเลอันดามันดังรูปที่ 4.7 สามารถแบ่งภูมิภาคนี้ออกได้หลักๆ 3 แนวคือ (1) แนวโค้งด้านนอก (outer arc), (2) แนวแอ่งตอนกลาง (central basin) และ (3) แนวตะวันออกของเปลือกทวีป (Curray, 2005)

ในบริเวณแนวแอ่งตอนกลางประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ (1) แอ่งโค้งด้านหน้า (fore-arc basin) (2) แนวภูเขาไฟโค้ง (volcanic arc) และ (3) แอ่งโค้งหลัง (back arc basin) โดยในส่วนของแอ่งโค้งหลังนี้มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้นมากและต่อเลยไปจนถึงรอยเลื่อนสะแกงของพม่า ซึ่ง Vigny และคณะ (2003) ได้ทำการสำรวจรอยเลื่อนสะแกงและรอยเลื่อน Shan Scrap โดย GPS พบว่ารอยเลื่อนสะแกงมีการเลื่อนตัวประมาณ 2 เซนติเมตรต่อปี ซึ่งนับว่าสูงมาก (รูปที่ 4.6) Curray (2005) เชื่อว่ารอยเลื่อนสะแกงน่าจะต่อเลยไปทางใต้และแยกตัวออกเป็นแขนงรอยเลื่อนในประเทศไทย ซึ่งคือรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์และรอยเลื่อนแม่ปิง



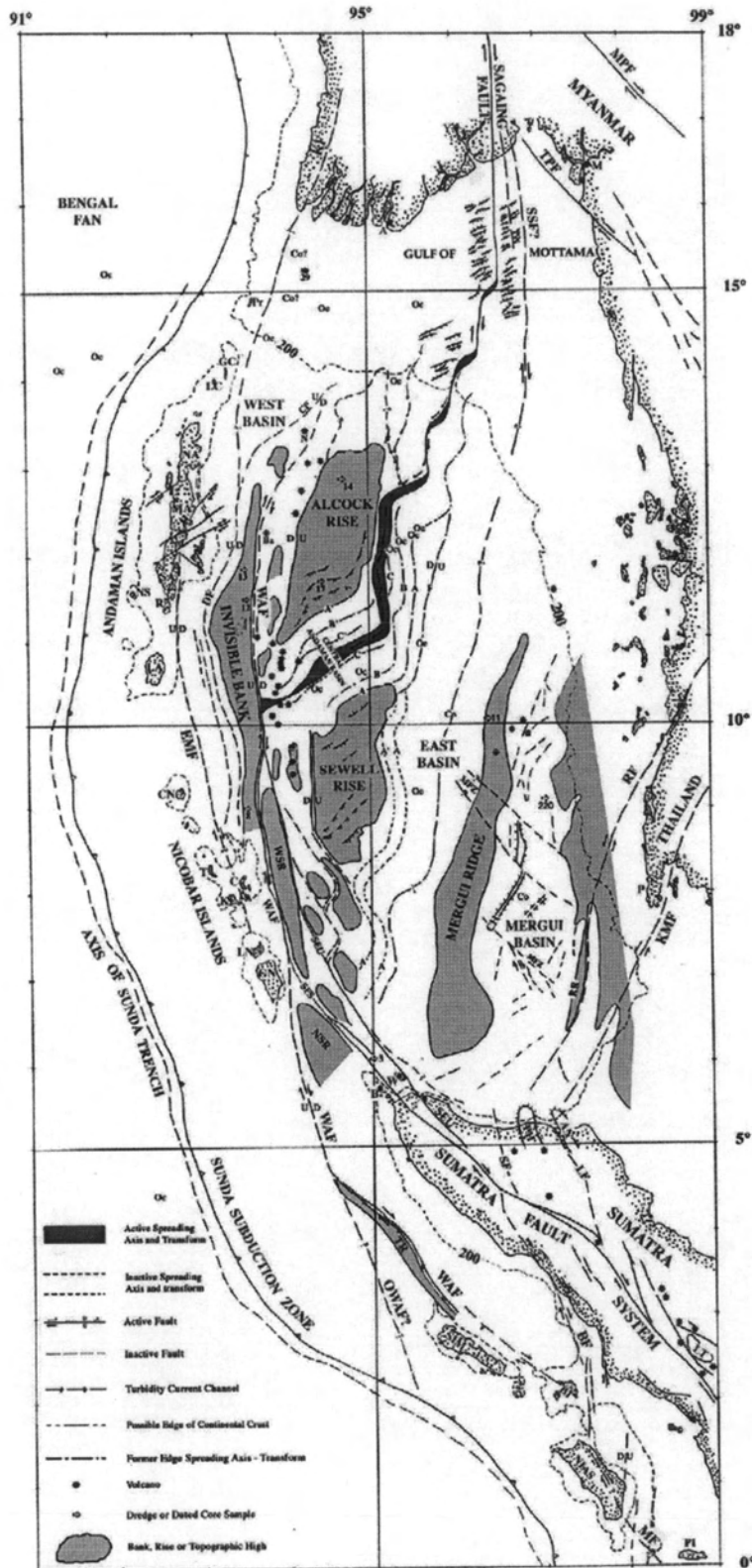
รูปที่ 4.6 รูปถ่ายรอยเลื่อนสะแกง

(ก) ภาพถ่ายทางอากาศแสดงแม่น้ำอิรวดีบรรจบกับรอยเลื่อน

(ข) ภาพถ่ายทางอากาศมุมต่ำในแนวเฉียงบริเวณเมืองสะแกง

(ค) ภาพภูมิประเทศมองไปทางทิศเหนือของเมืองสะแกง

(Curray, 2005)

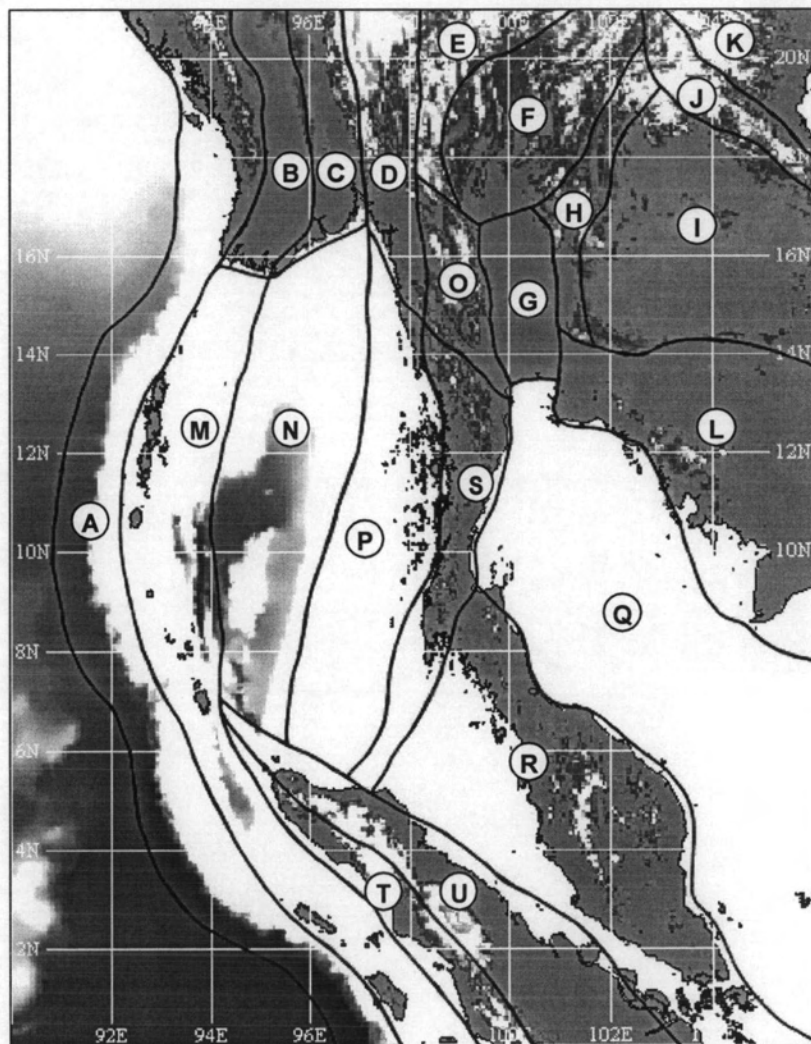


รูปที่ 4.7 แผนที่ธรณีฐานของทะเลอันดามันทางตอนใต้ของประเทศพม่าและตอนเหนือเกาะสุมาตรา (Curray, 2005) ตัวอย่างย่อต่างๆ นั้นได้อธิบายรายละเอียดของแต่ละบริเวณดังนี้:

A=Ama Village, AN=Arun High, B=Brueh Island, Ba=Barren Island, BF=Battee Fault, BI=Banyak Islands, Co=Continental crust refraction determination, DF=Diligent Fault, EMF=Eastern Margin Fault, EP is Elephant Point, GC=Great Cocos Island, GN= Great Nicobar Island, K= Katchall Island, KF= Kabaw Fault, KMF= Khlong Marui Fault, LA= Little Andaman Island, LC= Little Cocos Island, LF= Lhokseumawe-Lopok Kutacane Fault, LN= Little Nicobar Island, LT= Lake Toba, M=Mawlamyine (Moulmein), MA=Middle Andaman Island, MF=Mentawai Fault, MFZ= Mergui Fault, MPF=Mae Ping Fault, N= Narcondam Island, NA=North Andaman Island, NS=North Sentinel Island, NSR=North Sumatra Ridge, Oc=oceanic crust refraction determination, OWAF=Old West Andaman Fault, P=Phuket Island, PH=Peusangan High, PI=Pini Island, Pr=Preparis Island, R=Rutland Island, RF=Ranong Fault, RR=Ranong Ridge, SA=South Andaman Island, SEU=Seulimeum strand of SFS, SF=Samalanga Sipokok Fault, SFS=Sumatra Fault System, SIM=Simeuleu Island, SSF=Shan Scarp Fault, T=Terressa Island, TPF=Three Pagodas Fault, TR=Tuba Ridge, W=Weh Island, WAF=West Andaman Fault, WSR=West Sewell Ridge, Y=Yangon (Rangoon).

4.3 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

การจำแนกลักษณะของบริเวณแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (seismic source zones) ในแต่ละพื้นที่ ขึ้นอยู่กับข้อมูลทางธรณีแปรสัณฐานไหวสะเทือน (seismotectonic) หรือข้อมูลการไหวสะเทือนของบริเวณการเกิดการไหวสะเทือน (seismogenic structure or zone) โดยภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2548) สามารถแบ่งพื้นที่บริเวณแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูด 0° เหนือ ถึง 21° เหนือ ลองจิจูด 90° ตะวันออก ถึง 106° ตะวันออก ออกเป็น 21 บริเวณดังรูปที่ 4.8 โดยสามารถสรุปรายละเอียดแต่ละบริเวณได้ดังตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.8 แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้
(ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548)

ตารางที่ 4.2 แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) ในบริเวณผืนแผ่นดินเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว	บริเวณ	ขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่เคยเกิด
Zone A	เขตมุดตัวอันดามัน	7.5
Zone B	เขตที่ราบพม่าตะวันตกตอนกลาง	5.6
Zone C	เขตที่ราบพม่าตะวันออกตอนกลาง	7.3
Zone D	เขตแม่ฮ่องสอน-เมาะตะมะ	5.9
Zone E	เขตเมืองพาน-เชียงราย	5.65
Zone F	เขตเชียงใหม่-หลวงพระบาง	6.5
Zone G	เขตไทยกลาง	4.46
Zone H	เขตเพชรบูรณ์-วังเวียง	4.4
Zone I	เขตที่ราบสูงโคราช	4.88
Zone J	เขตแม่น้ำคา	4.1
Zone K	เขตเวียดนามเหนือ	6.75
Zone L	เขตกัมพูชา-ไทยตะวันออก	4.6
Zone M	เขตแนวโค้งอันดามัน	9.0
Zone N	เขตแอ่งตะกอนอันดามัน	6.6
Zone O	เขตไทยตะวันตก	5.7
Zone P	เขตเมอร์กูย	6.5
Zone Q	เขตอ่าวไทย	-
Zone R	เขตคาบสมุทรมลายู-มะละกา	3.8
Zone S	เขตอาจะห์-เมนมาไว	7.05
Zone T	เขตไทยใต้	6.35
Zone U	เขตเกาะสุมาตรา	-

(ภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548)

จากการแบ่งพื้นที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวข้างต้น ทำให้สามารถแบ่งรอยเลื่อนมีพลังในประเทศไทยให้อยู่ในแต่ละแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวได้ดังนี้

-โซน E ได้แก่ รอยเลื่อนแม่ฮ่องสอน

-โซน F ได้แก่ รอยเลื่อนแม่จัน รอยเลื่อนแม่ทา รอยเลื่อนเถิน-ลอง-แพร์ รอยเลื่อนน้ำปัด รอยเลื่อนบัว และรอยเลื่อนพะเยา ซึ่งในโซนนี้รอยเลื่อนเถินมีความยาวมากที่สุด 120 กิโลเมตร มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุดขนาด 7.5 (Fenton และคณะ, 2003)

-โซน H ได้แก่ รอยเลื่อนเลย-เพชรบูรณ์

-โซน L ได้แก่ รอยเลื่อนระยอง-แก่ง

-โซน O ได้แก่ รอยเลื่อนศรีสวัสดิ์ รอยเลื่อนแม่ปิง และรอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ ซึ่งในโซนนี้รอยเลื่อนเจดีย์สามองค์ทำให้มีโอกาสเกิดแผ่นดินไหวสูงสุดขนาด 7.5 (Fenton และคณะ, 2003)

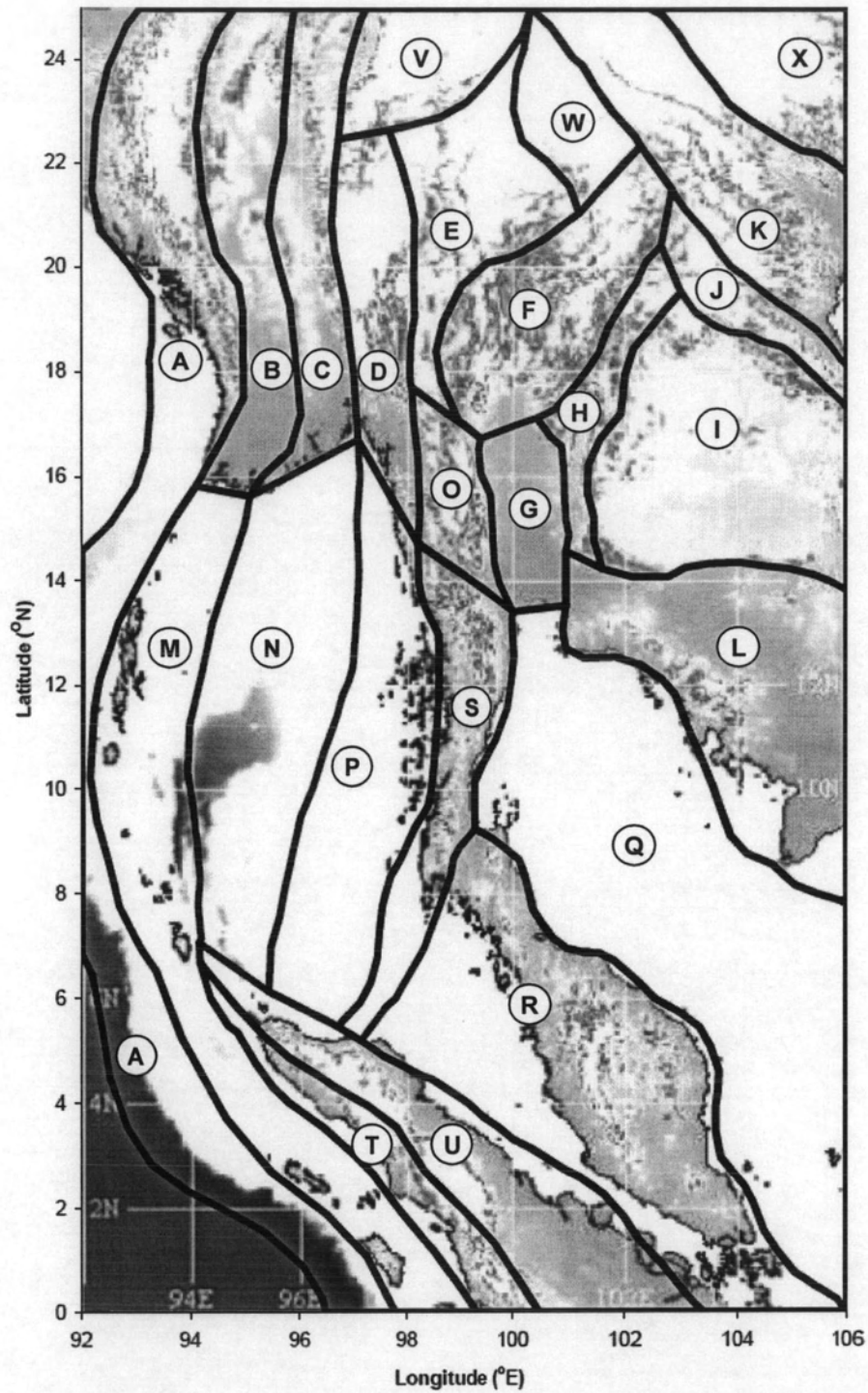
-โซน R ได้แก่ รอยเลื่อนโคกโพธิ์-สะบ้าย้อย-ยะลา-เบตง และ

-โซน S ได้แก่ รอยเลื่อนระนอง

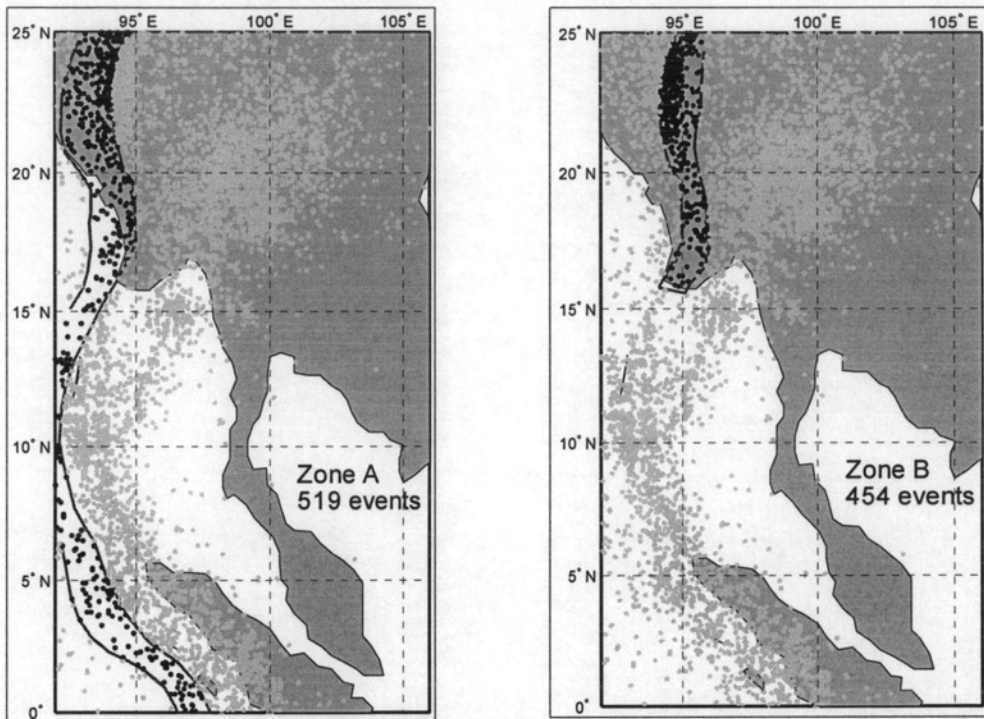
ส่วนโซน C บริเวณประเทศพม่ามีรอยเลื่อนที่สำคัญคือ รอยเลื่อนสะแกงที่มีการเลื่อนตัวประมาณ 2 เซนติเมตรต่อปี

แต่ข้อมูลจากรูปที่ 4.8 จะเห็นว่าเป็นบริเวณครอบคลุมแผนที่ระหว่างละติจูด 0° เหนือ ถึง 21° เหนือ ลองจิจูด 90° ตะวันออก ถึง 106° ตะวันออก ซึ่งจากข้อมูลแผ่นดินไหวที่มีอยู่นั้น จะเห็นว่าทางตอนเหนือของประเทศไทยก็มีแผ่นดินไหวอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อประเทศไทยตอนบนได้ และบริเวณที่น้อยกว่าลองจิจูดที่ 92 องศาตะวันออกมีเหตุการณ์แผ่นดินไหวเกิดขึ้นเบาบางซึ่งเมื่อพิจารณาประกอบกับรูปที่ 4.2 แล้ว ทำให้สามารถแบ่งเขตแผ่นดินไหวได้ครอบคลุมบริเวณละติจูดที่ 0 ถึง 25 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 92 ถึง 106 องศาตะวันออก ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งมีเขตแผ่นดินไหวเพิ่มขึ้นอีก 3 เขตได้แก่ โซน V บริเวณพรมแดนระหว่างประเทศจีนและพม่า โซน W บริเวณพรมแดนระหว่างประเทศจีนและลาว และโซน X บริเวณพรมแดนระหว่างประเทศจีนและเวียดนาม

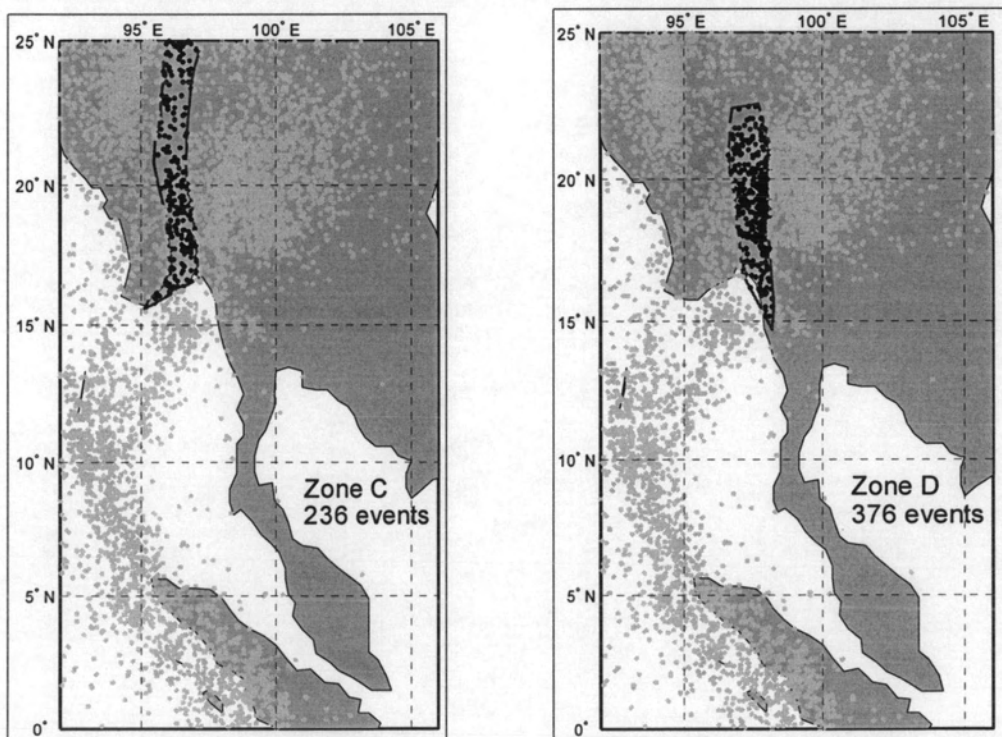
เมื่อทราบขอบเขตของแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวแล้ว ก็ทำการแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวไปตามแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวต่างๆ และทำการตรวจสอบความถูกต้องโดยการจุดข้อมูลบนแผนที่ดังรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.21



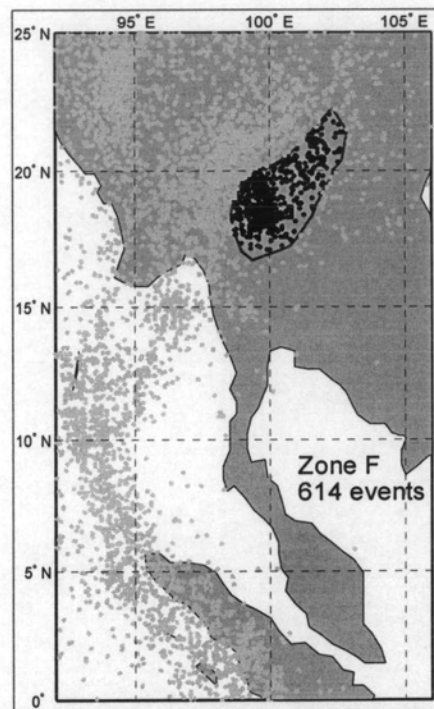
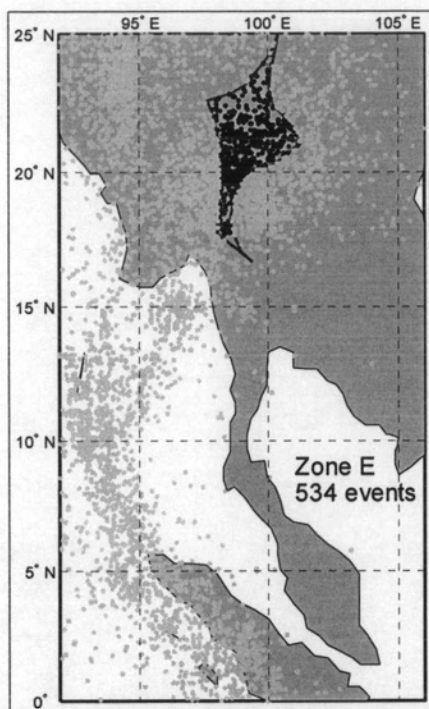
รูปที่ 4.9 แผนที่แหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว (Seismic source zone) บริเวณละติจูดที่ 0 ถึง 25 องศาเหนือ และลองจิจูดที่ 92 ถึง 106 องศาตะวันออก ปรับปรุงจากปัญญา จารุศิริ และคณะ (2543) และภาควิชาธรณีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (2548)



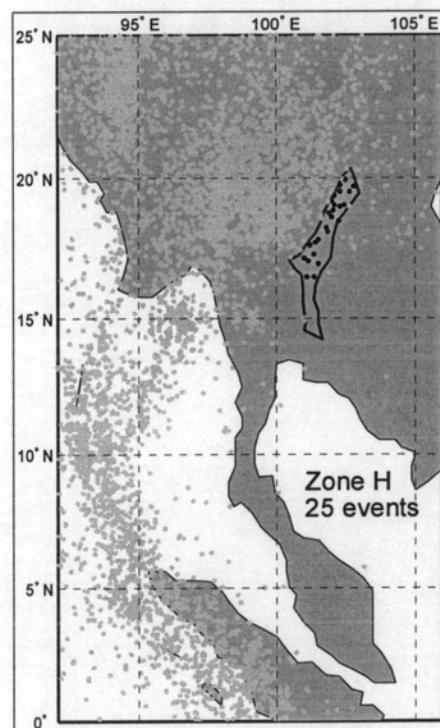
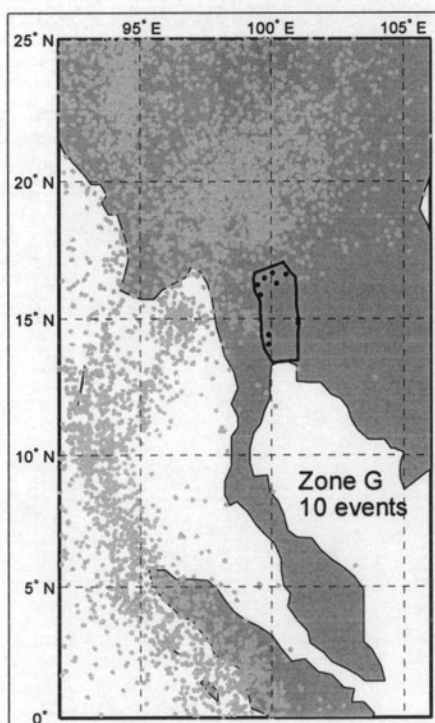
รูปที่ 4.10 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A ได้ 519 เหตุการณ์ และโซน B ได้ 454 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



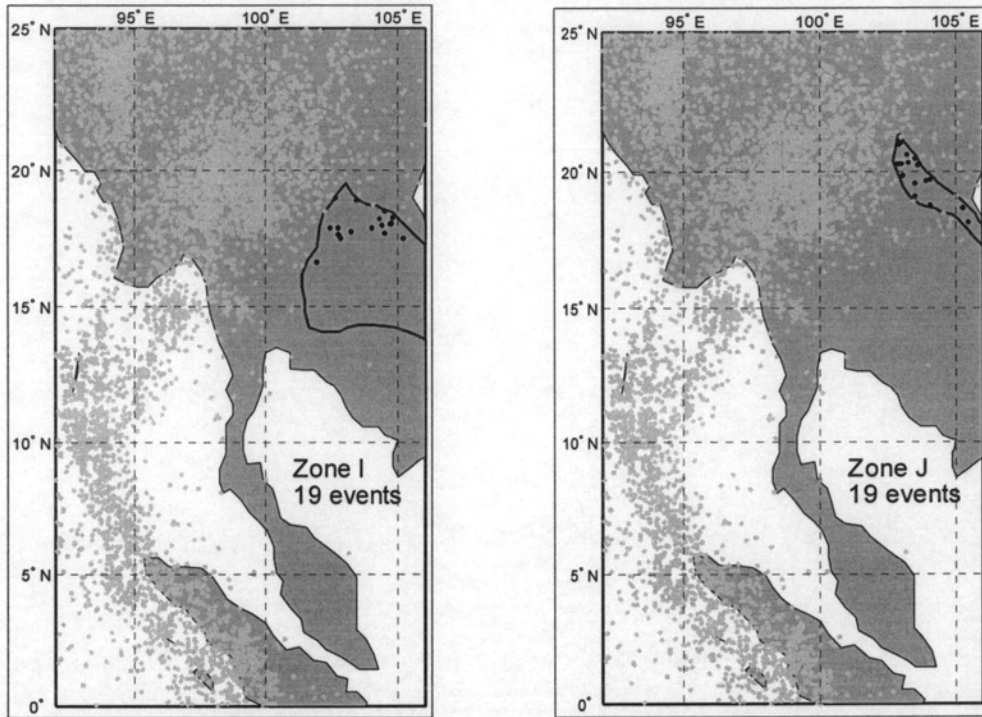
รูปที่ 4.11 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน C ได้ 236 เหตุการณ์ และโซน D ได้ 376 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



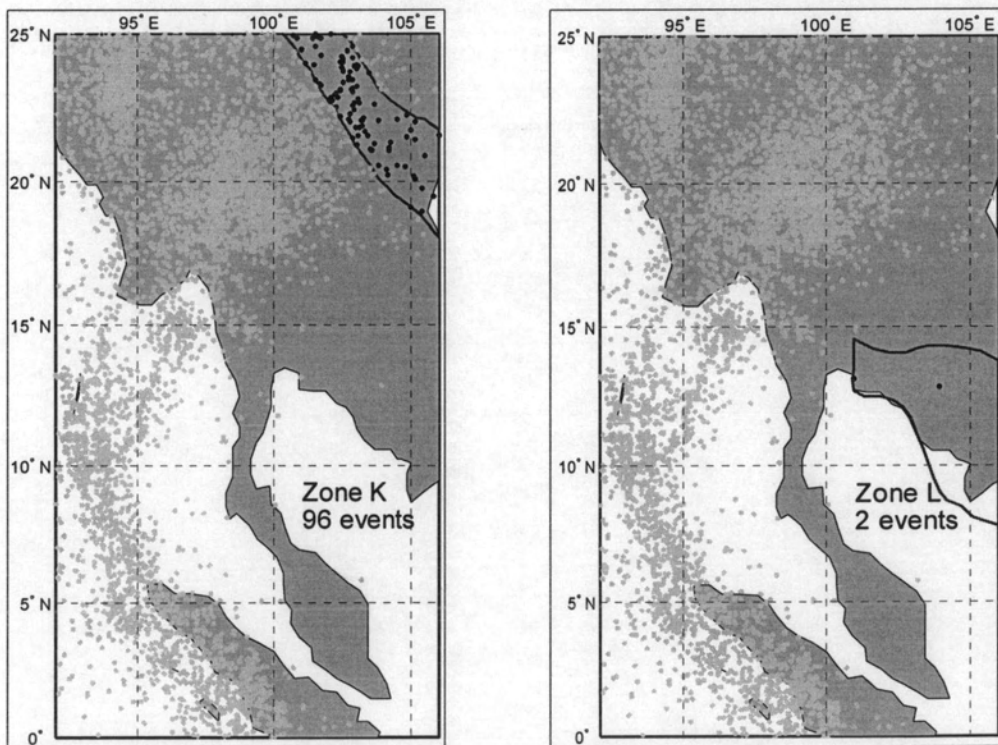
รูปที่ 4.12 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน E ได้ 534 เหตุการณ์ และโซน F ได้ 614 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



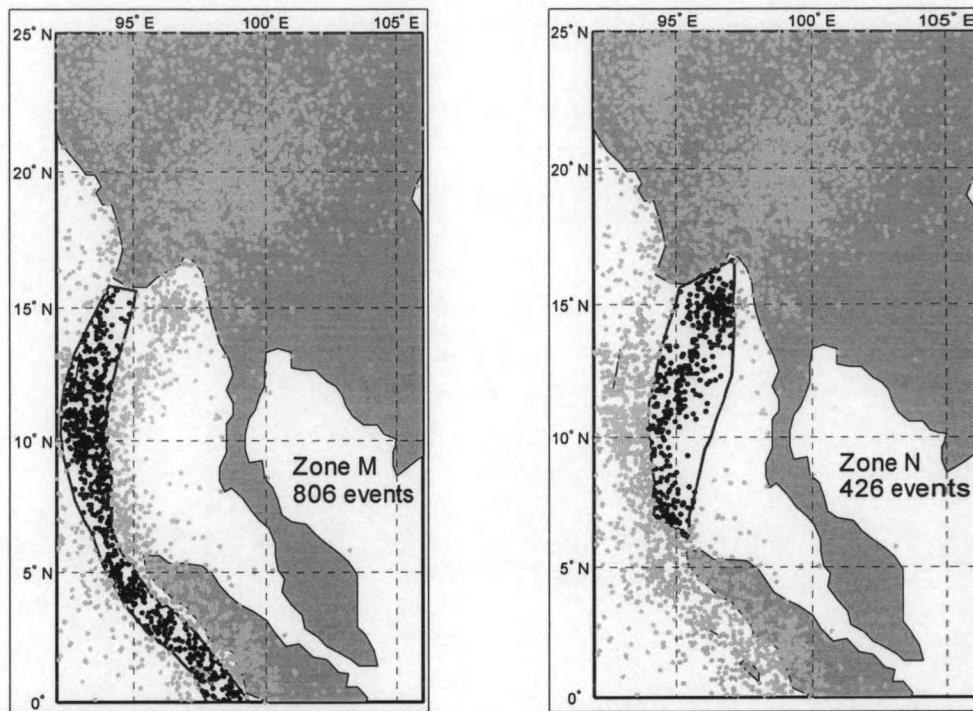
รูปที่ 4.13 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน G ได้ 10 เหตุการณ์ และโซน H ได้ 25 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



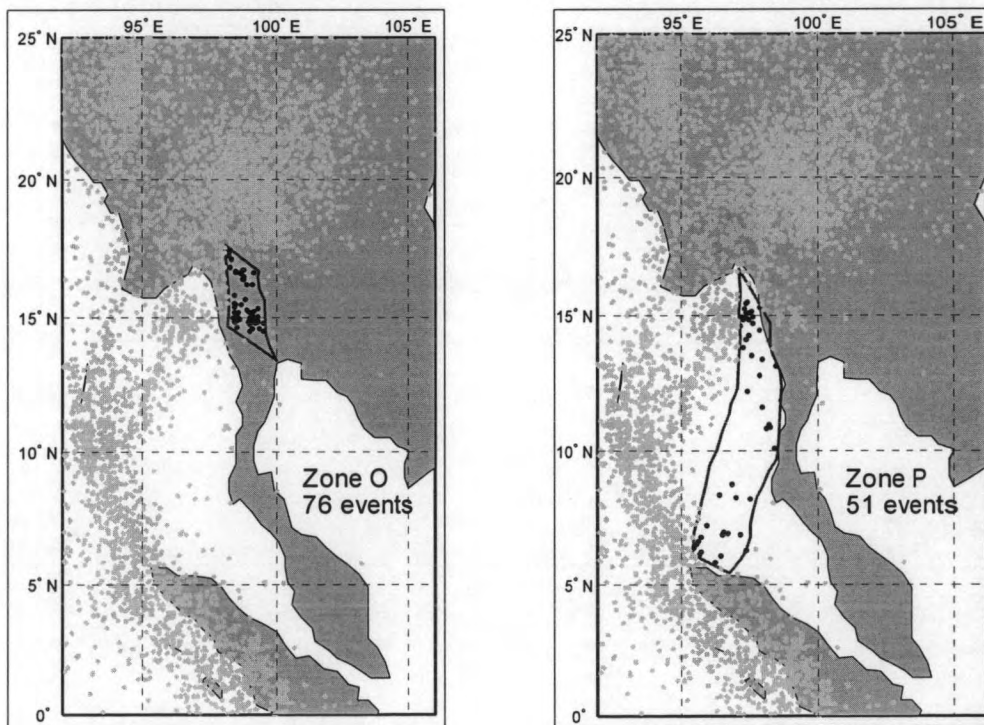
รูปที่ 4.14 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน I ได้ 19 เหตุการณ์และโซน J ได้ 19 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



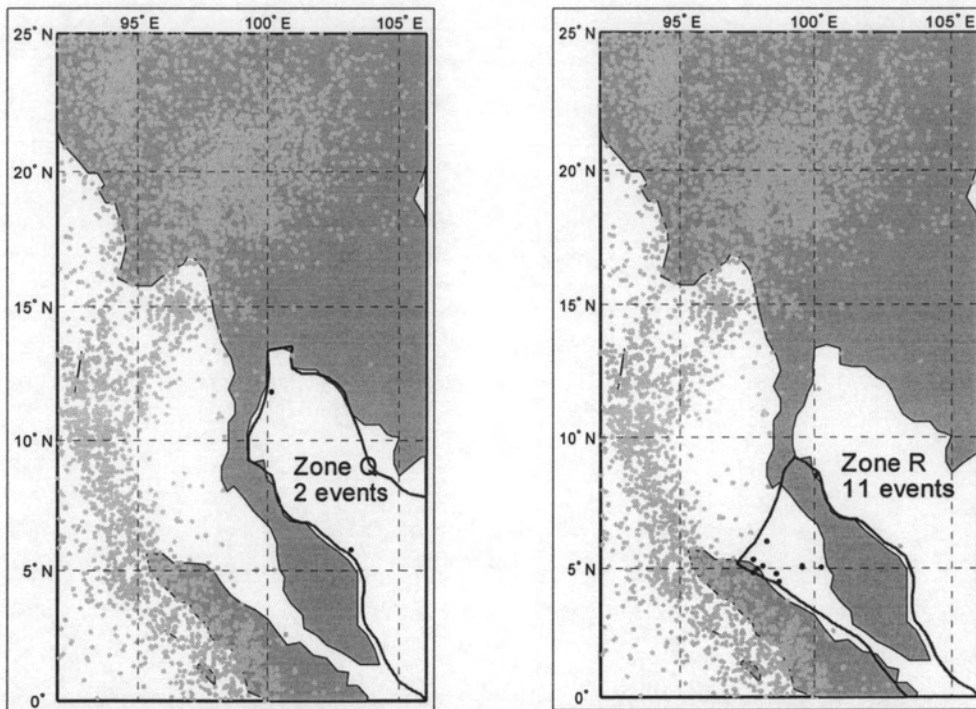
รูปที่ 4.15 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน K ได้ 96 เหตุการณ์และโซน L ได้ 2 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



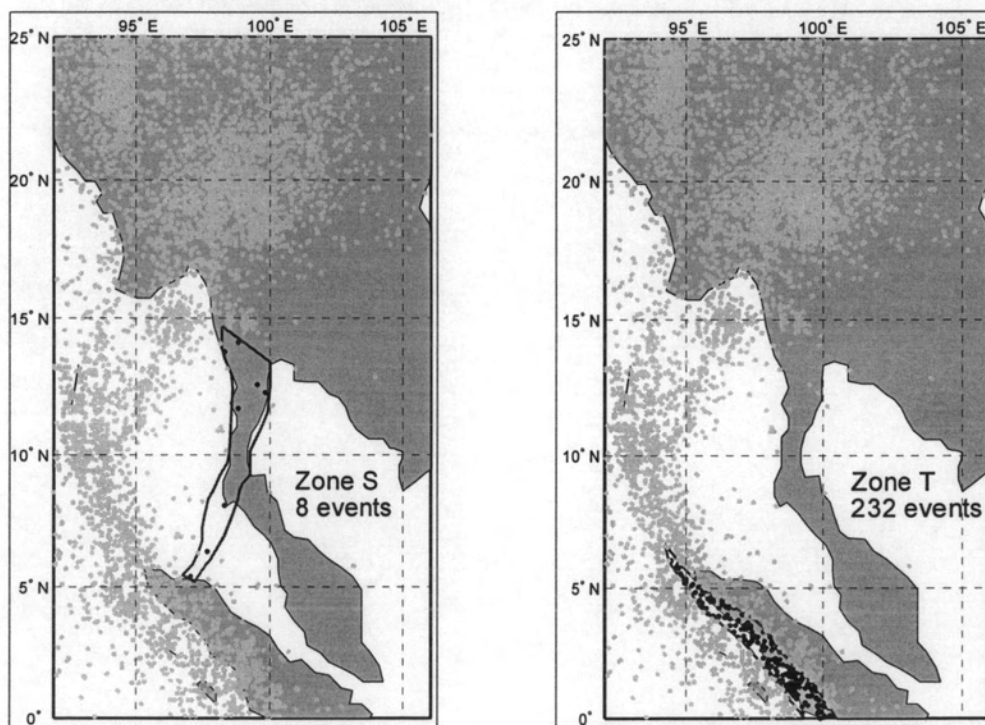
รูปที่ 4.16 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน M ได้ 806 เหตุการณ์ และโซน N ได้ 426 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



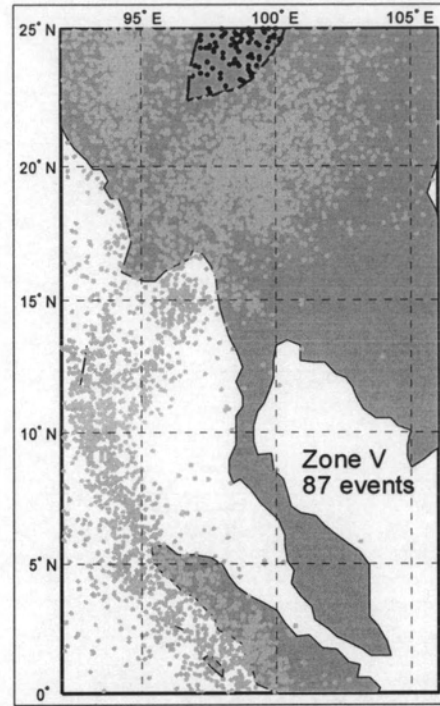
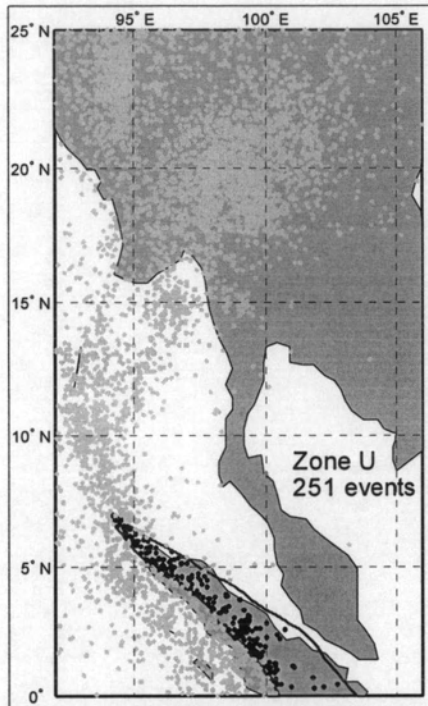
รูปที่ 4.17 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน O ได้ 76 เหตุการณ์ และโซน P ได้ 51 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



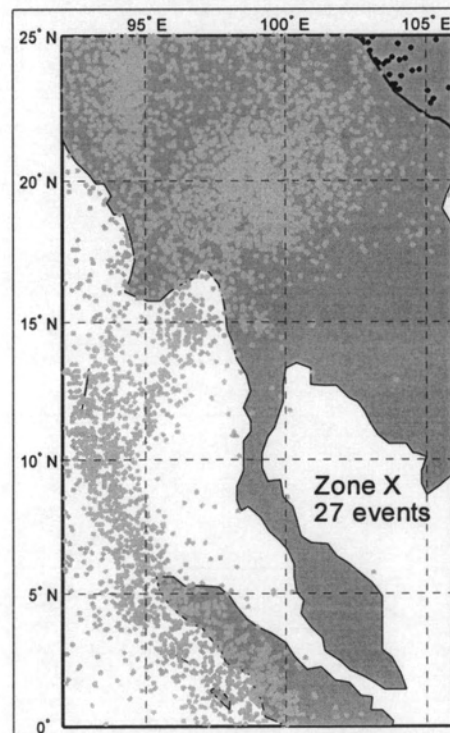
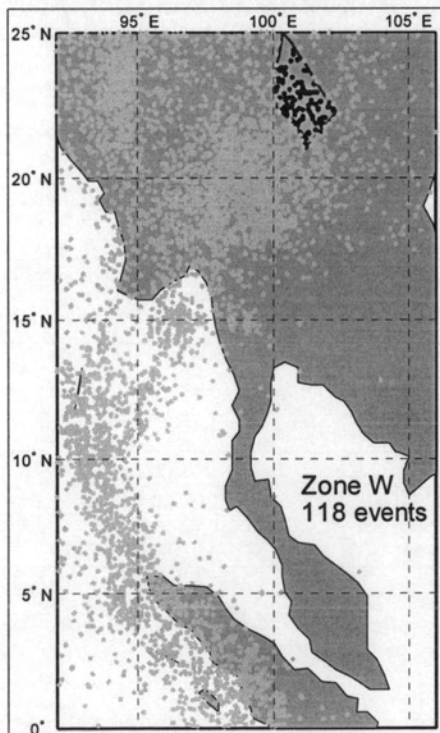
รูปที่ 4.18 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน Q ได้ 2 เหตุการณ์ และโซน R ได้ 11 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



รูปที่ 4.19 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน S ได้ 8 เหตุการณ์ และโซน T ได้ 232 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



รูปที่ 4.20 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน U ได้ 251 เหตุการณ์ และโซน V ได้ 87 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ



รูปที่ 4.21 การแบ่งข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน W ได้ 118 เหตุการณ์ และโซน X ได้ 27 เหตุการณ์ ซึ่งแสดงเป็นจุดสีดำ

4.4 การหาคุณลักษณะของแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว

4.4.1 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหว

ข้อมูลแผ่นดินไหวที่ถูกบันทึกตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน อาจมีลักษณะไม่สอดคล้องกันซึ่งเป็นผลมาจากเครื่องมือที่ใช้ตรวจวัดแผ่นดินไหวแตกต่างกันในแต่ละแหล่ง ประสิทธิภาพของเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวในแต่ละยุคสมัย หรือสูตรการคำนวณขนาดแผ่นดินไหวที่แตกต่างกัน ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ข้อมูลแผ่นดินไหวที่ถูกบันทึกในช่วงเวลาที่ยาวนานมีความไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้การวิเคราะห์หาอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหว (recurrence rate of earthquakes) คลาดเคลื่อน ดังนั้นจึงต้องมีการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหว เพื่อให้การวิเคราะห์หาอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวถูกต้องแม่นยำมากขึ้น

การตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหวสามารถทำได้ตามวิธีของ Stepp (1979) จากสมการที่ 4.1

$$k(m) = \frac{n(m)}{T} \quad (4.1)$$

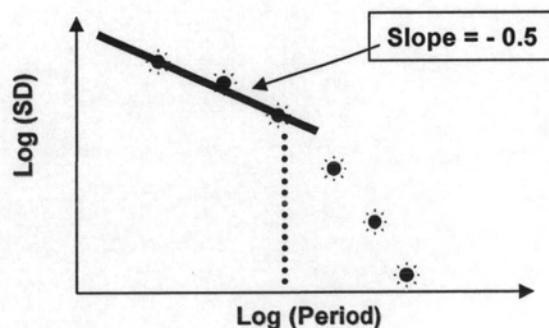
โดยที่ $k(m)$ คืออัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี และ

$n(m)$ คือจำนวนแผ่นดินไหวขนาด m ในช่วงเวลา T (10 ปี, 20 ปี, 30 ปี,...)

จะได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) จากสมการที่ 4.2

$$\sigma = \frac{\sqrt{k(m)}}{\sqrt{T}} \quad (4.2)$$

เมื่อนำไปเขียนกราฟลอการิทึมของความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) กับช่วงเวลา (T) ข้อมูลที่มีความสมบูรณ์จะต้องมีเส้นแนวโน้มขนานกับ $\frac{1}{\sqrt{T}}$ หรือมีความชันเท่ากับ -0.5 ดังรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์แบบลอการิทึมระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) กับช่วงเวลา (T)

ดังนั้นในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหว จะใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกดังนี้

- 1) เลือกช่วงเวลาของข้อมูลจากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (σ) กับช่วงเวลา (T) ที่ความชันไม่เกิน -1/2
- 2) หากช่วงเวลาที่ได้กราฟมีความชันเกิน -1/2 ไม่มีข้อมูลแผ่นดินไหวอยู่ ให้พิจารณาเฉพาะช่วงเวลาที่มีข้อมูลแผ่นดินไหว

ตัวอย่างการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหวสำหรับโซน A

- 1) ทำการจำแนกข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A ทุกๆ 5 ปีและทุกๆ ช่วงขนาดแผ่นดินไหวเท่ากับ 0.25 ดังตารางที่ 4.3 และทำการสะสมข้อมูลแผ่นดินไหวจากปัจจุบันไปยังอดีตดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A จำแนกทุกๆ 5 ปีและทุกๆ ช่วงขนาดแผ่นดินไหวเท่ากับ 0.25

ปี \ Mw	3.125	3.375	3.625	3.875	4.125	4.375	4.625	4.875	5.125	5.375	5.625	5.875	6.125	6.375	6.625	6.875	7.125	7.375	7.625
2002-2006	0	0	2	5	12	20	28	12	8	2	4	1	5	0	1	1	0	0	2
1997-2001	0	6	14	22	31	19	18	4	5	3	1	0	2	0	0	0	0	0	0
1992-1996	1	1	8	9	18	17	28	6	1	2	0	1	2	0	0	1	0	0	0
1987-1991	0	0	2	4	12	12	12	13	9	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1982-1986	1	0	0	1	2	11	14	2	6	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
1977-1981	0	0	0	0	2	6	12	3	5	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1972-1976	0	0	0	2	2	2	4	5	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1967-1971	0	0	0	0	1	0	4	4	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1962-1966	0	0	0	0	1	0	2	0	2	3	1	0	2	0	1	0	0	0	0
1957-1961	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1952-1956	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1947-1951	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1942-1946	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1937-1941	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1932-1936	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1927-1931	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1922-1926	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1917-1921	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1912-1916	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 4.4 ค่าสะสมของข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A ทุกๆ 5 ปี

ปี \ Mw	3.125	3.375	3.625	3.875	4.125	4.375	4.625	4.875	5.125	5.375	5.625	5.875	6.125	6.375	6.625	6.875	7.125	7.375	7.625
2002-2006	0	0	2	5	12	20	28	12	8	2	4	1	5	0	1	1	0	0	2
1997-2006	0	6	16	27	43	39	46	16	13	5	5	1	7	0	1	1	0	0	2
1992-2006	1	7	24	36	61	56	74	22	14	7	5	2	9	0	1	2	0	0	2
1987-2006	1	7	26	40	73	68	86	35	23	10	5	3	9	0	1	2	0	0	2
1982-2006	2	7	26	41	75	79	100	37	29	10	5	5	9	0	1	2	0	0	2
1977-2006	2	7	26	41	77	85	112	40	34	13	5	6	9	0	1	2	0	0	2
1972-2006	2	7	26	43	79	87	116	45	37	16	5	6	10	0	1	2	0	0	2
1967-2006	2	7	26	43	80	87	120	49	41	16	6	6	10	0	1	2	0	0	2
1962-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	19	7	6	12	0	2	2	0	0	2
1957-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	7	6	12	0	2	2	0	0	2
1952-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	0	3	2	0	0	2
1947-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	0	3	2	0	0	2
1942-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	0	3	2	0	0	2
1937-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	0	4	2	0	0	2
1932-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	0	5	2	0	0	2
1927-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	13	1	5	2	0	0	2
1922-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	14	1	5	2	0	0	2
1917-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	14	1	5	2	0	0	2
1912-2006	2	7	26	43	81	87	122	49	43	20	8	6	15	1	5	2	0	0	2

2) หาอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหว (recurrence rate) ตามสมการที่ 4.1 ได้ค่าดังตารางที่ 4.5

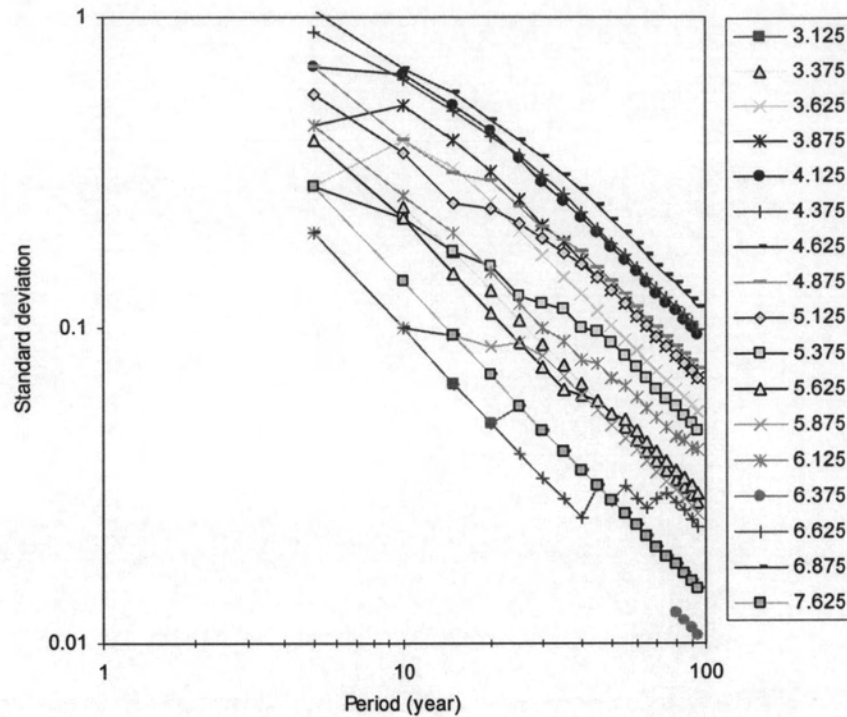
ตารางที่ 4.5 อัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในโซน A

ช่วงปีMw	3.125	3.375	3.625	3.875	4.125	4.375	4.625	4.875	5.125	5.375	5.625	5.875	6.125	6.375	6.625	6.875	7.125	7.375	7.625
5	0.00	0.00	0.40	1.00	2.40	4.00	5.60	2.40	1.60	0.40	0.80	0.20	1.00	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.40
10	0.00	0.60	1.60	2.70	4.30	3.90	4.60	1.60	1.30	0.50	0.50	0.10	0.70	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.20
15	0.07	0.47	1.60	2.40	4.07	3.73	4.93	1.47	0.93	0.47	0.33	0.13	0.60	0.00	0.07	0.13	0.00	0.00	0.13
20	0.05	0.35	1.30	2.00	3.65	3.40	4.30	1.75	1.15	0.50	0.25	0.15	0.45	0.00	0.05	0.10	0.00	0.00	0.10
25	0.08	0.28	1.04	1.64	3.00	3.16	4.00	1.48	1.16	0.40	0.20	0.20	0.36	0.00	0.04	0.08	0.00	0.00	0.08
30	0.07	0.23	0.87	1.37	2.57	2.83	3.73	1.33	1.13	0.43	0.17	0.20	0.30	0.00	0.03	0.07	0.00	0.00	0.07
35	0.06	0.20	0.74	1.23	2.26	2.49	3.31	1.29	1.06	0.46	0.14	0.17	0.29	0.00	0.03	0.06	0.00	0.00	0.06
40	0.05	0.18	0.65	1.08	2.00	2.18	3.00	1.23	1.03	0.40	0.15	0.15	0.25	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.05
45	0.04	0.16	0.58	0.96	1.80	1.93	2.71	1.09	0.96	0.42	0.16	0.13	0.27	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04
50	0.04	0.14	0.52	0.86	1.62	1.74	2.44	0.98	0.86	0.40	0.14	0.12	0.24	0.00	0.04	0.04	0.00	0.00	0.04
55	0.04	0.13	0.47	0.78	1.47	1.58	2.22	0.89	0.78	0.36	0.15	0.11	0.24	0.00	0.05	0.04	0.00	0.00	0.04
60	0.03	0.12	0.43	0.72	1.35	1.45	2.03	0.82	0.72	0.33	0.13	0.10	0.22	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.03
65	0.03	0.11	0.40	0.66	1.25	1.34	1.88	0.75	0.66	0.31	0.12	0.09	0.20	0.00	0.05	0.03	0.00	0.00	0.03
70	0.03	0.10	0.37	0.61	1.16	1.24	1.74	0.70	0.61	0.29	0.11	0.09	0.19	0.00	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03
75	0.03	0.09	0.35	0.57	1.08	1.16	1.63	0.65	0.57	0.27	0.11	0.08	0.17	0.00	0.07	0.03	0.00	0.00	0.03
80	0.03	0.09	0.33	0.54	1.01	1.09	1.53	0.61	0.54	0.25	0.10	0.08	0.16	0.01	0.06	0.03	0.00	0.00	0.03
85	0.02	0.08	0.31	0.51	0.95	1.02	1.44	0.58	0.51	0.24	0.09	0.07	0.16	0.01	0.06	0.02	0.00	0.00	0.02
90	0.02	0.08	0.29	0.48	0.90	0.97	1.36	0.54	0.48	0.22	0.09	0.07	0.16	0.01	0.06	0.02	0.00	0.00	0.02
95	0.02	0.07	0.27	0.45	0.85	0.92	1.28	0.52	0.45	0.21	0.08	0.06	0.16	0.01	0.05	0.02	0.00	0.00	0.02

3) หาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเกิดซ้ำตามสมการที่ 4.2 ได้ค่าดังตารางที่ 4.6 ซึ่งสามารถเขียนกราฟความสัมพันธ์แบบลอการิทึมระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลาของข้อมูลดังรูปที่ 4.23 และหาความชันของกราฟได้ดังตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.6 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในโซน A

ช่วงปีMw	3.125	3.375	3.625	3.875	4.125	4.375	4.625	4.875	5.125	5.375	5.625	5.875	6.125	6.375	6.625	6.875	7.125	7.375	7.625
5	0.00	0.00	0.28	0.45	0.69	0.89	1.06	0.69	0.57	0.28	0.40	0.20	0.45	0.00	0.20	0.20	0.00	0.00	0.28
10	0.00	0.24	0.40	0.52	0.66	0.62	0.68	0.40	0.36	0.22	0.22	0.10	0.26	0.00	0.10	0.10	0.00	0.00	0.14
15	0.07	0.18	0.33	0.40	0.52	0.50	0.57	0.31	0.25	0.18	0.15	0.09	0.20	0.00	0.07	0.09	0.00	0.00	0.09
20	0.05	0.13	0.25	0.32	0.43	0.41	0.46	0.30	0.24	0.16	0.11	0.09	0.15	0.00	0.05	0.07	0.00	0.00	0.07
25	0.06	0.11	0.20	0.26	0.35	0.36	0.40	0.24	0.22	0.13	0.09	0.09	0.12	0.00	0.04	0.06	0.00	0.00	0.06
30	0.05	0.09	0.17	0.21	0.29	0.31	0.35	0.21	0.19	0.12	0.07	0.08	0.10	0.00	0.03	0.05	0.00	0.00	0.05
35	0.04	0.08	0.15	0.19	0.25	0.27	0.31	0.19	0.17	0.11	0.06	0.07	0.09	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.04
40	0.04	0.07	0.13	0.16	0.22	0.23	0.27	0.18	0.16	0.10	0.06	0.06	0.08	0.00	0.03	0.04	0.00	0.00	0.04
45	0.03	0.06	0.11	0.15	0.20	0.21	0.25	0.16	0.15	0.10	0.06	0.05	0.08	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
50	0.03	0.05	0.10	0.13	0.18	0.19	0.22	0.14	0.13	0.09	0.05	0.05	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
55	0.03	0.05	0.09	0.12	0.16	0.17	0.20	0.13	0.12	0.08	0.05	0.04	0.07	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.03
60	0.02	0.04	0.08	0.11	0.15	0.16	0.18	0.12	0.11	0.07	0.05	0.04	0.06	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
65	0.02	0.04	0.08	0.10	0.14	0.14	0.17	0.11	0.10	0.07	0.04	0.04	0.06	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
70	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13	0.13	0.16	0.10	0.09	0.06	0.04	0.03	0.05	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
75	0.02	0.04	0.07	0.09	0.12	0.12	0.15	0.09	0.09	0.06	0.04	0.03	0.05	0.00	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
80	0.02	0.03	0.06	0.08	0.11	0.12	0.14	0.09	0.08	0.06	0.04	0.03	0.05	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
85	0.02	0.03	0.06	0.08	0.11	0.11	0.13	0.08	0.08	0.05	0.03	0.03	0.04	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.02
90	0.02	0.03	0.06	0.07	0.10	0.10	0.12	0.08	0.07	0.05	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.02
95	0.01	0.03	0.05	0.07	0.09	0.10	0.12	0.07	0.07	0.05	0.03	0.03	0.04	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01



รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์แบบลอการิทึมระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลาของข้อมูลจากโซน A

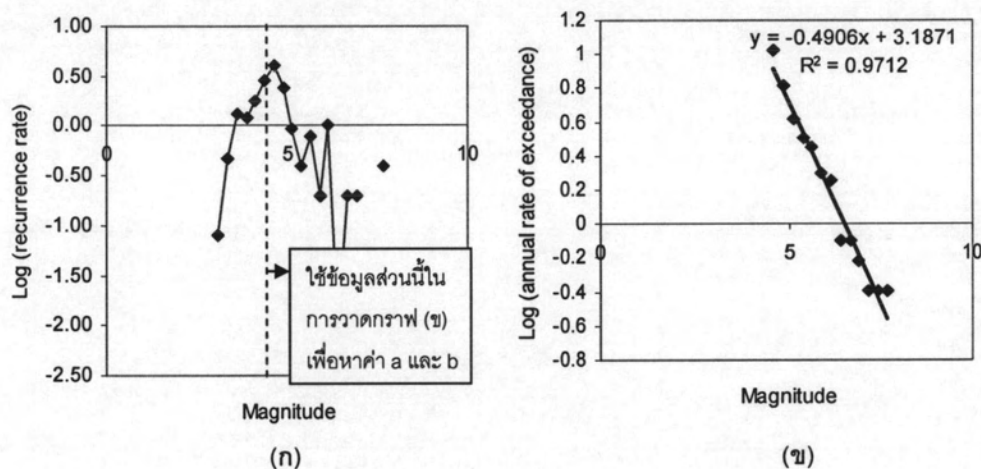
ตารางที่ 4.7 ความชันจากความสัมพันธ์ของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับช่วงเวลาของข้อมูลแผ่นดินไหวในโซน A

ช่วงปี/ Mw	3.125	3.375	3.625	3.875	4.125	4.375	4.625	4.875	5.125	5.375	5.625	5.875	6.125	6.375	6.625	6.875	7.125	7.375	7.625
2002-2006	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-	-	-0.5
1997-2006	-0.5	-0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-	-	-0.6
1992-2006	-0.5	-0.5	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.6	-	-	-0.7
1987-2006	-0.5	-0.6	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.6	-	-	-0.7
1982-2006	-0.5	-0.6	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.6	-	-0.8
1977-2006	-0.5	-0.6	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.7	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1972-2006	-0.5	-0.6	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1967-2006	-0.5	-0.7	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1962-2006	-0.5	-0.7	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1957-2006	-0.5	-0.7	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1952-2006	-0.6	-0.7	-0.4	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.5	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1947-2006	-0.6	-0.7	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.8	-0.7	-	-	-0.8
1942-2006	-0.6	-0.7	-0.5	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.7	-	-	-0.9
1937-2006	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9
1932-2006	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9
1927-2006	-0.6	-0.8	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9
1922-2006	-0.6	-0.8	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.5	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9
1917-2006	-0.6	-0.8	-0.5	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9
1912-2006	-0.6	-0.8	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.8	-0.6	-0.7	-0.5	-0.7	-0.8	-	-	-0.9

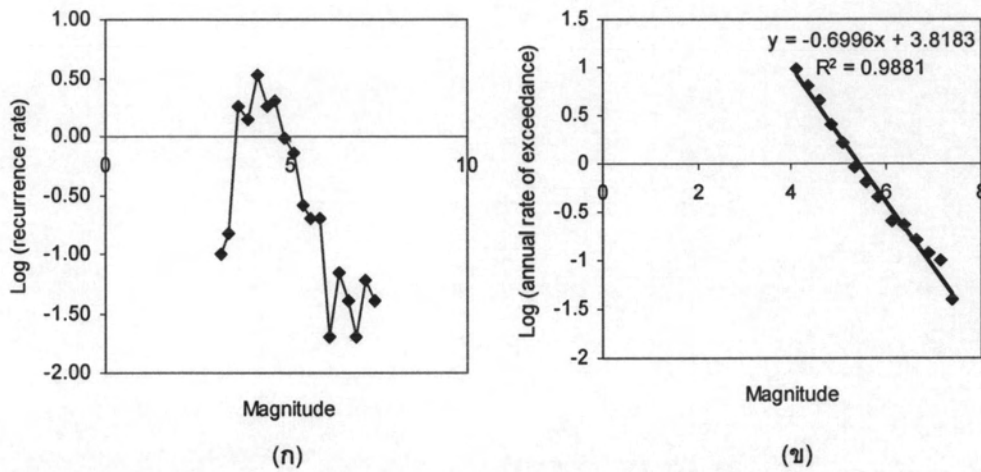
จากตารางที่ 4.7 สามารถเลือกช่วงเวลาที่มีความสมบูรณ์ของข้อมูลได้ตามส่วนที่แรกๆ เนื่องจากเป็นช่วงข้อมูลที่มีความชันไม่ต่ำกว่า -0.5 และเป็นช่วงที่เริ่มมีข้อมูลแผ่นดินไหว ซึ่งจากการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลแผ่นดินไหว สามารถสรุปช่วงเวลาของข้อมูลแผ่นดินไหวที่มีความสมบูรณ์ได้ดังตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9

4.4.2 การหาค่าคงที่ a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter

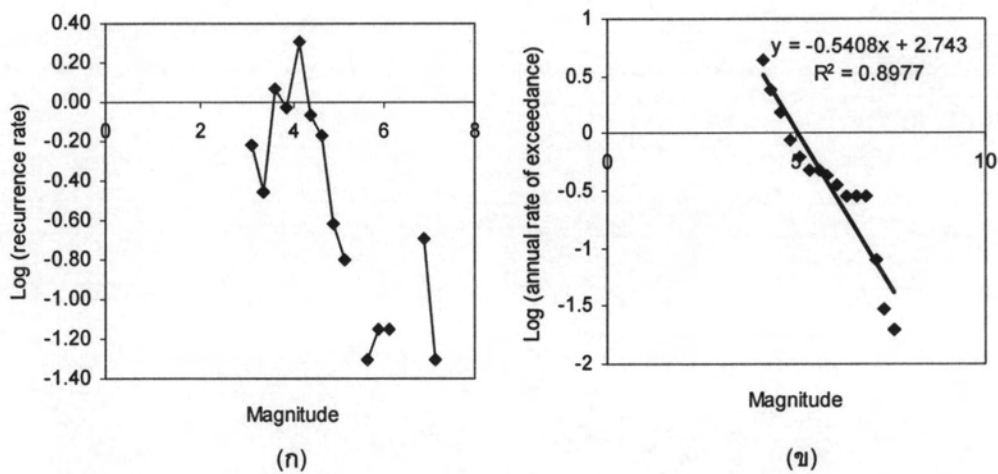
หลังจากได้ช่วงเวลาของข้อมูลแผ่นดินไหวที่มีความสมบูรณ์แล้ว ทำการหาอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวที่มีขนาดเกินกว่าขนาดที่ต้องการในรอบ 1 ปี (annual rate of exceedance) และหาความสัมพันธ์ตามสมการของ Gutenberg-Richter ของทุกแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว โดยเลือกช่วงของข้อมูลจากแผ่นดินไหวขนาดเล็กที่มีอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในแต่ละขนาดสูงสุด (recurrence rate) ไปจนถึงแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ได้ดังตัวอย่างในรูปที่ 4.24(ก) ไปหาอัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวที่มีขนาดเกินกว่าขนาดที่ต้องการในรอบ 1 ปี และวาดกราฟดังรูปที่ 4.24(ข) เพื่อหาสมการเส้นตรงจากกราฟ จะได้ค่า a และ b จากสมการเส้นตรงนั้น ซึ่งในขั้นตอนนี้จะแสดงดังรูปที่ 4.24 ถึงรูปที่ 4.41 ซึ่งสามารถสรุปผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ในการเกิดซ้ำกับขนาดของแผ่นดินไหวได้ดังตารางที่ 4.10



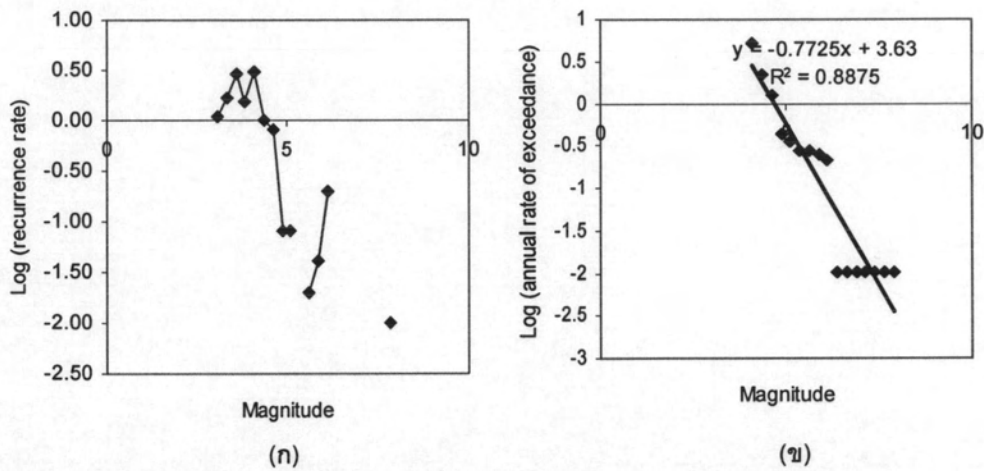
รูปที่ 4.24 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน A
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



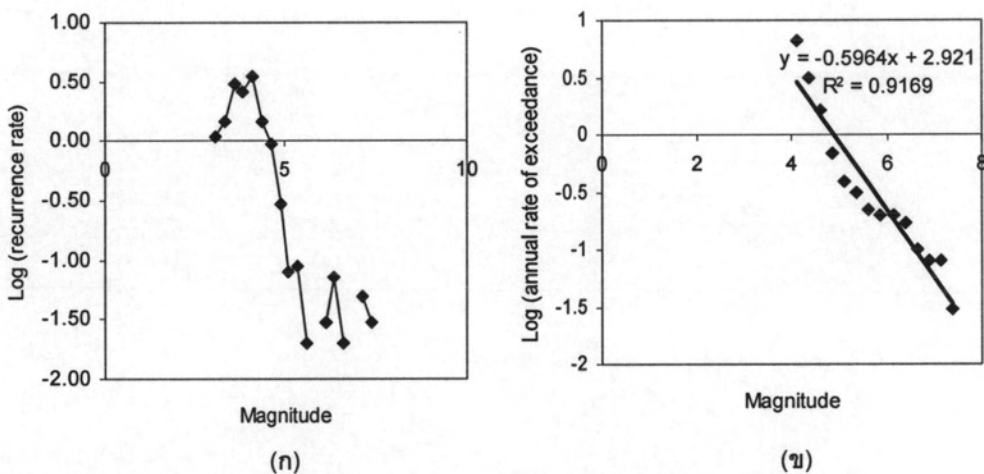
รูปที่ 4.25 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน B
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



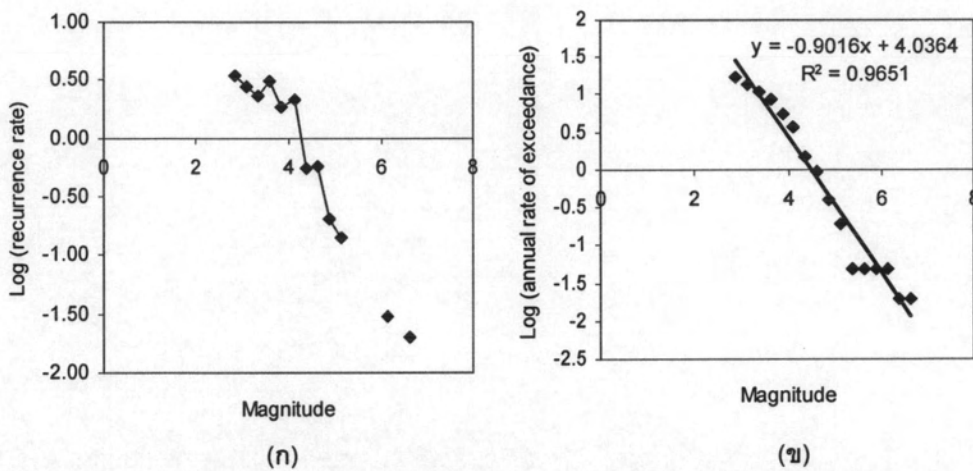
รูปที่ 4.26 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน C
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



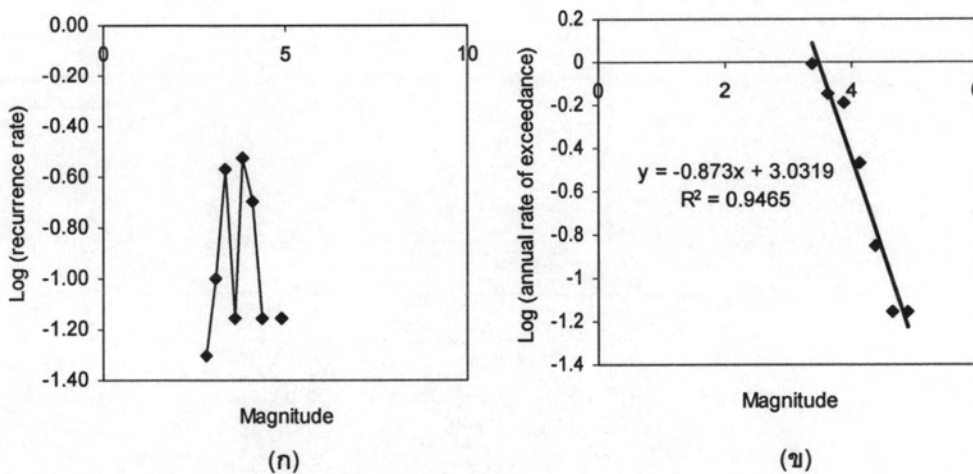
รูปที่ 4.27 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน D
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



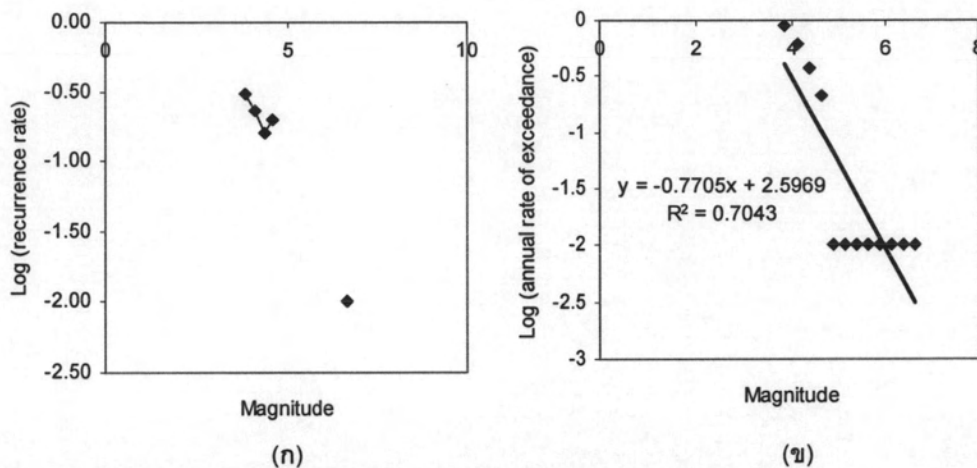
รูปที่ 4.28 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน E
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



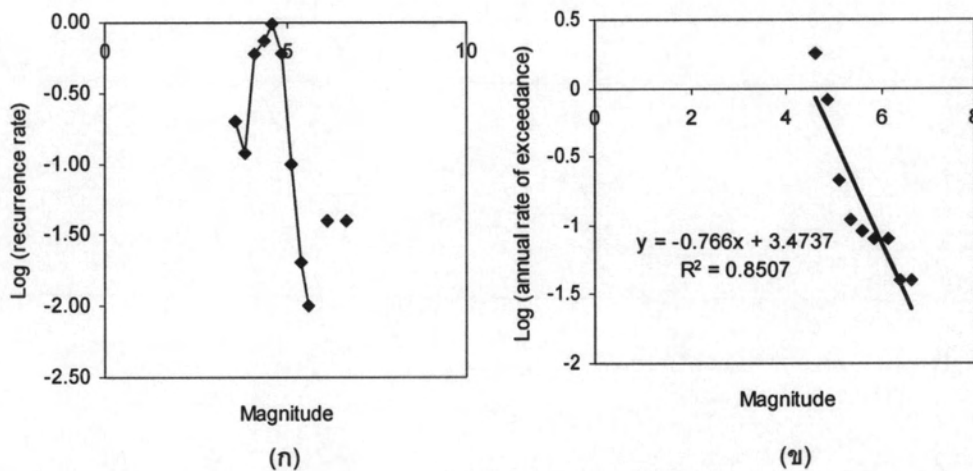
รูปที่ 4.29 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน F
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



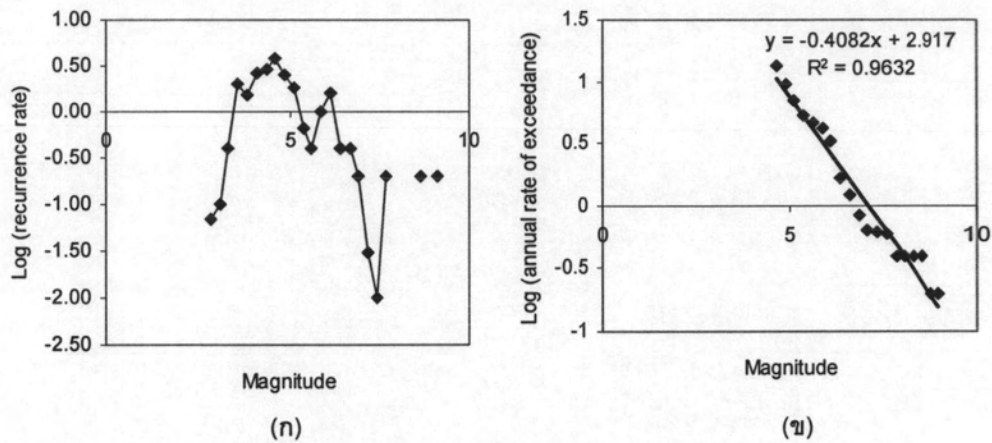
รูปที่ 4.30 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน H
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



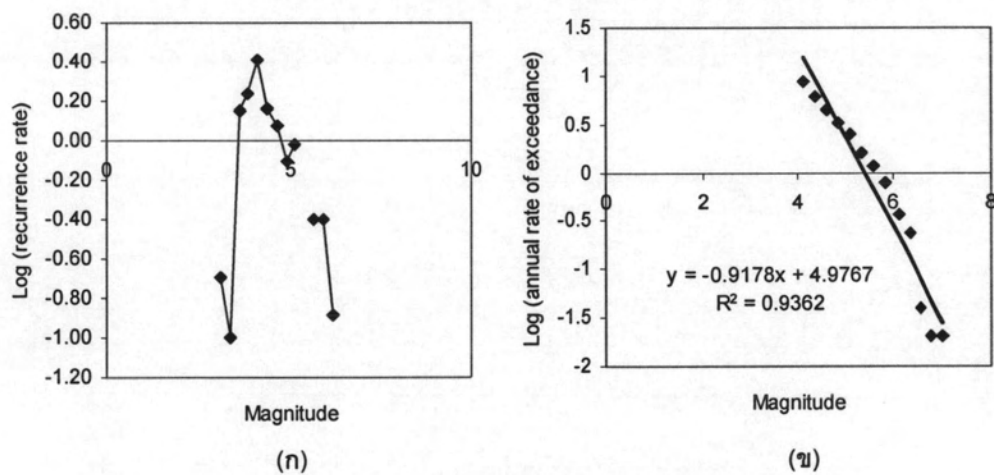
รูปที่ 4.31 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน J
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



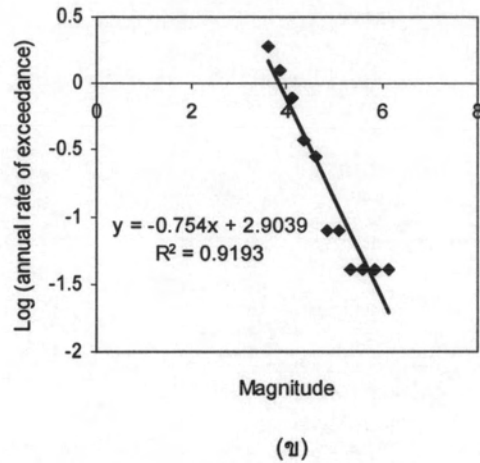
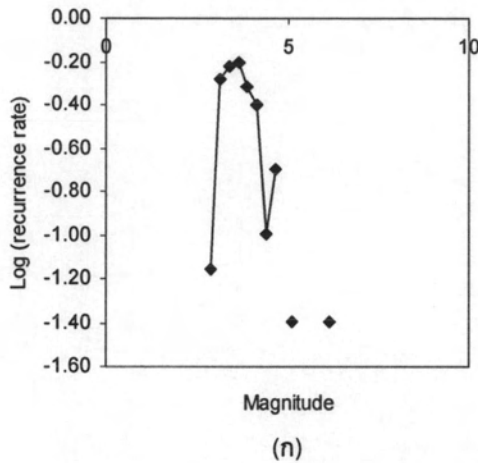
รูปที่ 4.32 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน K
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



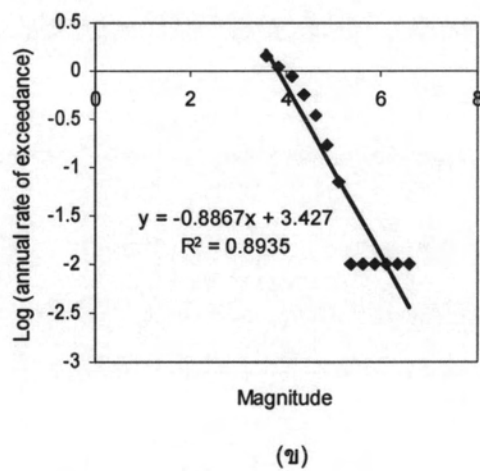
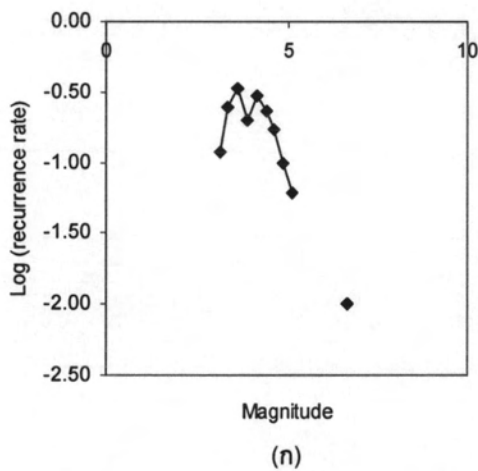
รูปที่ 4.33 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน M
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



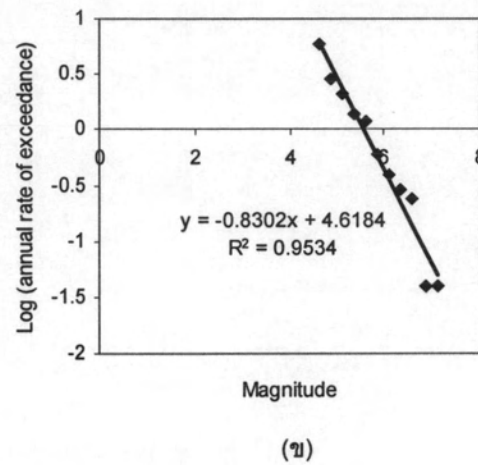
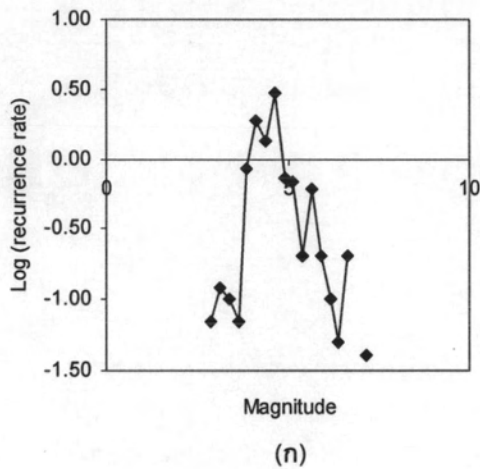
รูปที่ 4.34 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน N
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



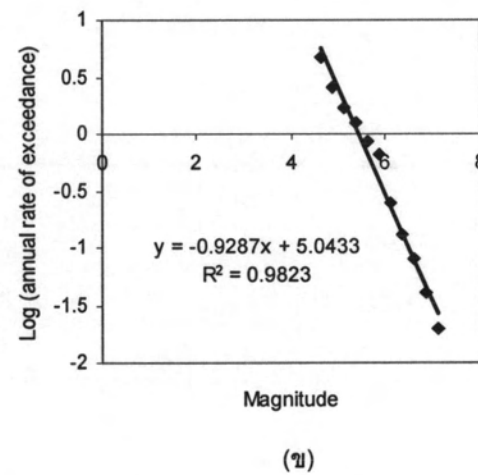
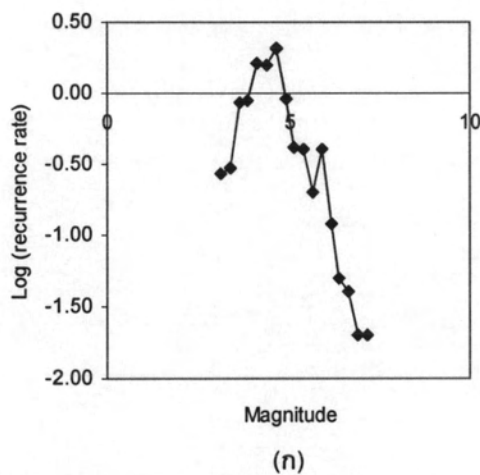
รูปที่ 4.35 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน O
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



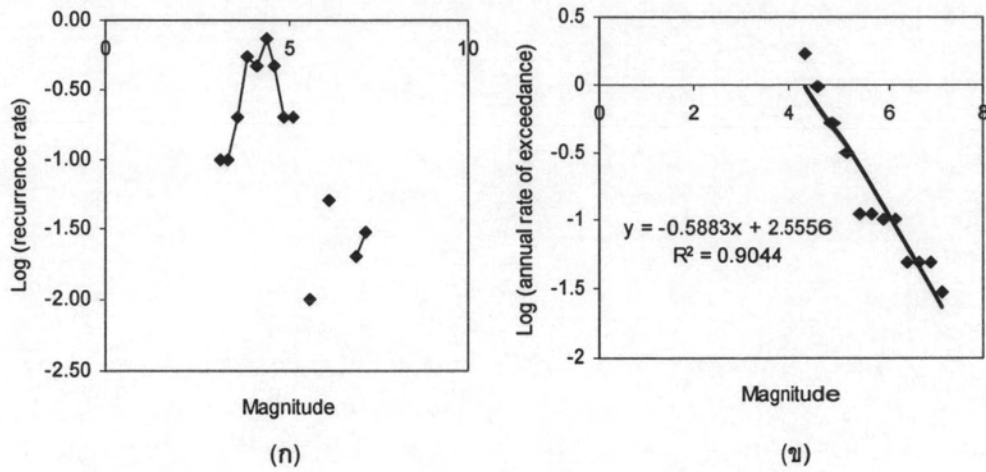
รูปที่ 4.36 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน P
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



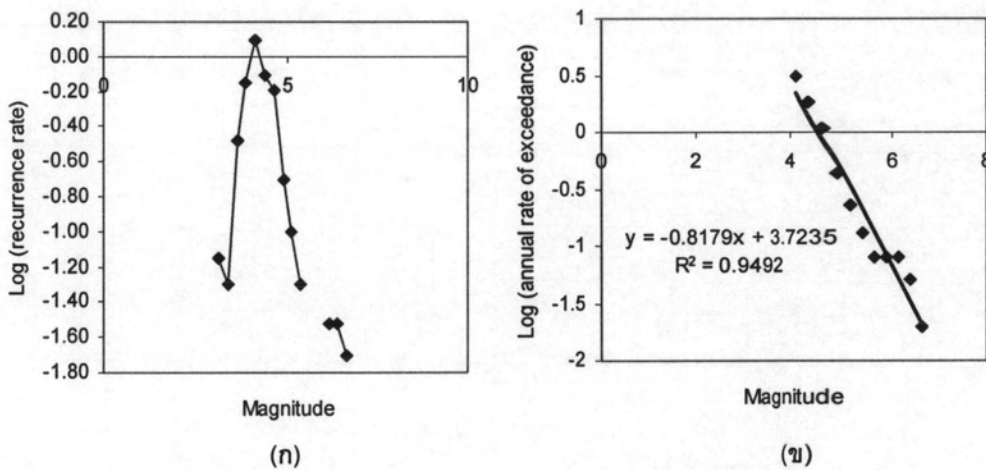
รูปที่ 4.37 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน T
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



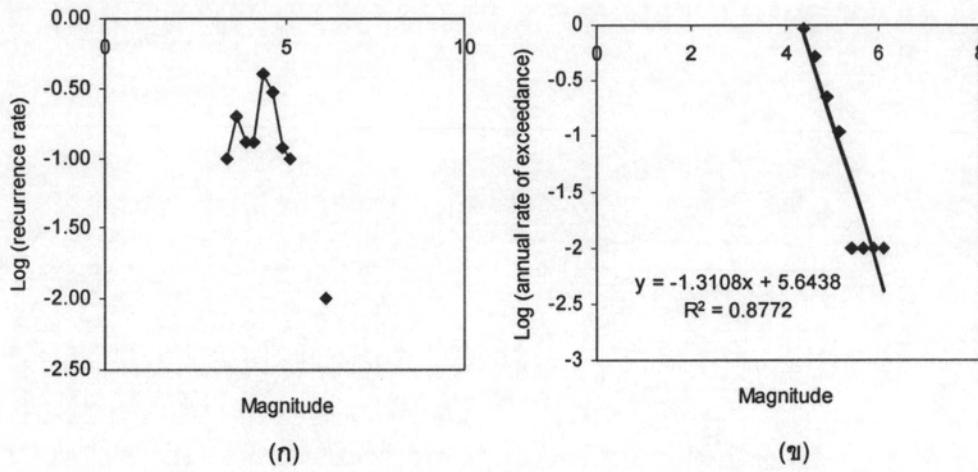
รูปที่ 4.38 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน U
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



รูปที่ 4.39 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน V
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



รูปที่ 4.40 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน W
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี



รูปที่ 4.41 การหาค่า a และ b ตามสมการของ Gutenberg-Richter สำหรับโซน X
 (ก) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาด m ใน 1 ปี
 (ข) กราฟแสดงค่าลอการิทึมของอัตราการเกิดแผ่นดินไหวขนาดเกิน m ใน 1 ปี

ตารางที่ 4.10 ผลการวิเคราะห์อัตราการเกิดซ้ำของแผ่นดินไหวในแต่ละแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหว

แหล่งกำเนิด แผ่นดินไหว	จำนวนแผ่นดินไหวที่เกิด (ค.ศ.1912-ค.ศ.2006)	ค่าคงที่ในสมการของ Gutenberg-Richter		ขนาดแผ่นดินไหวสูงสุดที่ เคยเกิด
		a	b	
Zone A	519	3.187	0.491	7.5
Zone B	454	3.818	0.700	7.4
Zone C	236	2.743	0.541	7.7
Zone D	376	3.630	0.773	7.9
Zone E	534	2.921	0.596	7.3
Zone F	614	4.036	0.902	6.7
Zone G	10	-	-	4.5
Zone H	25	3.032	0.873	4.8
Zone I	19	-	-	4.7
Zone J	19	2.597	0.771	6.7
Zone K	96	3.474	0.766	6.6
Zone L	2	-	-	4.2
Zone M	806	2.917	0.408	9.0
Zone N	426	4.977	0.918	7.1
Zone O	76	2.904	0.754	6.2
Zone P	51	3.427	0.887	6.5
Zone Q	2	-	-	5.6
Zone R	11	-	-	4.9
Zone S	8	-	-	5.6
Zone T	232	4.618	0.830	7.2
Zone U	251	5.043	0.929	7.4
Zone V	87	2.556	0.588	7.0
Zone W	118	3.724	0.818	6.7
Zone X	27	5.644	1.311	6.0

จากสภาพทางธรณีวิทยา สามารถกำหนดชนิดของแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวที่ทำการวิเคราะห์
ได้ 2 ชนิดคือ

1) บริเวณแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวที่เกิดจากรอยเลื่อนที่ยังมีการเคลื่อนตัวอยู่ (active
tectonic regions) ได้แก่ โซน B, C, D, E, F, H, J, K, L, N, O, P, U, V, W และ X

2) บริเวณแหล่งกำเนิดแผ่นดินไหวที่เกิดจากการมุดตัวของแผ่นเปลือกโลก (subduction
zones) ได้แก่ โซน A, M และ T