สารนิพนธ์

เรื่อง การศึกษาการรับมือแผ่นดินไหวในญี่ปุ่น

โดย

นางสาวพิมพกานต์ ปานจินดา

รหัสนักศึกษา 05580689

ภาคนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษารายวิชา 450109 การศึกษาเอกเทศ

สาขาวิชาเอเชียศึกษา คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของอักษรศาสตร์บัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร

ชื่อสารนิพนธ์ การศึกษาการรับมือแผ่นดินไหวในญี่ปุ่น

ผู้เขียน นางสาวพิมพกานต์ ปานจินดา

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ดร.ยงยุทธ วิถีไตรรงค์

สาขาวิชา เอเชียศึกษา คณะอักษรศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

สารนิพนธ์เรื่องการศึกษาการรับมือแผ่นดินไหวในญี่ปุ่น มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น การเกิดแผ่นดินไหวและการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว โดยมีวิธีการศึกษาจากการรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและสื่อออนไลน์ เช่น หนังสือและเว็บไซต์ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงบรรยาย

ผลการศึกษาพบว่าประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในแนววงแหวนแห่งไฟ บริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลก 3 แผ่น ทำให้เกิดแผ่นดินไหวพลังงานต่ำบ่อยครั้ง และยังมีแผ่นดินไหวพลังงานสูงที่ทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรง ซึ่งรัฐบาลญี่ปุ่นร่วมกับภาคเอกชนได้ออกมาตรการการรับมือมาตั้งแต่อดีตจนกระทั่งออกกฎหมายมาตรฐานการปลูกสิ่งก่อสร้างเมื่อ ค.ศ.1950 เนื่องมาจากแผ่นดินไหวฟุคุย ค.ศ.1948 ซึ่งมีแรงสั่นสะเทือนรุนแรง 7 แมกนิจูด มีผู้เสียชีวิตกว่า 3,800 คน สาเหตุเสียชีวิตส่วนมากมาจากการพังทลายของบ้านเรือน แต่หลังจากกฎหมายนี้ออกมายอดผู้เสียชีวิตจากการพังทลายของบ้านเรือนลดน้อยลง และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการจัดการภัยพิบัติเมื่อ ค.ศ.1961 เรียกว่ากฎหมายพื้นฐานเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ (Disaster Countermeasures Basic Act) โดยแนวทางการรับมือแผ่นดินไหวมีดังนี้ มีการจัดตั้งศูนย์รวบรวมข้อมูลคณะรัฐมนตรี และเลขาธิการคณะรัฐมนตรีด้านการจัดการภาวะวิกฤต เพื่อสร้างศักยภาพในการจัดการจัดทำระบบข้อมูลโดยสำนักงานคณะรัฐมนตรีเพื่อประเมินสถานการณ์และกระจายข้อมูลไปยังพื้นที่เกิดเหตุการณ์ได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งพัฒนาระบบสารสนเทศที่มีความทนทานเนื่องจากเมื่อเกิดเหตุขึ้นการสื่อสารมักขัดข้อง แต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะด้านเพื่อศึกษาและวางแนวทางการรับมือภัยพิบัติขนาดใหญ่ที่จะเกิดในอนาคตอันใกล้ เพิ่มมาตรฐานของสิ่งปลูกสร้างให้ทนทานต่อแรงสั่นสะเทือน การช่วยเหลือตนเองและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยเมื่อเกิดเหตุขึ้นทางหน่วยงานไม่สามารถเข้าถึงประชาชนได้อย่างทั่วถึงจึงมีการฝึกซ้อมแผนรับมือกับภัยพิบัติในชุมชนส่งเสริมให้ประชาชนเตรียมพร้อมกับภัยพิบัติเสมอและถ่ายทอดองค์ความรู้ให้แก่ประชาชน

คำสำคัญ : รัฐบาลญี่ปุ่น, การรับมือ, แผ่นดินไหว

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง การศึกษาการรับมือแผ่นดินไหวในญี่ปุ่น เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 450109 การศึกษาเอกเทศ (Independent Study)

สารนิพนธ์เล่มนี้เสร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาอย่างสูงจากอาจารย์ ดร.ยงยุทธ วิถีไตรรงค์ อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้คำปรึกษา ตลอดจนการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างดียิ่ง จนทำให้สารนิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์อย่างสูงยิ่ง ณ ที่นี้ และขอขอบคุณครอบครัวที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

ผู้วิจัยหวังว่า งานวิจัยเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ข้าพเจ้าขออภัยมา ณ ที่นี้

พิมพกานต์ ปานจินดา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก

กิตติกรรมประกาศ ..... ข

สารบัญ ..... ค

สารบัญภาพ ..... จ

สารบัญตาราง ..... ช

บทที่

1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.4 ขอบเขตการศึกษา 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหว 4

2.1.1 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว 5

2.1.2 คลื่นไหวสะเทือน 6

2.1.3 การตรวจวัดแผ่นดินไหว 8

2.1.4 ขนาดและความรุนแรง 10

2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับประเทศญี่ปุ่น 16

2.2.1 ภูมิประเทศ 16

2.2.2 ภูมิอากาศ 17

2.2.3 การแบ่งเขตการปกครอง 18

2.2.4 มาตราวัดแผ่นดินไหว 18

2.3 ข้อมูลการรับมือแผ่นดินไหว 22

2.3.1 บ้านต้านทานภัย 22

2.3.2 ระบบเตือนภัยแผ่นดินไหว 23

2.3.3 ระบบป้องกันภัยพิบัติแบบบูรณาการ 24

2.3.4 ความตระหนักในการป้องกันภัยพิบัติ 25

2.3.5 การระวังอุปกรณ์ต่างๆ 26
2.4 เอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 27
3 วิธีดำเนินการวิจัย 30
3.1 รวมรวบเอกสารที่เกี่ยวข้อง 30
3.1.1 เอกสาร 30
3.1.2 สื่อออนไลน์ 30
3.2 วิเคราะห์ข้อมูล 30
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย 31
4 การวิเคราะห์ข้อมูล 33
4.1 การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น 33
4.2 การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว 37
4.3 การศึกษาการรับมือกับภัยพิบัติ 44
4.3.1 การรับมือกับภัยพิบัติผ่านแนวคิดจิโจะ เคียวโจะ โคโจะ 44
4.3.2 ปัจจัยในการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ 51
5 สรุปผลการศึกษา 55
5.1 สรุปผล 55
5.1.1 การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น 55
5.1.2 การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว 55
5.1.3 การศึกษาการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว 55
5.2 ปัญหาและอุปสรรค 56
5.3 ข้อเสนอแนะ 56
บรรณานุกรม 57

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กลไกความร้อนภายในโลกผลักดันทำให้เปลือกโลกเคลื่อนที่ 4
2.2 ทฤษฎีว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก 5
2.3 ทฤษฎีว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ....5
2.4 คลื่นไหวสะเทือน 6
2.5 คลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ 7
2.6 คลื่นเลิฟ 7
2.7 คลื่นเรย์ลี....8
2.8 โหวเฟิง....9
2.9 ค่า Q ที่แปรตามระยะทางและความลึก.... 12
2.10 ระดับความรุนแรง 15
2.11 แผนที่ประเทศญี่ปุ่น.... 17
2.12 การแบ่งเขตการปกครอง 18
2.13 ความรุนแรงของชินโดะ 21
2.14 บ้านเรือนและอาคารที่ญี่ปุ่น 22
2.15 การเตือนภัยบนสมาร์ทโฟน 23
2.16 กระเป๋าเป้ฉุกเฉิน.... 24
2.17 ศูนย์อพยพที่ญี่ปุ่น.... 25
2.18 ปิดเตาแก๊สเมื่อเกิดแผ่นดินไหว 26
3.1 กรอบแนวความคิด 32
4.1 แผ่นเปลือกโลกที่ล้อมรอบประเทศญี่ปุ่น 33
4.2 Ring of fire 34
4.3 ภูเขาไฟฟูจิ.... 34
4.4 ภูเขาไฟ Yotei 35
4.5 ภูเขาไฟ Sakurajima 35
4.6 ภูเขาไฟ Aso 36
4.7 ติดตั้งอุปกรณ์ให้แข็งแรง 44
4.8 ถุงยังชีพ.... 45
4.9 ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและแก๊ส.... 45
4.10 อยู่ห่างจากตึกและอาคาร 46

4.11 ข่าวสารจากเครื่องมือสื่อสาร 46
4.12 กิจกรรมที่ให้คนในชุมชนคุ้นเคยกับจุดอพยพ 47
4.13 จัดตั้งองค์กรป้องกันภัยพิบัติภาคประชาชนขึ้นในชุมชน 47
4.14 การฝึกซ้อมภายในชุมชน 48
4.15 การฝึกซ้อมเป็นประจำ 49
4.16 คันกั้นน้ำ 49
4.17 การใช้อุปกรณ์ 50
4.18 คู่มือbosai เตรียมพร้อมรับมือแผ่นดินไหว 50
4.19 พื้นที่เสี่ยงภัย 51

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 กรอบระยะเวลาการทำวิจัย 31
4.1 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1948-1957 37
4.2 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 1958-1967 37
4.3 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1968-1977 38
4.4 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1978-1987 39
4.5 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1988-1997 39
4.6 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 1998-2007 40
4.7 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 2008-2018 41

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ภัยธรรมชาติ เป็นมหันตภัยที่เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน นำมาซึ่งความเสียหายทั้งชีวิตและทรัพย์สิน เกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากสภาพเดิมโดยคาดการณ์ได้ยาก และยากที่จะป้องกัน (ชาธร สิทธิเคหภาค, 2554)

ภัยพิบัติธรรมชาติแยกได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้ ประเภทแรกคือภัยจากน้ำและดินฟ้าอากาศ เช่น พายุ น้ำท่วม ภัยแล้ง ประเภทที่สองคือภัยจากรณี เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด สึนามิ และประเภทที่สาม คือภัยจากเชื้อโรคและโรคระบาดร้ายแรงต่างๆ

แผ่นดินไหว หมายถึงคลื่นการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกซึ่งเกิดจากพลังงานที่มีจุดกำเนิดอยู่ใต้พื้นผิวโลก คลื่นการสั่นสะเทือนของเปลือกโลกนี้เรียกว่า คลื่นแผ่นดินไหว ซึ่งแผ่กระจายไปทุกทิศทุกทางจากจุดต้นกำเนิด อาณาเขตที่เกิดแผ่นดินไหวแต่ละครั้งขึ้นอยู่กับระดับของพลังงานที่จุดเริ่มต้น ซึ่งแผ่นดินไหวเป็นภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายมากที่สุดเมื่อเทียบกับภัยพิบัติอื่น ๆ (สุวิทย์ โมนะตระกูล, 2521)

การสั่นสะเทือนของพิภพ เป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เป็นผลมาจากแรงเครียดภายในโลก ที่เรียกว่า “แรงเทคโทนิค” ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากอุณหภูมิที่ต่างกันภายในโลก เมื่อแรงเทคโทนิคกระทำต่อชั้นหินแข็งภายในโลก ทำให้หินแตกเป็นรอยเรียกว่า “รอยเลื่อน” ถ้ารอยเลื่อนเคลื่อนไหวจะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของการสั่นไหวของพื้นดิน ซึ่งจะสั่นไปจนกว่าพลังงานจะอ่อนลง (สุมาลี ประจวบ, 2530)

ปกติรอยเลื่อนจะอยู่ลึกลงไปใต้แผ่นดิน แต่มีบ้างที่จะมีรอยเลื่อนปรากฏชัดเจนบนแผ่นดิน เช่น รอยเลื่อนซานแอนเดรสที่แคลิฟอร์เนีย ซึ่งบริเวณนี้เป็นที่รวมของจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวมากมาย ส่วนจุดที่ลึกลงไปจนทำให้เกิดรอยเลื่อนเรียกว่า “จุดแผ่นดินไหว” ซึ่งจะมีความลึกที่ต่างกัน แผ่นดินไหวทั่วไปมีความลึกประมาณ 33 กิโลเมตร เรียกว่า “แผ่นดินไหวตามปกติ” ส่วนจุดบนพื้นดินที่อยู่ตรงกับจุดแผ่นดินไหวเรียกว่า “ศูนย์กลางแผ่นดินไหว” เป็นบริเวณที่เกิดความเสียหายมากที่สุด

แม้การสั่นสะเทือนอย่างรุนแรงของแผ่นดินไหวจะจบลงภายในเวลาไม่นานแต่ก็ยังมีอันตรายซ่อนอยู่ เรียกว่า แผ่นดินไหวตาม หรือ Aftershocks ที่ก่อให้เกิดความเสียหาย เมื่อหินที่ศูนย์กลางของแผ่นดินไหวและบริเวณใกล้เคียงยังเคลื่อนที่อย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้เกิดแผ่นดินไหวตาม ซึ่งบางครั้งแผ่นดินไหวตามก็อันตรายพอ ๆ กับแผ่นดินไหวที่เป็นต้นเหตุ (วราวุธ สุธีธร, 2552)

อีกหนึ่งภัยอันตรายที่เกิดหลังจากแผ่นดินไหวขนาดรุนแรงในพื้นมหาสมุทรคือ สึนามิ ซึ่งเกิดจากแรงสั่นสะเทือนขนาดรุนแรงทำให้มวลมหาศาลในท้องทะเลและมหาสมุทรก่อตัวกลายเป็นคลื่นยักษ์เข้าซัดชายฝั่งทะเลบริเวณใกล้เคียงหรือข้ามมหาสมุทรเลยก็เป็นได้ (ดาณุภา ไชยพรธรรม, 2537)

ญี่ปุ่นมีลักษณะภูมิประเทศที่ประกอบด้วยภูเขาร้อยละ 80 มีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 2,000 เมตร ยอดเขาที่สูงสุดคือ ยอดเขาไฟฟูจิสูง 3,776 เมตร อยู่ภาคกลางของเกาะฮอนชู โครงสร้างของหมู่เกาะไม่มั่นคงจึงเกิดภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว และน้ำพุร้อนบ่อยครั้ง (ดนัย ไชยโยธา, 2548)

วงแหวนแห่งไฟหรือ the ring of fire เป็นพื้นที่ที่เกิดจากการเคลื่อนที่ชนกันของแผ่นเปลือกโลกจนเกิดเป็นร่องแนวรอยยาวใต้พื้นพิภพ จากสถิติพบว่าแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ทั่วโลกราวร้อยละแปดสิบ เกิดขึ้นบริเวณวงแหวนแห่งไฟ ส่วนอีกร้อยละยี่สิบ จะเกิดในสองพื้นที่คือแนวเทือกเขาอัลไพน์และแนวกลางมหาสมุทรแอตแลนติส (นายรอบคอบ, 2554)

แนวร่องคูญี่ปุ่นเป็นแนวคูใต้สมุทรที่มีพลังงานสะสมเป็นอย่างมากเนื่องจากอยู่ในบริเวณวงแหวนแห่งไฟที่อุดมไปด้วยแนวภูเขาไฟ ซึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกของมหาสมุทรแปซิฟิกหรือตั้งอยู่นอกชายฝั่งทะเลทิศตะวันออกของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งแนวร่องคูนี้มีคูใต้สมุทรอื่นที่เชื่อมต่อกันเป็นแนวยาวตั้งแต่นอกชายฝั่งของหมู่เกาะคูริวทางตอนเหนือของญี่ปุ่นคือ ร่องคู คูริว และทางตอนใต้ของร่องคูญี่ปุ่นคือ ร่องคู อิสึโอซาวาระ ต่อด้วยร่องคูมาเรียนา บริเวณเกาะมาเรียนาใกล้เกาะกวม แนวคูใต้สมุทรทั้งหมดนี้เกิดการชนและมุดแทรกตัวของแผ่นเปลือกโลก 4 แผ่น ระหว่างแผ่นอเมริกาเหนือ แผ่นแปซิฟิก แผ่นฟิลิปปินส์และแผ่นยูเรเชีย ทำให้เกิดสึนามิถล่มชายฝั่งบ่อยครั้ง โดยเฉพาะญี่ปุ่นที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากร่องคูเหล่านี้มากที่สุด
(ดาณุภา ไชยพรธรรม, 2537)

แผ่นดินไหวเป็นภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายอย่างมาก เพราะเราไม่สามารถคาดการณ์ได้จึงไม่สามารถป้องกันความสูญเสียได้อย่างทันการ แต่ใช่ว่าจะไม่มีหนทางที่จะเอาชนะความสูญเสีย สิ่งสำคัญที่สุดคือตัวเราเองควรมีความตื่นตัวอยู่เสมอและมีสติปัญญาในการเปิดรับข้อมูลข่าวสาร หาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อนำมาปรับใช้เป็นอาวุธในการเตรียมรับมือกับมัน (ดาณุภา ไชยพรธรรม, 2537)

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาข้อมูลการรับมือภัยพิบัติแผ่นดินไหวของประเทศญี่ปุ่นว่ามีการเตรียมตัวกันอย่างไรบ้าง เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นอยู่ในแนววงแหวนแห่งไฟที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหวจำนวนมากและรุนแรง

1.2วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

1.2.2 เพื่อศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว

1.2.3 เพื่อศึกษาการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 เพื่อให้ทราบถึงภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

1.3.2 เพื่อให้ทราบถึงการเกิดแผ่นดินไหว

1.3.3 เพื่อให้ทราบถึงการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

1.4 ขอบเขตการศึกษา

1.4.1 ศึกษาเฉพาะภัยพิบัติแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในประเทศญี่ปุ่น

1.4.2 ศึกษาเฉพาะภัยพิบัติแผ่นดินไหว

1.5 **นิยามศัพท์เฉพาะ**

การรับมือแผ่นดินไหว แผ่นดินไหวเป็นภัยธรรมชาติที่สร้างความเสียหายอย่างมาก เพราะเราไม่สามารถคาดการณ์ได้จึงไม่สามารถป้องกันความสูญเสียได้อย่างทันการ แต่ใช่ว่าจะไม่มีหนทางที่จะเอาชนะความสูญเสีย สิ่งสำคัญที่สุดคือตัวเราเองควรมีความตื่นตัวอยู่เสมอและมีสติปัญญาในการเปิดรับข้อมูลข่าวสาร หาความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติ เพื่อนำมาปรับใช้เป็นอาวุธในการเตรียมรับมือกับมัน (ดาณุภา ไชยพรธรรม, 2537)

บทที่ 2

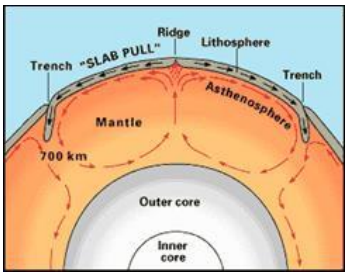
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลทางภัยพิบัติธรรมชาติ แบ่งเป็น 4 หัวข้อดังนี้

1) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหว
2) ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับประเทศญี่ปุ่น
3) ข้อมูลการรับมือแผ่นดินไหว
4) เอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์จากภัยธรรมชาติ ที่ก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงต่อชีวิตได้เป็นบริเวณกว้าง ทุกประเทศได้รับผลกระทบจากแผ่นดินไหว ไม่ว่าจะทางตรงหรือทางอ้อม แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเคลื่อนตัวโดยฉับพลันของแผ่นเปลือกโลก ส่วนใหญ่แผ่นดินไหวมักเกิดตรงบริเวณขอบของแผ่นเปลือกโลกที่เป็นแนวแผ่นดินไหวของโลก การเคลื่อนตัวดังกล่าวเกิดจากชั้นหินหลอมละลายที่อยู่ภายใต้เปลือกโลกได้รับพลังงานความร้อนจากแกนโลกและลอยตัวผลักดันให้เปลือกโลกมีการเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา ทำให้เปลือกโลกแต่ละชิ้นมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางต่าง ๆ กัน พร้อมกับมีการสะสมพลังงานไว้ภายในบริเวณขอบของชิ้นเปลือกโลกซึ่งเป็นส่วนที่ชนกันและเสียดสีกันหรือแยกออกจากกัน หากบริเวณขอบของชิ้นแผ่นเปลือกโลกใดผ่านหรืออยู่ใกล้กับประเทศใดประเทศนั้นก็จะมีความเสี่ยงต่อภัยจากแผ่นดินไหวสูง เช่น ประเทศญี่ปุ่น ประเทศฟิลิปปินส์ ประเทศอินโดนีเซีย นิวซีแลนด์ เป็นต้น นอกจากนี้พลังงานที่สะสมอยู่ในเปลือกโลกจะถูกส่งผ่านไปยังเปลือกโลกบนพื้นทวีปตรงบริเวณรอยร้าวของหินใต้พื้นโลกหรือที่เรียกว่า "รอยเลื่อน" เมื่อระนาบรอยร้าวที่ประกบกันอยู่ได้รับแรงอัดมากๆ ก็จะทำให้รอยเลื่อนมีการเคลื่อนตัวอย่างฉับพลันเกิดเป็นแผ่นดินไหวขึ้น (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2558)



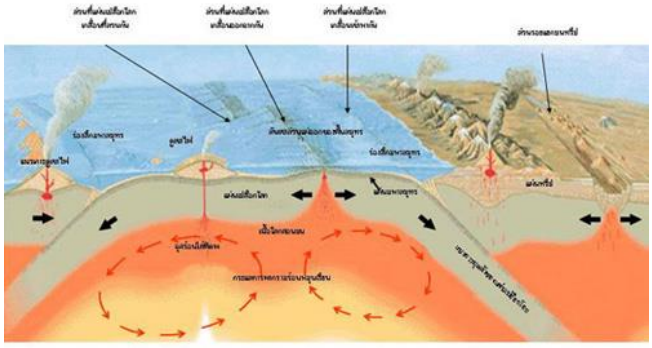
ภาพที่ 2.1 กลไกความร้อนภายในโลกผลักดันทำให้เปลือกโลกเคลื่อนที่

ที่มา http://www.neutron.rmutphysics.com (2558)

2.1.1 สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว

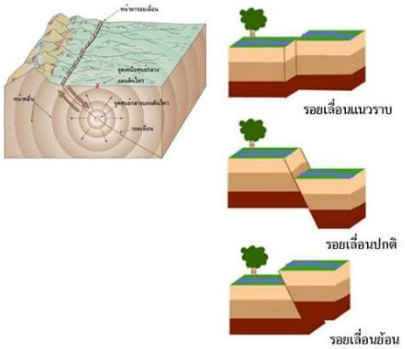
กรมทรัพยากรธรณี (2559) เขียนบทความเรื่อง “สาเหตุของการเกิดแผ่นดินไหว”เกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวมีสาเหตุมาจาก 2 สาเหตุใหญ่ สาเหตุแรกเกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การทดลองระเบิดปรมาณู การกักเก็บน้ำในเขื่อน และแรงระเบิดจากการทำเหมืองแร่ ส่วนสาเหตุที่สองเป็นสาเหตุหลักของการเกิดแผ่นดินไหว โดยเป็นการเกิดตามธรรมชาติอันเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก ทั้งนี้ทฤษฎีกลไกการเกิดแผ่นดินไหวที่ยอมรับกันในปัจจุบันมี 2 ทฤษฎีคือ

1.) ทฤษฎีว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก โดยแผ่นดินไหวเกิดจากการที่เปลือกโลกเกิดการคดโค้ง โก่งตัวอย่างฉับพลัน และเมื่อวัตถุขาดออกจากกันจึงปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแผ่นดินไหว



ภาพที่ 2.2 ทฤษฎีว่าด้วยการขยายตัวของเปลือกโลก
ที่มา www.dmr.go.th (2559)

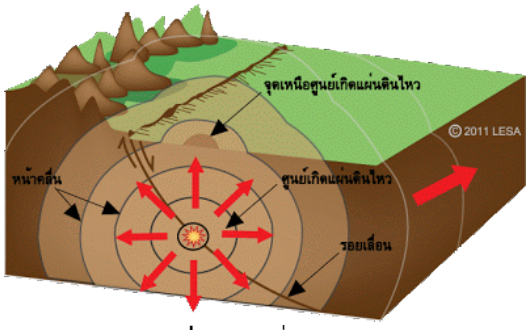
2.) ทฤษฎีว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ โดยแผ่นดินไหวมาจากการเคลื่อนตัวของรอยเลื่อน กล่าวคือ เมื่อรอยเลื่อนเกิดการเคลื่อนตัวถึงจุดหนึ่งวัตถุจะขาดออกจากกันและเสียรูปอย่างมาก พร้อมทั้งปลดปล่อยพลังงานมหาศาลออกมาในรูปของคลื่นแผ่นดินไหว และหลังจากนั้นวัตถุจะคืนตัวกลับสู่รูปเดิม



ภาพที่ 2.3 ทฤษฎีว่าด้วยการคืนตัวของวัตถุ
ที่มา www.dmr.go.th (2559)

2.1.2 คลื่นไหวสะเทือน

แผ่นดินไหวเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนตัวของชั้นหินในเปลือกโลก เมื่อชั้นหินกระทบกันทำเกิดคลื่นไหวสะเทือน (Seismic waves) เรียกจุดกำเนิดของคลื่นไหวสะเทือนว่า "ศูนย์เกิดแผ่นดินไหว" (Focus) และเรียกตำแหน่งบนผิวโลกที่อยู่เหนือจุดกำเนิดของคลื่นแผ่นดินไหวว่า "จุดเหนือศูนย์เกิดแผ่นดินไหว" (Epicenter) ซึ่งมักจะใช้อ้างอิงด้วยพิกัดละติจูด/ลองจิจูด เมื่อเกิดแผ่นดินไหวจะเกิดคลื่นไหวสะเทือน 2 แบบ คือ คลื่นในตัวกลาง และคลื่นพื้นผิว (ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์, ม.ป.ป.)



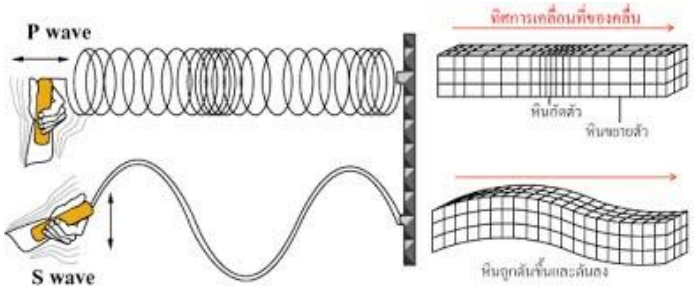
ภาพที่ 2.4 คลื่นไหวสะเทือน

ที่มา www.lesa.biz.com (ม.ป.ป.)

ก. คลื่นในตัวกลาง (Body wave) เดินทางจากศูนย์เกิดแผ่นดินไหว ผ่านเข้าไปในเนื้อโลกในทุกทิศทาง ในลักษณะเช่นเดียวกับคลื่นเสียงซึ่งเดินทางผ่านอากาศในทุกทิศทาง คลื่นในตัวกลางมี 2 ชนิด ได้แก่คลื่นปฐมภูมิ และคลื่นทุติยภูมิ

1.) คลื่นปฐมภูมิ (P wave) เป็นคลื่นตามยาวที่เกิดจากความไหวสะเทือนในตัวกลาง โดยอนุภาคของตัวกลางนั้นเกิดการเคลื่อนไหวแบบอัดขยายในแนวเดียวกับที่คลื่นส่งผ่านไป คลื่นนี้สามารถเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง ของเหลว และแก๊ส เป็นคลื่นที่สถานีวัดแรงสั่นสะเทือนสามารถรับได้ก่อนชนิดอื่น โดยมีความเร็วประมาณ 6 – 7 กิโลเมตร/วินาที

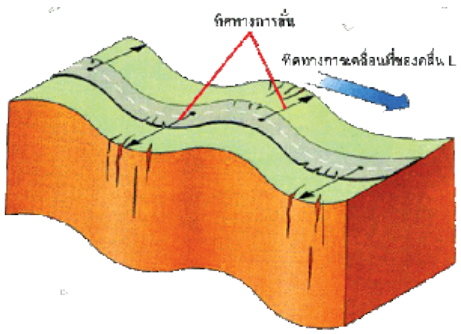
2.) คลื่นทุติยภูมิ (S wave) เป็นคลื่นตามขวางที่เกิดจากความไหวสะเทือนในตัวกลางโดยอนุภาคของตัวกลางเคลื่อนไหวตั้งฉากกับทิศทางที่คลื่นผ่าน มีทั้งแนวตั้งและแนวนอน คลื่นชนิดนี้ผ่านได้เฉพาะตัวกลางที่เป็นของแข็งเท่านั้น ไม่สามารถเดินทางผ่านของเหลว ซึ่งมีความเร็วประมาณ 3– 4 กิโลเมตร/วินาที



ภาพที่ 2.5 คลื่นปฐมภูมิและคลื่นทุติยภูมิ
ที่มา www.lesa.biz.com (ม.ป.ป.)

ข. คลื่นพื้นผิว (Surface wave) เดินทางจากจุดเหนือศูนย์กลางแผ่นดินไหว (Epicenter) ไปทางบนพื้นผิวโลก ในลักษณะเดียวกับการโยนหินลงไปในน้ำแล้วเกิดระลอกคลื่นบนผิวน้ำ คลื่นพื้นผิวเคลื่อนที่ช้ากว่าคลื่นในตัวกลาง คลื่นพื้นผิวมี 2 ชนิด คือ คลื่นเลิฟ และคลื่นเรย์ลี

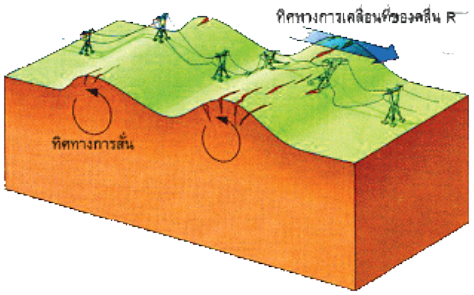
1.) คลื่นเลิฟ (L wave) เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคของตัวกลางสั่นในแนวราบ โดยมีทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น สามารถทำให้ถนนขาดหรือแม่น้ำเปลี่ยนทิศทางการไหล



ภาพที่ 2.6 คลื่นเลิฟ

ที่มา www.lesa.biz.com (ม.ป.ป.)

2.) คลื่นเรย์ลี (R wave) เป็นคลื่นที่ทำให้อนุภาคตัวกลางสั่น ม้วนตัวขึ้นลงเป็นรูปวงรีในแนวดิ่ง โดยมีทิศทางเดียวกับการเคลื่อนที่ของคลื่น สามารถทำให้พื้นผิวแตกร้าวและเกิดเนินเขา ทำให้อาคารที่ปลูกอยู่ด้านบนเกิดความเสียหาย



ภาพที่ 2.7 คลื่นเรย์ลี

ที่มา www.lesa.biz.com (ม.ป.ป.)

2.1.3 การตรวจวัดแผ่นดินไหว

แผ่นดินไหวสามารถส่งแรงสั่นสะเทือนไปได้ไกลไม่เฉพาะบริเวณประเทศที่เกิด หากมีขนาดใหญ่ คลื่นแผ่นดินไหวสามารถส่งผ่านไปได้บนผิวโลกหลายพันกิโลเมตรในหลายประเทศ ดังนั้นการตรวจวัดแผ่นดินไหวจึงใช้ทั้งระบบเครือข่ายสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวในระดับแต่ละประเทศและเครือข่ายในระดับโลก เพื่อการวิเคราะห์ตำแหน่ง ขนาดและเวลาเกิดของเหตุการณ์แผ่นดินไหวได้อย่างรวดเร็ว

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ (2555) เขียนบทความเรื่อง “แผ่นดินไหว ภัยใกล้ตัว” เกี่ยวกับโหวเฟิง ซึ่งเป็นเครื่องมือวัดความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่ถูกสร้างขึ้นใน ค.ศ 132 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวจีนในสมัยของราชวงศ์ฮั่นที่มีชื่อว่า “จางเหิง” ซึ่งนับได้ว่าประเทศจีนเป็นชาติแรกที่ประดิษฐ์เครื่องวัดความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดในยุคสมัยนั้น โดยอุปกรณ์ชิ้นนี้สามารถวัดได้ทั้งความรุนแรงมากน้อยของแผ่นดินไหว ระบุทิศทางและแหล่งกำเนิดของแผ่นดินไหวได้ทันทีที่เกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหวขึ้น โหวเฟิงเป็นเครื่องมือที่ถูกจัดสร้างขึ้นมาจากทองเหลือง มีรูปร่างลักษณะคล้ายไหเหล้า โดยจะประกอบด้วยแท่งวัดความสั่นสะเทือนอยู่ตรงกลาง ส่วนด้านนอกของไหมีมังกรเกาะอยู่โดยรอบทั้งสิ้น 8 ตัว เป็นตัวแทนของทิศทั้ง 8 ทิศ คือทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก ทิศตะวันตก ทิศตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ทิศตะวันตกเฉียงเหนือและทิศตะวันตกเฉียงใต้ โดยที่มังกร ทุก

ตัวจะคาบลูกแก้วเอาไว้ในปาก ในส่วนบริเวณด้านล่างรอบๆ ไห มีการสร้างกบทองแดงไว้ 8 ตัว และวางในตำแหน่งที่ตรงกับหัวของมังกร กลไกการทำงานของเครื่องมือชนิดนี้เมื่อเกิดเหตุแผ่นดินไหวขึ้นทิศทางใดแท่งข้างในก็จะสั่นสะเทือนในทิศนั้นและจะส่งผลให้มังกรในทิศที่มีแผ่นดินไหวขยับปากและเปิดออกโดยอัตโนมัติเป็นผลให้ลูกแก้วที่คาบอยู่ตกลงมาในปากพอดี ทำให้ทราบถึงตำแหน่งการเกิดแผ่นดินไหวได้ ในส่วนของการเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงมากน้อยนั้น จะสังเกตจากความกว้างของปากมังกรที่อ้าหากปากมังกรอ้ากว้างแสดงให้เห็นว่าแผ่นดินไหวจะมีความรุนแรงมาก โหวเฟิงได้รับการยอมรับจากชาวจีนในปี ค.ศ. 138 ว่ามีความถูกต้องและแม่นยำ เมื่อมังกรคายลูกแก้วตรงตามวันและเวลาที่มีการรายงานการเกิดแผ่นดินไหวขึ้นจริงที่เมืองหลงซีทางทิศตะวันตกของเมืองลั่วหลาง ปัจจุบันโหวเฟิงชิ้นแรกของโลกถูกจัดแสดงอยู่ในพิพิธภัณฑ์เมืองเจิ้งโจว เมืองหลวงแห่งมณฑลเหอหนาน ประเทศจีน

ภาพที่ 2.8 โหวเฟิง

ที่มา www.oknation.net (2555)

2.1.4 ขนาดและความรุนแรง

กรมอุตุนิยมวิทยา (2558) เขียนบทความเรื่อง “แผ่นดินไหวคืออะไร” เกี่ยวกับขนาด (Magnitude) ปริมาณที่สัมพันธ์กับพลังงานที่พื้นที่โลกปล่อยออกมาในรูปของการสั่นสะเทือน คำนวณจากการตรวจวัดค่าความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดด้วยเครื่องมือตรวจแผ่นดินไหวโดยเป็นค่าปริมาณที่บ่งชี้ขนาด ณ บริเวณศูนย์กลางแผ่นดินไหว มีดังนี้

ขนาด 1-2.9 เกิดการสั่นไหวเล็กน้อย ผู้คนเริ่มมีความรู้สึกถึงการสั่นไหว บางครั้งรู้สึกเวียนศีรษะ

ขนาด 3-3.9 เกิดการสั่นไหวเล็กน้อย ผู้คนที่อยู่ในอาคารรู้สึกเหมือรถไฟวิ่งผ่าน

ขนาด 4-4.9 เกิดการสั่นไหวปานกลาง ผู้ที่อาศัยอยู่ทั้งในอาคารและนอกอาคารรู้สึกถึงการสั่นสะเทือน วัตถุห้อยแขวนแกว่ง

ขนาด 5-5.9 เกิดการสั่นไหวรุนแรงบริเวณกว้าง เครื่องเรือนและวัตถุมีการเคลื่อนที่

ขนาด 6-6.9 เกิดการสั่นไหวรุนแรงมาก อาคารเริ่มเสียหายพังทลาย

ขนาด 7.0 ขึ้นไป เกิดการสั่นไหวร้ายแรง อาคาร สิ่งก่อสร้างเสียหายอย่างมาก แผ่นดินแยก วัตถุที่อยู่บนพื้นถูกเหวี่ยงกระเด็น

ก. การคำนวณขนาดแผ่นดินไหวแบบต่างๆ

1.) ขนาดแผ่นดินไหวท้องถิ่น (Ml)

แสดงระดับขนาดของแผ่นดินไหวในท้องถิ่นหรือที่มีระยะทางจากศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัด ไม่เกิน 1200 กิโลเมตร นักวิทยาศาสตร์ชาวอเมริกันชื่อริกเตอร์ (Richter) เป็นผู้คิดคำนวณขึ้นในราว ค.ศ. 1935 ยังไม่มีมาตรฐานสำหรับการวัดขนาดความสั่นสะเทือนเนื่องจากแผ่นดินไหว ริกเตอร์ได้สังเกต ผลการตรวจวัดคลื่นแผ่นดินไหว และพบว่า ณ เหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งหนึ่งๆเครื่องมือตรวจวัดแผ่นดินไหวจะวัดค่าของความสูงของคลื่นชนิด S (Amplitude of S wave) ของแต่ละสถานีตรวจวัดต่างกันออกไป โดยมีค่าแปรตามระยะทางและความแรงของการสั่นสะเทือน เมื่อเปรียบเทียบความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวเดียวกัน หรือมีตำแหน่งศูนย์กลางเดียวกัน เหตุการณ์ที่มีค่าความสูงของคลื่นมากกว่า แสดงว่ามีความแรงของความสั่นสะเทือนมากกว่าอีกเหตุการณ์ ดังนั้นความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวจะเป็นสิ่งกำหนดขนาดของแผ่นดินไหว และอัตราการเพิ่มของความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวอยู่ในรูปของล็อกการิทึ่ม ริกเตอร์จึงกำหนดค่ามาตรฐานความสูงของคลื่นซึ่งแปรผันตามระยะทางเป็นสิ่งเปรียบเทียบกับความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวที่ตรวจวัดได้ ค่ามาตรฐานนี้หาได้จากการตรวจวัดแผ่นดินไหวด้วยเครื่องมือตรวจวัดความสั่นสะเทือนมาตรฐานในยุคนั้นที่เรียกว่า Standard short-period torsion

seismometer ซึ่งมีกำลังขยาย 2800 เท่า โดยกำหนดให้ค่าขนาดความสูงของคลื่นมาตรฐาน (A0) ที่ระยะทางจากจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว 100 กิโลเมตร มีความสูงของคลื่นวัดได้ 0.001 มิลลิเมตร หรือสามารถหาค่าได้จากสูตรคำนวณค่า LOG (A0) ซึ่งเป็นผลการคำนวณจากสถิติของการตรวจวัดแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นจริงหลายๆ ครั้ง ในบริเวณรัฐแคลิฟอร์เนีย พบว่าในแต่ละระดับความสูงของคลื่นที่ต่างกัน 1 ระดับความสูงของคลื่นจะต่างกันประมาณ 10 เท่า ต่อมานายริกเตอร์ได้เสนอบทความเกี่ยวกับเรื่องการหาขนาดของแผ่นดินไหวโดยเครื่องตรวจวัดแผ่นดินไหวใน Bulletin of the Seismological Society of America เมื่อเดือนมกราคม ค.ศ. 1935 ซึ่งนับเป็นครั้งแรกที่มีหน่วยทางด้านวิทยาศาสตร์ของขนาดแผ่นดินไหวขึ้น และนำขนาดนี้ใช้กับแผ่นดินไหวท้องถิ่น ซึ่งเป็นตัวแทนของการวัดการขจัดของคลื่นตามขวางที่สูงที่สุดเปรียบเทียบกับความสูงของคลื่นมาตรฐานหรือการขจัดมาตรฐาน (A0) โดยที่

ML = LOG(A) – LOG(A0)

ML = ขนาดแผ่นดินไหวท้องถิ่น

LOG (A) = ขนาดความสูงของคลื่น S ที่สูงที่สุด(A) ตรวจวัดได้จากการเกิดแผ่นดินไหว กำหนดเป็น LOGARITHM SCALE

LOG (A0) = ขนาดความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวมาตรฐาน (A0) มีค่าแปรตามระยะทาง

การคำนวณหาค่าขนาดแผ่นดินไหวท้องถิ่นโดยใช้สูตร

จาก ML = LOG(A) - LOG(A0) และ

LOG(A0) = 3.37 – 3 LOG ()

A = ครึ่งหนึ่งของความสูงของคลื่นแผ่นดินไหว ที่ตรวจวัดได้ x2800 / กำลังขยายของเครื่องตรวจวัดมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร (Trace Amplitude/2 x 2800/ค่ากำลังขยาย)

A0 = ความสูงของคลื่นมาตรฐาน ณ แผ่นดินไหวที่ระยะทางกิโลเมตร

= ระยะทางเป็น ก.ม.จากจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหว

2.) ขนาดแผ่นดินไหวระยะไกล (MB)

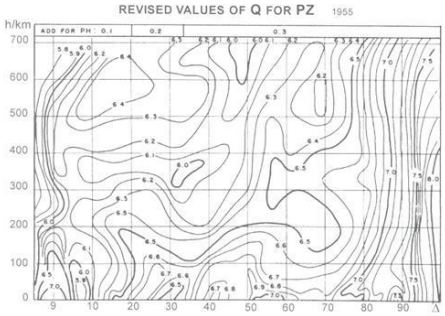
นิยมใช้กับแผ่นดินไหวที่มีระยะทางหลายร้อยกิโลเมตรและมีขนาดตั้งแต่ขนาดปานกลางจนถึงขนาดใหญ่ เนื่องจากคลื่นที่ใช้ในการคำนวณได้แก่ คลื่นตามยาว(คลื่น P) ตรวจวัดได้ดีสำหรับสถานีที่มีตำแหน่งไกลจากศูนย์กลางแผ่นดินไหว ในการตรวจวัดค่าความสูงของคลื่นแผ่นดินไหว ส่วนใหญ่นักแผ่นดินไหวหรือผู้ปฏิบัติงานจะตรวจวัดจากแผ่นกระดาษบันทึกเป็นแบบยอดคลื่นถึงยอดคลื่นในกรณีเป็นการบันทึกในระบบอนาล็อก หรือวัดจากผลการตรวจในระบบบันทึกดิจิตอล ด้วยซอฟท์แวร์เฉพาะ สำหรับการคำนวณค่า MB สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

MB = log(Ag/T) +Q(D,h)

Ag = ครึ่งหนึ่งของความสูงของคลื่นP ที่สูงที่สุดมีหน่วยเป็น micron/กำลังขยาย (V)

T = คาบเวลาของคลื่น P ที่ตรวจวัดความสูง

Q = ค่าคงที่หาได้จากตารางค่า Q ซึ่งแปรตามค่าระยะทาง D (แกนX) และค่าความลึก h (แกนY)



ภาพที่ 2.9 ค่า Q ที่แปรตามระยะทางและความลึก

ที่มา www..nctr.pmel.noaa.gov (2558)

3.) ขนาดแผ่นดินไหวของคลื่นผิวพื้น (MS)

ขนาด MS นิยมใช้กับแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ที่มีตำแหน่งศูนย์กลางอยู่ห่างไกลจากสถานีตรวจมาก โดยคำนวณจากความสูงของคลื่นแผ่นดินไหวพื้นผิวกับค่าความยาวช่วงคลื่น ซึ่งทำการตรวจวัดได้ที่สถานี ส่วนใหญ่กำหนดให้ใช้ค่าความยาวช่วงคลื่นประมาณ 18-22 วินาที โดยสูตรการหาขนาด MS มีดังนี้

MS = log (Ag/T) + 1.66 log D +3.3

Ag = ครึ่งหนึ่งของความสูงของคลื่นที่สูงที่สุดมีหน่วยเป็น micron / กำลังขยาย (V) โดยวัดจากคลื่นผิวพื้นของกระดาษบันทึกช่วงคลื่นยาว และมีความถี่อยู่ระหว่าง 18- 22 วินาที

T = ความยาวช่วงคลื่นผิวพื้นที่ตรวจวัดความสูงเป็นวินาที

D = ระยะทางเป็นองศา มีค่าอยู่ระหว่าง 20-160 องศา

4.) ขนาดโมเมนต์แผ่นดินไหว (MW)

Mw : Moment Magnitude by Hanks and Kanamori formula (1979) โดยมีสูตรการหาขนาด Mwดังนี้

Mw = (2/3) log Mo – 10.7

Mo = μ A d

Mo = ค่าสเกลาร์โมเมนต์ที่ได้จากการผลลัพธ์ดีที่สุดจากการคำนวณให้แรงคู่ควบของรอยเลื่อนมีพลังในสมมติวางตัวในทิศทางต่างๆ หรืออาจได้จากการวัดในภาคสนาม

μ A d = ค่า rigidity(μ) x พื้นที่การเคลื่อนตัว (A)x ค่าขจัดการเลื่อนตัวของรอยเลื่อนมีพลัง (d)

5.) ขนาดโมเมนต์แผ่นดินไหวของคลื่น P (Mwp)

Mwp เป็นค่าขนาดโมเมนต์แผ่นดินไหวที่คำนวณจากค่าความสูงของค่าการขจัดของคลื่น P โดย Tsuboil ได้ประมาณค่านี้ ใน พ.ศ. 2538 โดยมีสูตรการหาขนาด Mwp ดังนี้

Mwp = (log Mo – 9.1) /1.5

Mo = Max (| p1 |,(p1- p2)) (4¶$\rho\alpha^3$r)/F^p

p1 = ค่าแรกที่สูงที่สุดของการขจัดคลื่น P หน่วยเป็นเมตร

p2 = ความสูงของคลื่นที่ 2 (ร่องคลื่น)

ρ = ความหนาแน่นของเปลือกโลก หน่วยเป็น กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

α = ความเร็วของคลื่น P ในเปลือกโลก ประมาณ 7.9 กิโลเมตรต่อวินาที

r = ระยะทางจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวถึงสถานีตรวจแผ่นดินไหว หน่วยเป็นกิโลเมตร

F^p = ค่าแผ่กระจายออกไปของคลื่นตามรูปแบบของคลื่นเฉลี่ย ประมาณ 0.52

ความรุนแรงแผ่นดินไหว (Intensity) แสดงถึง ความรุนแรงของเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น วัดได้จากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น ขณะเกิดและหลังเกิดแผ่นดินไหว เช่น ความรู้สึกของผู้คน ลักษณะที่วัตถุหรืออาคารเสียหายหรือสภาพภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งมาตราเมอร์แคลลี่ใช้สำหรับเปรียบเทียบอันดับ ซึ่งมีทั้งหมด 12 อันดับ เรียงลำดับความรุนแรงแผ่นดินไหวจากน้อยไปมาก ดังต่อไปนี้

อันดันที่ I เป็นอันดับที่อ่อนมาก

อันดันที่ II พอรู้สึกได้สำหรับผู้ที่อยู่นิ่งๆในอาคารสูง

อันดันที่ III พอรู้สึกได้สำหรับผู้อยู่ในบ้านแต่คนส่วนใหญ่ไม่รู้สึก

อันดันที่ IV ผู้อยู่ในบ้านรู้สึกของสั่นไหว

อันดันที่ V รู้สึกเกือบทุกคน ของในบ้านเริ่มแกว่ง

อันดันที่ VI ทุกคนรู้สึกได้ ของหนักในบ้านเริ่มเคลื่อนไหว

อันดันที่ VII ทุกคนตกใจ สิ่งก่อสร้างเริ่มเสียหาย

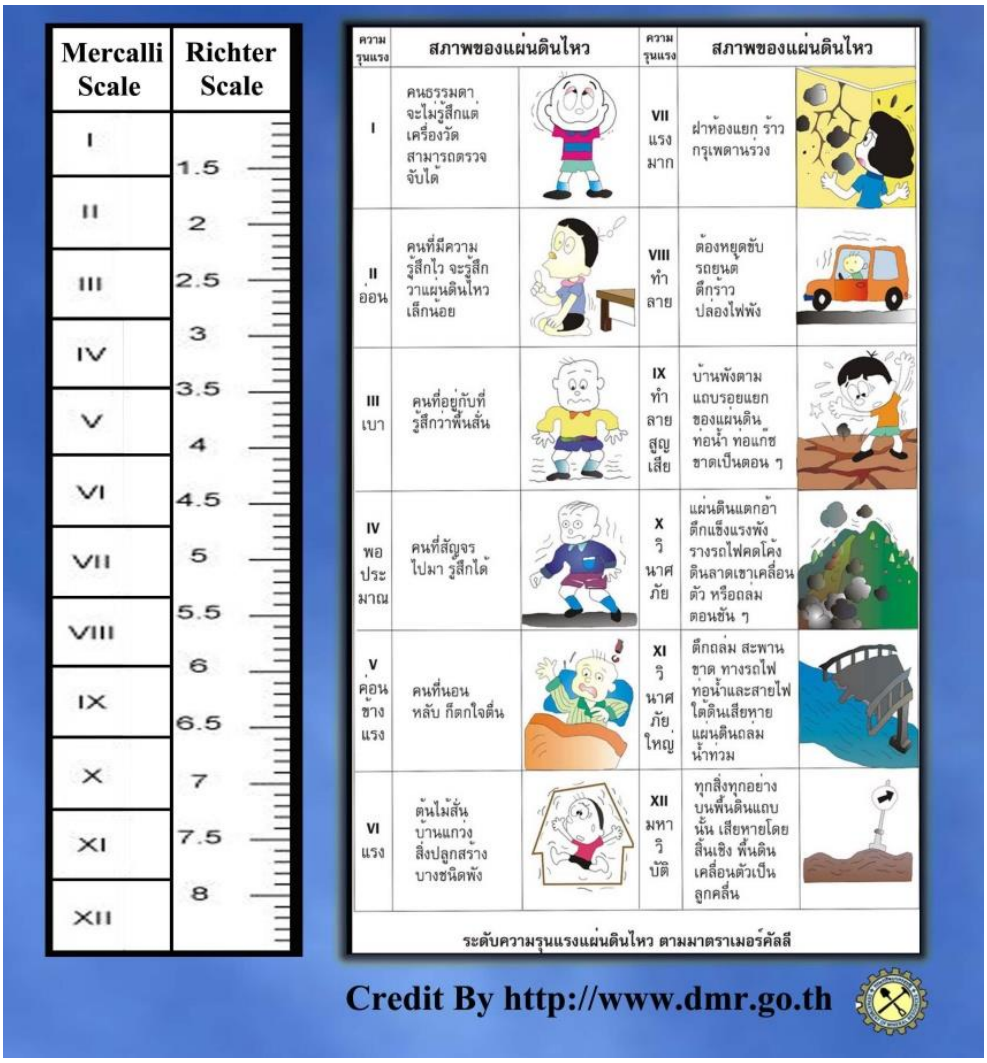
อันดันที่ VIII อาคารเสียหายค่อนข้างมาก

อันดันที่ IX สิ่งก่อสร้างที่ออกแบบมาอย่างดีเสียหายมาก

อันดันที่ X อาคารเสียหาย รางรถไฟบิดงอ

อันดันที่ XI อาคารสิ่งก่อสร้างพังทลายเกือบทั้งหมด ผิวโลกปูดนูนและเลื่อนเป็นคลื่นบนพื้นดินอ่อน

อันดันที่ XII ทุกอย่างถูกทำลาย มองเห็นเป็นคลื่นบนแผ่นดิน



ภาพที่ 2.10 ระดับความรุนแรง

ที่มา www.dmr.go.th (2558)

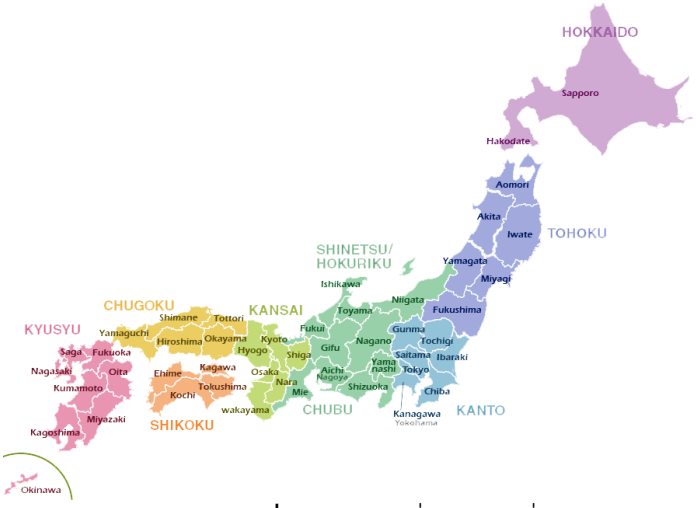
2.2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับประเทศญี่ปุ่น

2.2.1 ภูมิประเทศ

ญี่ปุ่นตั้งอยู่ในภูมิภาคเอเชียตะวันออก มหาสมุทรแปซิฟิกทางตะวันตกติดกับคาบสมุทรเกาหลี และสาธารณรัฐประชาชนจีนโดยมีทะเลญี่ปุ่นกั้น ส่วนทางทิศเหนือติดกับประเทศรัสเซีย มีทะเลโอฮอส์คเป็นเส้นแบ่งแดน ญี่ปุ่นมีเนื้อที่กว่า 377,873 ตารางกิโลเมตร ญี่ปุ่นจึงเป็นประเทศที่ใหญ่เป็นขนาดอันดับที่ 62 ของโลก และประกอบไปด้วยเกาะน้อยใหญ่กว่า 3,000 เกาะ หมู่เกาะเรียงรายเป็นแนวยาวจากด้านตะวันตกเฉียงเหนือของมหาสมุทรแปซิฟิก และตั้งอยู่ทางตะวันออกสุดของโลก จุดทางใต้สุดอยู่ที่เส้นรุ้งประมาณ 24 องศาเหนือ และเหนือสุดอยู่ที่ประมาณ 45 องศาเหนือ มีพื้นที่ประมาณ 377,800 ตารางกิโลเมตร ความยาวจากเหนือจรดใต้ประมาณ 2,800 กิโลเมตร เกาะหลัก ๆ มี 4 เกาะคือ ฮอนชู ฮอกไกโด คิวชู และ ชิโกกุ ตามลำดับ ซึ่งเกาะฮอนชูซึ่งเป็นเกาะที่ใหญ่ที่สุด ยังแบ่งเป็น 5 ภาค เรียงจาก เหนือลงมา คือ โทโฮะกุ คันโต จูบุ คิงคิ และจูโงกุ ญี่ปุ่นมีจังหวัดทั้งหมด 47 จังหวัด แบ่งเป็นเมืองต่าง ๆ รวมทั้งหมดมากกว่า 650 เมือง โดยมีโตเกียวเป็นเมืองหลวงของประเทศมาตั้งแต่ พ.ศ. 2411 เกาะของญี่ปุ่นส่วนมากจะเป็นหมู่เกาะภูเขา ซึ่งในนั้นมีจำนวนหนึ่งเป็นภูเขาไฟ เช่นภูเขาไฟฟูจิ ภูเขาที่สูงที่สุดในประเทศ เป็นต้น ประชากรของญี่ปุ่นนั้นมีมากเป็นอันดับที่ 10 ของโลก คือมากกว่า 128 ล้านคน

พื้นที่ประมาณ 3 ใน 4 ของญี่ปุ่น จะเป็นภูเขาและเนินเขา ซึ่งอุดมไปด้วยป่าไม้ แม้ว่าความต้องการใช้ไม้จะมีมาก แต่การตัดไม้นั้นมีน้อย เนื่องจากญี่ปุ่นหันไปนำเข้าไม้ราคาถูกจากต่างประเทศ แทนการทำลายป่า พื้นที่ราบจะเป็นพื้นที่สำหรับการกสิกรรมและที่ตั้งของเมืองต่าง ๆ พื้นที่ราบที่ใหญ่ที่สุดอยู่บริเวณใจกลางอ่าวโตเกียวคือที่ราบคันโต (Kanto) นอกจากนั้น ยังมีที่ราบโทโฮะกุ ทางตอนเหนือของเกาะฮอนชู ที่ราบในฮอกไกโด และที่ราบเขตอุตสาหกรรมนาโงย่า-โอซาก้า ที่ราบเหล่านี้เต็มไปด้วยบ้านเรือนและโรงงาน ที่ดินเกษตร และสาธารณูปโภค คิดเป็นร้อยละ 20 ของที่ดินโดยรวมทั้งประเทศ

ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในวงแหวนแห่งไฟบริเวณรอยต่อระหว่างแผ่นเปลือกโลก 3 แผ่น ทำให้เกิดแผ่นดินไหวความรุนแรงต่ำบ่อยครั้ง และยังมีแผ่นดินไหวความรุนแรงสูงที่ทำให้เกิดความเสียหายร้ายแรงหลายครั้งในศตวรรษที่ผ่านมา เช่นเหตุการณ์แผ่นดินไหวในชูเอะสึ พ.ศ. 2547 แผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในโทโฮะกุ พ.ศ. 2554 เป็นต้น นอกจากนี้การที่ญี่ปุ่นตั้งอยู่ในบริเวณวงแหวนแห่งไฟ ยังทำให้ญี่ปุ่นมีบ่อน้ำพุร้อนจำนวนมากทั่วประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่ถูกพัฒนาให้กลายเป็นสถานที่ท่องเที่ยว



ภาพที่ 2.11 แผนที่ประเทศญี่ปุ่น

ที่มา www. sites.google.com (ม.ป.ป.)

2.2.2 ภูมิอากาศ

หมู่เกาะญี่ปุ่นวางตัวยาวในแนวเหนือใต้ จึงทำให้มีลักษณะภูมิอากาศแตกต่างกันมาก ประเทศญี่ปุ่นสามารถแบ่งเขตภูมิอากาศออกเป็น 6 เขต คือ

ฮอกไกโด พื้นที่ตอนเหนือสุดของประเทศมีสภาพอากาศหนาวเย็นตลอดทั้งปี แม้จะมีหยาดน้ำฟ้าไม่มาก แต่ในฤดูหนาวก็มีหิมะปกคลุมทั่วทั้งเกาะ

ทะเลญี่ปุ่น ตั้งอยู่ชายฝั่งทะเลทางตะวันตกของเกาะฮอนชู ลมตะวันตกเฉียงเหนือที่พัดผ่านในช่วงฤดูหนาว ทำให้มีหิมะตกมาก ช่วงฤดูร้อนอากาศมักจะเย็นกว่าฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก แม้ว่าบางครั้งจะเกิดปรากฏการณ์เฟห์นที่ทำให้อากาศร้อนมากผิดปกติ

ที่สูงตอนกลาง อุณหภูมิระหว่างฤดูร้อน และฤดูหนาวและระหว่างกลางวันและกลางคืนมีความแตกต่างมาก

ทะเลเซะโตะ ภูเขาบริเวณจูโงกุและชิโกกุช่วยป้องกันบริเวณทะเลเซะโตะจากลมฤดูต่าง ๆ ทำให้บริเวณนี้มีอากาศอบอุ่นและมีฝนตกน้อยตลอดทั้งปี

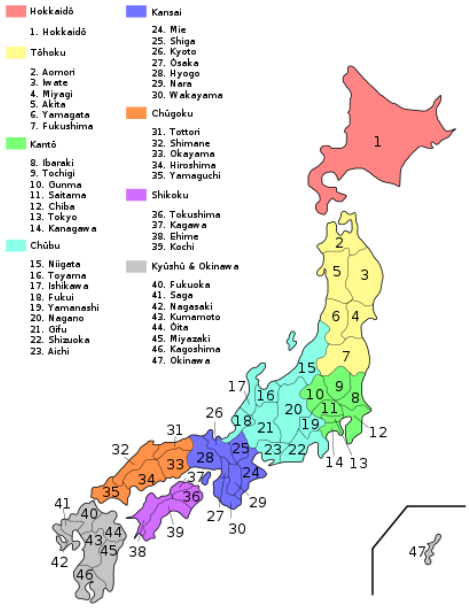
ชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิก ตั้งอยู่ชายฝั่งมหาสมุทรทางตะวันออกของประเทศ ฤดูหนาวมีอากาศที่หนาวเย็นแต่ไม่ค่อยมีหิมะตก ฤดูร้อนมีอากาศร้อนและชื้นเพราะลมตะวันออกเฉียงใต้

หมู่เกาะตะวันตกเฉียงใต้ หมู่เกาะริวกิวมีอุณหภูมิกึ่งเขตร้อนคืออากาศอุ่นในฤดูหนาวและร้อนในฤดูร้อน มีฝนตกมาก และมีไต้ฝุ่นผ่านมาในช่วงเปลี่ยนฤดู

ฤดูฝนเริ่มต้นขึ้นในต้นเดือนพฤษภาคมที่โอกินะวะ แล้วไต่ระดับขึ้นไปจนถึงฮอกไกโดใน ปลายเดือนกรกฎาคม บนเกาะฮอนชู ฤดูฝนจะเริ่มในกลางเดือนของเดือนมิถุนายน มีระยะเวลาประมาณเดือนครึ่ง และในช่วงปลายฤดูร้อนจนถึงต้นฤดูใบไม้ร่วงมักมีไต้ฝุ่นพัดผ่าน โดยเฉลี่ยจะมีไต้ฝุ่นพัดเข้าใกล้ญี่ปุ่น ปีละ 11 ลูก

2.2.3 การแบ่งเขตการปกครอง

ญี่ปุ่นแบ่งการปกครองออกเป็น 47 จังหวัด และ 8 ภูมิภาค ซึ่งมักจะถูกจับเข้ากลุ่มตามเขตแดนที่ติดกันที่มีวัฒนธรรมและสำเนียงการพูดใกล้เคียงกัน ทุกจังหวัดจัดให้มีการเลือกตั้งเพื่อเลือกผู้ว่าราชการจังหวัด



ภาพที่ 2.12 การแบ่งเขตการปกครอง

ที่มา www .2by4travel.com (ม.ป.ป.)

2.2.4 มาตราวัดแผ่นดินไหวของญี่ปุ่น

เมื่อเกิดแผ่นดินไหว เราก็จะคุ้นเคยกับคำว่าริกเตอร์ ซึ่งเป็นหน่วยวัดความแรงของการสั่นสะเทือนที่ส่วนใหญ่ทั่วโลกใช้กัน แต่หน่วยวัดแผ่นดินไหวของญี่ปุ่นใช้เป็นหน่วยที่เรียกว่า ชินโดะ (震度) ซึ่งเป็นมาตรวัดที่ใช้โดยสำนักงานอุตุนิยมวิทยาแห่งประเทศญี่ปุ่น เพื่อบอกระดับความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหว มีลักษณะแตกต่างจากมาตราวัดริกเตอร์ (Richter Magnitude Scale) ที่บอกขนาดของการเกิดแผ่นดินไหวครั้งหนึ่งๆ ในภาพรวมโดยอาศัยตัวเลขเพียงค่าเดียว ในขณะที่มาตราวัดแบบญี่ปุ่นจะบอกระดับของการสั่นสะเทือน ณ ตำแหน่งพื้นผิวดินตำแหน่งต่างๆ ด้วยเหตุนี้ค่าระดับความแรงของการเกิดแผ่นดินไหวในมาตราแบบญี่ปุ่นก็จะมีหลายๆ ค่า ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่ต้องการ

ชินโดะ เป็นหน่วยวัดระดับของความสั่นสะเทือนในแต่ละพื้นที่เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ไม่ใช่ตัวเลขวัดขนาดของแผ่นดินไหว เนื่องจากในแต่ละพื้นที่ได้รับแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหวไม่เท่ากัน การรายงาน

ข่าวแผ่นดินไหวที่ญี่ปุ่นจึงเรียกหน่วยวัดว่า ชินโดะ (ภาษาไทยเรียกว่า “แรงสั่นสะเทือนระดับ...”) เช่น แผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นเมื่อช่วงเย็นของวันที่ 23 ต.ค. 2004 ที่จังหวัดนิอิกาตะ เป็นแผ่นดินไหวที่ก่อให้ย่านจูเอ็ตทซีของจังหวัดดังกล่าว เกิดแรงสั่นสะเทือนที่ระดับ 6 (Shindo 6) ซึ่งหน่วยวัดชินโดะนี้ จะเป็นหน่วยวัดที่ใช้กันเฉพาะในญี่ปุ่นเท่านั้น โดยระดับความรุนแรงของการเกิดแผ่นดินไหวในมาตราวัดชินโดะ มีค่าตั้งแต่ระดับต่ำสุดที่ ระดับ 0 ถึงระดับสูงสุดที่ ระดับ 7 ค่าระดับความรุนแรงเหล่านี้คำนวณแบบเรียลไทม์หรือตรงเวลาพอดี (Real Time) จากตัวตรวจวัดอัตราเร่งของการเคลื่อนที่ของแผ่นดิน (ground acceleration) ที่ติดตั้งอยู่ ณ สถานีตรวจวัดที่จุดต่างๆ ค่าชินโดะที่ได้ขึ้นอยู่กับอัตราเร่งของแผ่นดินซึ่งเก็บได้ในหน่วย SI มีหน่วยเป็น (m/s^2)

สามารถอธิบายลักษณะความรุนแรงของชินโดะได้ดังนี้

ระดับ 0 (**震度**0) ร่างกายของมนุษย์ไม่รู้สึกถึงความสั่นสะเทือนใดๆ

ระดับ 1 (**震度**1) มนุษย์ที่อยู่ในห้องบางคนจะรู้สึกถึงแรงสั่นสะเทือนเพียงเล็กน้อย แต่ยังไม่มีความรู้สึกว่าเกิดแผ่นดินไหว

ระดับ 2 (**震度**2) มนุษย์ที่อยู่ในห้องหลายคนรู้สึกถึงแรงสั่นสะเทือน คนที่นอนหลับอาจจะตื่นขึ้นได้ ส่วนคนที่อาศัยอยู่บนตึกสูงรู้สึกได้ สำหรับไฟและสิ่งของต่างๆ ที่แขวนอยู่อาจจะสั่นไหวไปมาเล็กน้อย น้ำในแก้วจะกระเพื่อมเล็กน้อย

ระดับ 3 (**震度**3) มนุษย์ที่อยู่ในห้องแทบทุกคนจะรู้สึกถึงแรงสั่นสะเทือน คนที่อยู่บนตึกสูง อาคารบ้านพักจะรู้สึกได้ ภาชนะต่างๆ ที่อยู่บนโต๊ะเกิดการสั่นไหวและส่งเสียงกระทบกัน ขวด แก้ว สิ่งของต่างๆ อาจเลื่อนเข้ากระทบกันได้

ระดับ 4 (**震度**4) ระดับนี้ทำให้เกิดความหวาดกลัวได้มากทีเดียว คนที่เดินอยู่ตามทางก็จะรู้สึกถึงความสั่นสะเทือนได้ ผู้คนที่กำลังยืน เดิน นั่ง แม้จะขับขี่อยู่ก็สามารถรับความรู้สึกแรงสั่นสะเทือน ระดับนี้ผู้คนจะเริ่มวิตกหวาดกลัว สิ่งของที่วางอยู่ไม่มั่นคงอาจจะตกลงมาเสียหาย สิ่งของที่แขวนและตั้งไว้บนหิ้ง ชั้นวางของจะแกว่งตัว

ระดับ 5 อ่อน (**震度**5**弱**) ความไหวสั่นจะรุนแรง ผู้คนในที่ต่างๆ แม้แต่บนถนนจะไม่สามารถทรงตัวได้ เกิดอาการเวียนหัว ภาชนะบนโต๊ะและหนังสือในชั้นวางหนังสือมีโอกาสที่จะตกหล่นลงมาได้ สิ่งของต่างๆ ในบ้านอาจจะมีการเคลื่อนที่ กระจกหน้าต่างอาจมีการแตกและตกลงมาได้ บล็อกและอิฐต่างๆที่ประกอบกันไม่มั่นคงก็อาจจะตกลงมาได้เช่นกัน และเกิดความเสียหายบนถนน สิ่งของที่วางอยู่บนชั้น บนหิ้งของที่แขวนจะเกิดการแกว่งตัวที่รุนแรง โต๊ะเก้าอี้อาจจะล้ม สิ่งของตกแตก สิ่งก่อสร้างที่ไม่แข็งแรงเริ่มแตกหัก

ระดับ 5 แรง (震度5強) จะทำให้เกิดความหวาดกลัวขึ้นมาได้อย่างมาก จะทำให้การขับขี่รถยนต์ยากลำบาก ผู้ขับไม่สามารถจะควบคุมให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการได้ ผู้คนไม่สามารถยืน เดินไปไหนมาไหนได้เพราะเสียการทรงตัวจะทำให้ล้ม ตู้เสื้อผ้าหรือเครื่องใช้ในบ้านต่างๆ ที่มีน้ำหนักมากอาจจะล้มลงมาได้ ท่อแก๊สและท่อน้ำมีโอกาสที่จะแตกได้เช่นกัน บ้านเรือนเริ่มเขย่าเสียงดังแปรเปลี่ยน

ระดับ 6 อ่อน (震度6弱) ผู้คนไม่สามารถทรงตัวได้ เครื่องใช้ในบ้านที่ไม่ได้ถูกยึดแน่นให้เข้าที่จะเคลื่อนไหวและล้มลงได้ บ้านเรือนที่ทำด้วยไม้อาจจะพังทลายลง ประตูหน้าต่างจะเริ่มขยับตัวผิดรูปแบบจนถึงขั้นเปิดปิดไม่ได้ หลังคาบ้านเริ่มเอียง กระจก ฝาผนังของอาคาร ตึกสูงที่ก่อสร้างในแบบเก่าเริ่มแตกร้าว ท่อประปา ท่อแก๊ส เริ่มการหักงอ โค้ง

ระดับ 6 แรง (震度6強) จะทำให้ไม่สามารถยืนขึ้นมาได้ และอาจจะทำให้เคลื่อนไหวไม่ได้หากไม่พยายามออกแรงมากๆ ผู้คนจะหมดการทรงตัว การเคลื่อนไหวต่างๆ จะได้โดยการคืบคลานเพียงอย่างเดียว อาจจะทำให้บ้านเรือนที่มีความทนทานต่อแผ่นดินไหวต่ำพังทลายได้ กำแพง พนังตึก อาคารแตกร้าวเสียหาย ถึงขั้นถล่ม พัง เสาไฟฟ้าโค่น จะปรากฏรอยร้าวบนท้องถนน สะพานโก่งตัว บางสะพานยุบตัว ขาด

ระดับ 7 (震度7) จะทำให้ควบคุมร่างกายไม่สามารถเคลื่อนไหวตามที่ตั้งใจไว้ได้ ผู้คนจะถูกเหวี่ยงโยนไปมา บ้านเรือนที่มีความทนทานต่อแผ่นดินไหวสูงเองอาจจะมีการเอนเอียงหรือพังทลายได้ อาจจะทำให้เกิดแผ่นดินแยก และอาจจะทำให้พื้นดินลาดเอียงลง ภูเขาอาจะพังทลาย เป็นขั้นสูงสุดของการวัดความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว สิ่งของอาคารบ้านเรือนจะถล่มทลายเกิดการเสียหายไปทุกส่วน อาจจะมีการเสียชีวิตบาดเจ็บเกิดขึ้น ทุกสิ่งทุกอย่างย่อยยับจะกลายเป็นเศษขยะไปมากกว่าร้อยละ 30

ภาพที่ 2.13 ความรุนแรงของชินโดะ

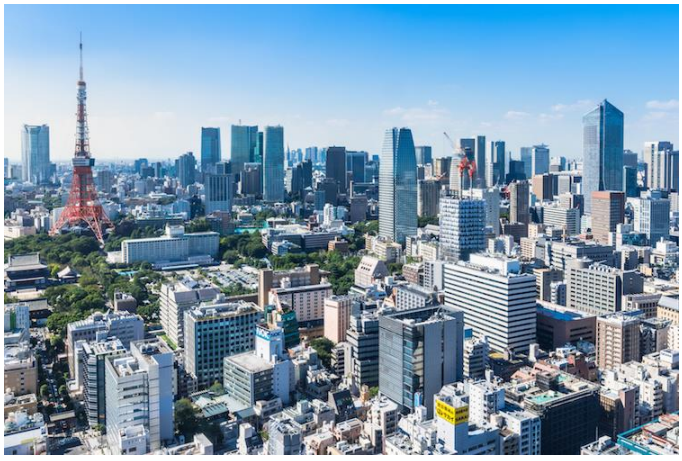
ที่มา www.dpm.nida.ac.th (2556)

2.3 ข้อมูลการรับมือแผ่นดินไหว

ประเทศญี่ปุ่นเกิดภัยทางธรรมชาติอยู่บ่อยครั้ง แม้ว่าจะเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่กว่า 6 ครั้งในช่วงหลายปีที่ผ่านมา แต่จำนวนผู้บาดเจ็บกลับลดลงเมื่อเทียบกับในอดีต ผู้เขียนแน่ใจว่าการสู้รบปรบมือระหว่างภัยพิบัติทางธรรมชาติกับญี่ปุ่นแทบจะเป็นของคู่กัน มันเป็นสิ่งสำคัญสำหรับคนที่อาศัยอยู่ในญี่ปุ่นที่จะต้องทราบวิธีการลดความเสียหายและการบาดเจ็บของร่างกาย ดังนั้น เรามาดูกันว่าชาวญี่ปุ่นทำอะไรบ้างเพื่อเตรียมพร้อมตัวเองสำหรับภัยพิบัติต่าง ๆ

2.3.1 บ้านต้านทานภัย

เพื่อความปลอดภัยของผู้คนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรเริ่มต้นจากพื้นฐาน วิธีหนึ่งในหลักการปฏิบัติ คือ การเพิ่มความต้านทานต่อแผ่นดินไหวของอาคารและบ้านเรือนในขณะก่อสร้าง ถึงแม้ว่าจะมีการเกิดแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ขึ้น อาคารเหล่านี้จะไม่ถล่มลงมาอย่างง่ายดาย ซึ่งนับเป็นสาเหตุหนึ่งที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิตในระหว่างที่เกิดแผ่นดินไหว ในประเทศญี่ปุ่น อาคารที่สร้างขึ้นมาใหม่ทั้งหมดต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบที่เข้มงวดโดยรัฐบาล อาคารเหล่านี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนด 2 ข้อ โดยจะต้องรับประกันว่าจะไม่ถล่มเนื่องจากเกิดแผ่นดินไหวภายใน 100 ปีข้างหน้า และรับประกันว่าจะไม่เกิดความเสียหายภายใน 10 ปีของการก่อสร้าง นอกจากนี้วัสดุทั้งหมดที่ใช้ในการก่อสร้างยังต้องเป็นไปตามกฎระเบียบที่เข้มงวดของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอีกด้วย



ภาพที่ 2.14 บ้านเรือนและอาคารที่ญี่ปุ่น

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

2.3.2 ระบบเตือนภัยแผ่นดินไหว

สมาร์ทโฟนทั้งหมดในญี่ปุ่นมีระบบเตือนภัยแผ่นดินไหวติดตั้งอยู่ ประมาณ 5 ถึง 10 วินาทีก่อนเกิดภัยพิบัติ ระบบเตือนภัยมีเวลาสองถึงสามวินาที เพื่อหลบหนีไปยังสถานที่ปลอดภัยหรือมุดอยู่ใต้โต๊ะในท่าหลบภัย เมื่อการแจ้งเตือนดับลง จะได้ยินเสียงดังและเสียงเตือนว่า “Jishin desu! Jishin desu “(หมายถึงมีแผ่นดินไหว”) จนแผ่นดินไหวจะหยุดลง เนื่องจากแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งทะเลมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดสึนามิ การปรับปรุงระบบเตือนภัยจึงช่วยลดการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินได้ โดยจะแจ้งเตือน 5-10 นาทีก่อนเกิดสึนามิ นอกจากนี้สำนักงานอุตุนิยมวิทยาของญี่ปุ่นได้ติดตั้งสถานีพยากรณ์แผ่นดินไหวมากกว่า 200 แห่งทั่วประเทศ และกระทรวงป้องกันภัยพิบัติได้จัดตั้งสถานีขึ้นกว่า 800 แห่ง เพื่อสร้างระบบเตือนภัย ข้อมูลทั้งหมดที่รวบรวมได้จากสถานีตรวจแผ่นดินไหว เจ้าหน้าที่ของรัฐจะสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้อย่างทันท่วงที ระบุขอบเขตของภัยพิบัติ ตลอดจนคาดการณ์เวลาที่เกิดเหตุการณ์ขึ้นในแต่ละสถานที่ และตามมาด้วยการเตือนประชาชนเพื่อให้ผู้คนสามารถเตรียมความพร้อมรับมือได้

ภาพที่ 2.15 การเตือนภัยบนสมาร์ทโฟน

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

2.3.3 ระบบป้องกันภัยพิบัติแบบบูรณาการ

เพื่อลดความเสียหายที่เกิดจากภัยพิบัติทางธรรมชาติ รัฐบาลญี่ปุ่นได้ให้แนวทางที่ชัดเจนในการเอาชีวิตรอดเมื่อเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ญี่ปุ่นได้สร้างระบบที่มีหน่วยฉุกเฉินแบบเต็มรูปแบบเพื่อให้บริการประชาชนเมื่อมีภัยพิบัติขนาดใหญ่เกิดขึ้น สิ่งที่ต้องทำด้วยตัวเองคือเตรียมกระเป๋าเป้ฉุกเฉิน (หรือที่เรียกว่าชุดฉุกเฉิน) สำหรับสมาชิกในครอบครัวของคุณ ซึ่งจะจัดเก็บสิ่งสำคัญ เช่น ไฟฉาย ยาสามัญ ผ้าห่ม หน้ากากอนามัย เชือก วิทยุ ห้องน้ำแบบพกพา และอาหารที่มีปริมาณเพียงพอต่อการอยู่รอดเป็นเวลา 3 วันถึง 1 สัปดาห์ ศูนย์อพยพซึ่งจัดตั้งกันเองในท้องถิ่น (โรงยิม หรืออาคารพละศึกษาทั่วไปในโรงเรียนของรัฐ) จะมีอุปกรณ์ครบครันเช่นหมวกกันน็อก ผ้าห่ม ไฟฉาย อาหาร เพื่อตอบสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของผู้ที่มาที่ศูนย์แห่งนี้ เมื่อบ้านของพวกเขาไม่ปลอดภัย

ภาพที่ 2.16 กระเป๋าเป้ฉุกเฉิน

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

2.3.4 ความตระหนักในการป้องกันภัยพิบัติ

รัฐบาลญี่ปุ่นได้ให้ความสำคัญกับการให้ความรู้แก่ประชาชนอย่างเพียงพอเกี่ยวกับแผ่นดินไหว การฝึกอบรมหรือนิทรรศการเกี่ยวกับการป้องกันภัยพิบัติจะถูกจัดขึ้นเป็นประจำ เช่นเดียวกับการจัดประชุมเพื่อการก่อสร้างพื้นที่ศูนย์อพยพ การฝึกอบรมนี้เริ่มต้นขึ้นตั้งแต่เด็กชั้นอนุบาลต้องเข้าร่วมการฝึกซ้อมแผนรับมือภัยพิบัติเป็นประจำ นักเรียนญี่ปุ่นทุกคนทราบดีว่าเมื่อใดที่มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น พวกเขาไม่ควรตื่นตระหนก แต่ควรตระหนักและปกป้องศีรษะของตัวเอง หลบหนีอย่างเป็นระเบียบ

ภาพที่ 2.17 ศูนย์อพยพที่ญี่ปุ่น

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

2.3.5 การระวังอุปกรณ์ต่างๆ

แม่บ้านในญี่ปุ่นยังมีบทบาทสำคัญในการป้องกันภัยพิบัติ เนื่องจากแผ่นดินไหวมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อท่อส่งแก๊ส ซึ่งสามารถทำให้เกิดการระเบิดและก่อให้เกิดเพลิงไหม้ได้ เมื่อใดก็ตามที่มีแผ่นดินไหวเกิดขึ้น บรรดาแม่บ้านจะได้รับการฝึกฝนให้รีบวิ่งเข้าไปในครัวเพื่อปิดแก๊ส ไฟฟ้า และเปิดประตูบ้าน เพราะอาจจะเปิดประตูยากเมื่อเกิดแผ่นดินไหวรุนแรงขึ้น แม่บ้านชาวญี่ปุ่นยังมีสิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือต้องคอยตรวจสอบชุดฉุกเฉินเป็นระยะๆ เพื่อเปลี่ยนรายการสิ่งของที่ชำรุดหรือหมดอายุ อีกสิ่งหนึ่งที่ควรทราบคือเมื่อเกิดแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ต้องหลีกเลี่ยงสิ่งที่แขวนอยู่บนเพดาน เพราะสิ่งของเหล่านั้นมีโอกาสที่จะทำให้บาดเจ็บรุนแรงได้ เช่นเดียวกันกับหน้าต่างที่สามารถแตกออกเป็นชิ้นๆได้ ในสำนักงาน ศูนย์การค้า และสถานที่แออัดหลายแห่ง จะมีคำแนะนำโดยละเอียด และป้ายบอกทางออกในกรณีที่เกิดภัยพิบัติขึ้น

ภาพที่ 2.18 ปิดเตาแก๊สเมื่อเกิดแผ่นดินไหว

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

2.4 เอกสารวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กันต์ เอี่ยมอินทรา (2559) เขียนรายงานการวิจัย “แผนรับมือภัยพิบัติ เทศบาลนครเกาะสมุย” มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1.) เพื่อศึกษาแผนรับมือภัยพิบัติของเทศบาลนครเกาะสมุย 2.) เพื่อพิจารณาช่องว่างประการสำคัญต่างๆ ของแผนรับมือภัยพิบัติเดิม 3.) ศึกษาวิธีการและแนวทางในการลดช่องว่าง ผลการวิจัยพบว่าแผนรับมือภัยพิบัติเทศบาลนครเกาะสมุย มีจุดเด่นในการวางแผน รับมือภัยพิบัติอย่างเป็นระบบ มีการกำหนดผู้ปฏิบัติงานและอำนาจหน้าที่ไว้อย่างชัดเจน มีการประเมินและประยุกต์แนวคิดสากลเพื่อมาใช้กับภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมของเทศบานครเกาะสมุยได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตามยังมีช่องว่างสี่ประการที่สามารถปรับปรุงให้แผนมีความบูรณาการยิ่งขึ้นได้ คือ มิติของการให้ความสำคัญแก่ประชากรแฝง โดยเฉพาะนักท่องเที่ยว ทัศนคติของเจ้าหน้าที่ ตลอดจนผู้บริหารเกี่ยวกับการรับมือภัยพิบัติ การให้ความสำคัญกับผู้มีส่วนได้เสียอื่นๆ ที่สำคัญ และ การเพิ่มตัวชี้วัดความสำเร็จเพื่อพัฒนาปรับปรุงแผน ซึ่งผู้เขียนได้ใช้เครื่องมือ PDCA และแนวคิดของ การบริหารจัดการเชิงกลยุทธ์ (Strategic Management) มาใช้เพื่อทำความเข้าใจและเสนอแผน เพิ่มเติมในจุดบกพร่องของแผนเดิม ซึ่งให้ความสำคัญในการแก้ไขปัญหาของการขาดแคลนสินค้าอุปโภคและบริโภคในยามเกิดภัยพิบัติโดยใช้เครือข่ายร้านค้าสะดวกซื้อและเพิ่มระยะเวลาในการเก็บตุนสินค้าเพิ่มจากเดิม และเสนอตัวชี้วัดต่างๆ ที่ให้ความสำคัญกับเวลาในการตอบสนองต่อความต้องการสินค้าหรือความช่วยเหลือ และความถูกต้องแม่นยำในการตอบสนองนั้นๆ เพื่อมาเป็นตัวชี้วัด เพื่อการประเมินพัฒนาปรับปรุงในการจัดการรับมือภัยพิบัติในครั้งต่อไป

จิดาภา เร่งมีศรีสุข, พระเดชชจร ขนฺติธโร และพระมหาสมเด็จ มหาสมิทฺธิ (2559) เขียนรายงานการวิจัย “มาตรการของรัฐเพื่อการรับมือภัยพิบัติในภูมิภาคอาเซียน” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษามาตรการของรัฐในการรับมือกับภัยพิบัติของภูมิภาคอาเซียน ผลการวิจัยพบว่าภัยแผ่นดินไหวได้สร้างความเสียหายมูลค่ามหาศาลทั้งทางเศรษฐกิจ สังคม และ การท่องเที่ยว รวมถึงคร่าชีวิตผู้คนที่บริสุทธิ์ไปเป็นจำนวนมาก มูลเหตุหลักของแผ่นดินไหวนั้น สังเคราะห์ (synthesis) ได้ว่า เกิดจากการฉกฉวยประโยชน์จากธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมมากจนทำให้เสียสมดุล ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เป็นผลร้ายต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต องค์ความรู้ (body of knowledge) ที่เป็นความท้าทายใหม่ๆ เกี่ยวกับมาตรการในการจัดการแผ่นดินไหว เฉกเช่น การเตรียมพร้อมของประชาชน ความสามารถของรัฐและข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้อง พบว่ายังมีปัญหาติดขัดอยู่มาก ประกอบกับลักษณะอุปนิสัยประจำชาติในบางประเทศ มักจะหลงลืมอดีต ไม่นำประสบการณ์มาปรับปรุงแก้ไข ทำให้เมื่อเกิดแผ่นดินไหวขึ้นอย่างฉับพลัน ภาครัฐจึงมีความเตรียมพร้อมน้อยมาก ด้วยเหตุนี้รัฐต่างๆ ในอาเซียนจึงควรกำหนดมาตรการทั้งด้านกฎหมายและกายภาพ อาทิ การฝึกฝนให้ประชาชนตื่นตัวที่จะเผชิญหน้ากับแผ่นดินไหวอย่างมีสติ เมื่อพลเมืองรู้บทบาทของตน รัฐก็จะสามารถควบคุมความเสียหายให้อยู่ในวงจำกัดได้ บางครั้งประชาชนหลายชาติในอาเซียนที่คาดหวังว่ารัฐจะยื่นมือเข้ามารับผิดชอบชีวิตของตน

หลังเกิดเหตุนั้น โดยเนื้อแท้ความจริงแล้ว การที่รัฐใดรัฐหนึ่งจะสามารถก้าวข้ามโศกนาฏกรรมไปได้เพียงใดนั้น ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการสร้างระบบป้องกันให้ชัดเจน หาใช่รอคอยความช่วยเหลือเพียงอย่างเดียวเพราะความเสียหายไม่ได้ขึ้นอยู่กับขนาดความรุนแรงของภัยพิบัติ แต่ขึ้นอยู่กับการเตรียมพร้อมรับมือ ซึ่งสอดคล้องกับกลยุทธ์ทางความคิดที่ว่า “คิดแบบมหภาค ทำแบบจุลภาค” (think globally, act locally) กล่าวคือเป็นการเตรียมแผนป้องกันในภาพรวม แล้วนำแผนนั้นมาปฏิบัติให้สอดคล้องกับแต่ละท้องถิ่นนั่นเอง

ชัยยุทธ ชินณะราศี (2558) เขียนรายงานการวิจัย “การจัดการภัยพิบัติจากน้ำหลาก-ดินโคลนถล่มที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดยการมีส่วนร่วมของภาคประชาชน” มีวัตถุประสงค์เพื่อถอดบทเรียนการบริหารจัดการภัยพิบัติจากน้ำหลาก-ดินโคลนถล่ม โดยชุมชนในประเทศไทย ผลการวิจัยพบว่าหลักการในการจัดการภัยพิบัติต้องมีการสร้างแรงจูงใจ สร้างกำลังใจและ การยอมรับให้กับชุมชนและผู้ที่เกี่ยวข้อง การสร้างการเรียนรู้ร่วมกันและทำความเข้าใจต่อปัญหาน้ำที่เชื่อมโยงกันอย่างเป็นระบบ รวมถึงการนำกรณีตัวอย่างต้นแบบและวิกฤติมาเป็นบทเรียนเพื่อทำความเข้าใจและสร้างความตระหนักเปิดโอกาสให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและจัดการภัยพิบัติอย่างเป็นรูปธรรม ส่งเสริมให้เห็นคุณค่าของการจัดการและ ประโยชน์ที่จะเกิดขึ้น การกำหนดนโยบายและยุทธศาสตร์ควรมาจากการวิจัยท้องถิ่นของชุมชน และเพื่อให้ประชาชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ภาครัฐควรสนับสนุนส่งเสริมให้ชุมชนมีความเข้มแข็ง มีการรวมกลุ่มการตั้งเครือข่าย มีการเรียนรู้บทเรียนการบริหารจัดการภัยพิบัติและรับรู้ว่าจะติดต่อสื่อสารกับภาครัฐอย่างไร นอกจากนี้แล้วควรเร่งปรับปรุงระเบียบ กฎหมายและนโยบายให้

นรีนุช ดำรงชัย (2560) เขียนรายงานการวิจัยเรื่อง “ปัจจัยสำคัญในการบริหารจัดการเพื่อความอยู่รอดจากภัยพิบัติ” มีวัตถุประสงค์เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์หาปัจจัยสำคัญที่มีส่วนช่วยผลักดันให้การบริหารจัดการภัยพิบัติในประเทศญี่ปุ่นเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยดังกล่าวได้แก่ ความพยายามในการปรับแก้กฎหมายที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับภัยพิบัติอย่างต่อเนื่อง การวางแผน นโยบาย และการส่งเสริมความพร้อมต่อภัยพิบัติที่มีประสิทธิภาพ การบูรณาการการดำเนินงานของหน่วยงานและองค์กรที่มีบทบาทสำคัญกับการสร้างความเตรียมพร้อมต่อภัยพิบัติ การได้รับความช่วยเหลือจากภาคเอกชน การฝึกซ้อมแผนการรับมือกับภัยพิบัติอย่างจริงจังและต่อเนื่อง ตลอดจนการมีจิตสาธารณะของประชาชน ซึ่งทั้งหมดตั้งอยู่บนพื้นฐานของความพยายามในการช่วยเหลือตนเอง ช่วยเหลือกันและกัน

นรีนุช ดำรงชัย (ม.ป.ป.) เขียนรายงานการวิจัย “ประวัติศาสตร์กับการเรียนรู้เพื่อเตรียมพร้อมกับภัยพิบัติทางธรรมชาติของญี่ปุ่น ยุคร่วมสมัย” มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ว่าญี่ปุ่นเรียนรู้อะไรบ้างจากภัยพิบัติร้ายแรงที่เกิดขึ้น ชาวญี่ปุ่นมีแนวทางการถ่ายทอดความบอบช้ำในอดีตสู่คนรุ่นหลังอย่างไร และพวกเขาเรียนรู้ที่จะปรับตัวเพื่อให้อยู่รอดภายใต้สภาพภูมิประเทศที่เกิดภัยพิบัติบ่อยครั้งอย่างมีสติได้ด้วยวิธีใด เพื่อนำข้อมูลที่สังเคราะห์ได้ มาเป็นแนวทางในการสร้างวัฒนธรรมการเตรียมพร้อมที่แข็งแกร่งในการรับมือกับภัยพิบัติต่อไป ผลการวิจัยพบว่า ทุกครั้งที่เกิดภัยพิบัติขนาดใหญ่ ญี่ปุ่นพยายามพัฒนาตัวเองด้วยการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างละเอียด เพื่อนำมาปฏิบัติอย่างจริงจังผ่านการบังคับใช้กฎหมายและติดตามผลอย่างเข้มงวด นอกจากนี้บทเรียนจากภัยพิบัติส่งผลให้ญี่ปุ่นเล็งเห็นถึงความสำคัญของการบูรณาการแนวทางการจัดการภัยพิบัติอย่างครบวงจร ทั้งในด้านการบริหาร การปฏิบัติการ และการสื่อสารข้อมูลข่าวสาร เพื่อให้การดำเนินการเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลให้ชาวญี่ปุ่นอยู่กับภัยพิบัติได้อย่างมีสติ ได้แก่ ความพยายามกระตุ้นให้คนรุ่นหลังระลึกถึงและเรียนรู้จากความบอบช้ำในอดีต ด้วยวิธีการสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับภัยพิบัติร้ายแรงที่เคยเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ ที่ใกล้ชิดกับชีวิตประจำวัน เพื่อปลูกฝังการเตรียมตัวพร้อมรับมือกับภัยพิบัติให้สืบเนื่องต่อไปจากรุ่นสู่รุ่น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้อง

โดยการศึกษาในบทนี้เป็นการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ซึ่งรวบรวม จากเอกสารและสื่อออนไลน์ ดังนี้

3.1.1 เอกสาร

- หนังสือ

ก. การศึกษาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น จากหนังสือภูมิศาสตร์ทวีปเอเชีย

ข. การศึกษาเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหว จากหนังสือความสั่นสะเทือนของพิภพเบื้องต้น, แผ่นดินไหว, 12 รอยเลื่อนอันตราย กับมหันตภัยแผ่นดินไหวทั่วโลก

ค. การศึกษาเกี่ยวกับการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว จากหนังสือคู่มือรับมือแผ่นดินไหวและภัยสึนามิ

3.1.2 สื่อออนไลน์

- เว็บไซต์

ก. ศึกษาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น จากเว็บไซต์ dpm.nida.ac.th

ข. ศึกษาเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวจากเว็บไซต์ earthquake.tmd.go.th

ค. ศึกษาเกี่ยวกับการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว จากเว็บไซต์ gpo.or.th

3.2 วิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิแล้ว นำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงคุณภาพโดย

3.2.1 การศึกษาเกี่ยวกับภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นโดยศึกษาปัจจัยทางภูมิศาสตร์ที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหวจากข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมไว้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงบรรยาย พร้อมประกอบรูปภาพ

3.2.2 การศึกษาเกี่ยวกับการเกิดแผ่นดินไหวโดยศึกษาการเกิดแผ่นดินไหวในแต่ละช่วงปีว่ามีการเกิดสถานที่ไหนบ่อยครั้ง และขนาดแมกนิจูดของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้น จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เป็นตารางและการบรรยายสรุป

3.2.3 การศึกษาเกี่ยวกับการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว โดยศึกษาแนวคิดจิโจะ เคียวโจะ โคโจะและปัจจัยในการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ จากข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมไว้ จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชิงบรรยายร่วมกับรูปภาพ

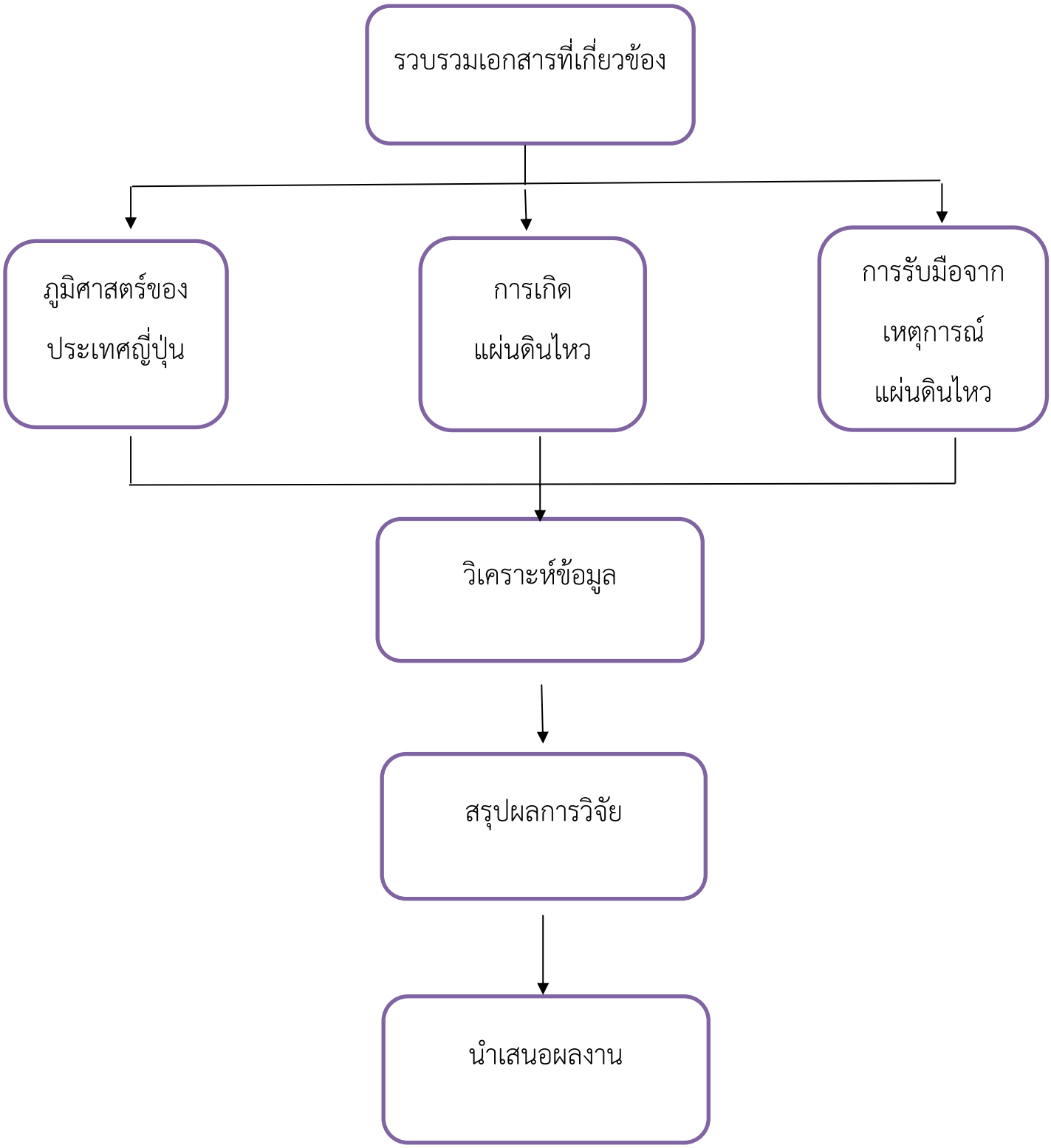
3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำวิจัย

3.3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

3.3.2 โปรแกรม Microsoft word

ตารางที่ 3.1 กรอบระยะเวลาการทำวิจัย

กิจกรรม / เดือน	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4	เดือนที่ 5	เดือนที่ 6
1.ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	↔	↔				
2.เก็บรวบรวมข้อมูล		↔	↔			
3.วิเคราะห์ข้อมูล			↔	↔		
4.สรุปผลการวิจัย				↔	↔	
5.นำเสนอผลงาน						↔



ภาพที่ 3.1 กรอบแนวความคิด

บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

บทนี้ได้วิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ประเด็น ดังนี้

1.) การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

2.) การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว

3.) การศึกษาการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

โดยมีรายละเอียดดังนี้

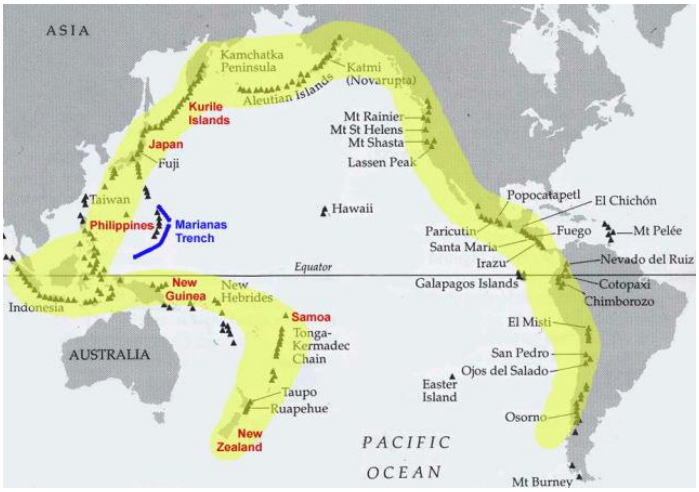
4.1 การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

ประเทศญี่ปุ่นมีลักษณะเป็นหมู่เกาะ ประกอบด้วยเกาะสำคัญ 5 เกาะ ได้แก่ เกาะฮอกไกโด, เกาะฮอนชู, เกาะชิโกกุ, เกาะคิวชู, เกาะโอกินาว่า และเกาะเล็กๆ อีกประมาณ 4000 เกาะ โดยที่ตั้งของประเทศญี่ปุ่นเกิดมาจากแผ่นเปลือกโลก 4 แผ่น ได้แก่ แผ่นเปลือกโลกแปซิฟิก, แผ่นเปลือกโลกฟิลิปปินส์, แผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย และแผ่นเปลือกโลกอเมริกาเหนือ ซึ่งบริเวณเกาะคิวชูมีการเคลื่อนตัวของแผ่นเปลือกโลกฟิลิปปินส์มุดตัวใต้แผ่นเปลือกโลกยูเรเชีย ด้วยความเร็วประมาณ 58 มิลลิเมตร/ปี

ภาพที่ 4.1 แผ่นเปลือกโลกที่ล้อมรอบประเทศญี่ปุ่น

ที่มา www .lesa.biz.com (ม.ป.ป)

ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่บนแนววงแหวนแห่งไฟ เป็นพื้นที่ใต้มหาสมุทรแปซิฟิก ทอดตัวตามแนวร่องสมุทรและแนวภูเขาไฟ มีลักษณะคล้ายเกือกม้า ความยาวประมาณ 40,000 กิโลเมตร



ภาพที่ 4.2 Ring of fire

ที่มา www.mekaje.wordpress.com (2554)

ภูเขาไฟของญี่ปุ่นที่อยู่บนแนววงแหวนแห่งไฟมีประมาณ 186 ลูก มีภูเขาไฟที่ยังไม่สงบประมาณ 60 ลูก ยกตัวอย่างภูเขาไฟที่มีชื่อเสียงของญี่ปุ่น 4 ที่ ดังนี้

1.ภูเขาไฟฟูจิ (shizuoka และyamanashi) มีความสูงถึง 3,776 เมตร ถูกล้อมรอบด้วยทะเลสาบห้าสาย มีรูปทรงกรวยสมบูรณ์ เป็นที่อยู่อาศัยของพืชและสัตว์นานาชนิด เกิดการปะทุครั้งล่าสุดเมื่อปี 1707

ภาพที่ 4.3 ภูเขาไฟฟูจิ

ที่มา www.allabout-japan.com (2560)

2.ภูเขาไฟ Yotei (Hokkaido) มีชื่อเล่นว่าฟูจิน้อย เนื่องจากมีรูปทรงกรวยสมบูรณ์แบบเดียวกับภูเขาไฟฟูจิ เป็นที่รู้จักมากในนักปีนเขาชาวญี่ปุ่น และเป็นที่นิยมในหมู่นักเล่นสกีและสโนว์บอร์ด เกิดการปะทุครั้งล่าสุดเมื่อ 1050 ปีก่อนคริสตกาล

ภาพที่ 4.4 ภูเขาไฟ Yotei

ที่มา www.allabout-japan.com (2560)

3.ภูเขาไฟ Sakurajima (Kagoshima) เป็นภูเขาไฟที่ปะทุบ่อยที่สุดในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมีควันลอยอยู่บริเวณรอบๆปากปล่องตลอดเวลา และมีการปะทุเล็กน้อยในหลายๆ ครั้งในแต่ละวัน การปะทุครั้งใหญ่สุดเมื่อปี 1914 ทำให้ลาวาที่ทะลักออกมาแข็งตัวจนกลายเป็นคาบสมุทร เกิดการปะทุขึ้นล่าสุดเมื่อเดือนมิถุนายน ปี 2018

ภาพที่ 4.5 ภูเขาไฟ Sakurajima

ที่มา www.allabout-japan.com (2560)

4.ภูเขาไฟ Aso (Kumamoto) เป็นภูเขาไฟที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในญี่ปุ่น มียอดเขาทั้งหมดห้ายอด และหนึ่งในนั้นคือยอดเขา Naka เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงมากเนื่องจากสามารถนั่ง Aso Ropeway เข้าไปดูปากปล่องภูเขาไฟได้ และพึ่งเกิดการปะทุครั้งล่าสุดเมื่อเดือนกันยายน 2015

ภาพที่ 4.6 ภูเขาไฟ Aso

ที่มา www.allabout-japan.com (2560)

4.2 การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว

ศึกษาเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญที่เกิดตั้งแต่ปี 1948 จนถึงปัจจุบัน โดยแบ่งช่วงละ 10 ปี ดังนี้

ตารางที่ 4.1 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1948-1957

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหวภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว
28 มิถุนายน1948	Fukui earthquake	Fukui jishin	7.1	3,769	มารุโอกะ, ฟุคุย
4 มีนาคม 1952	Hokkaido earthquake	Sen-kyuhyaku-goujuni-nen Tokachi-Oki Jishin	8.1	28	บริเวณทะเลทางตะวันออกของฮอกไกโด

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1948-1957 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง

ตารางที่ 4.2 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 1958-1967

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว
19 สิงหาคม 1961	Mino earthquake	Kitamino Jishin	7.0	8	ภูเขาของเขตมิโนะเหนือระหว่างกิฟุ, ฟุคุย, อิชิกาว่า
16 มิถุนายน 1964	Niigata earthquake	Niigata Jishin	7.6	26	บริเวณ 50 กิโลเมตรทางเหนือของนิงาตะ

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1958-1967 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 2 ครั้ง

ตารางที่ 4.3 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1968-1977

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	**ชื่อ แผ่นดินไหว**	**ชื่อ แผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น**	**ขนาด แมกนิจูด**	**จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)**	**ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว**
1 เมษายน 1968	Hyuga-nada earthquake	Sen-kyuhyaku-rokujuhachi-nen Hyuga-nada Jishin	7.5	0	บริเวณทะเลฮิวกะ
16 พฤษภาคม 1968	Tokachi earthquake	Sen-kyuhyaku-rokujuhachi-nen Tokachi-oki Jishin	8.2	52	นอกชายฝั่งมิซาว่า
9 พฤษภาคม 1974	Izu Peninsula earthquake	Sen-kyuhyaku-nanajuyo-nen Izu-hanto-oki Jishin	6.5	25	ใกล้กับคาบสมุทรอิซุ

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1968-1977 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.4 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1978-1987

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อ แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว
12 มิถุนายน 1978	Miyagi earthquake	Miyagi-ken-oki Jishin	7.7	28	บริเวณนอกชายฝั่งมิยากิ
26 พฤษภาคม 1983	Sea of Japan earthquake	Nihonkai-chubu Jishin	7.8	104	นอกชายฝั่งโนชิโระ, อะคิตะ 80 กิโลเมตร
14 กันยายน 1984	Otaki earthquake	Nagano-ken-seibu Jishin	6.3	29	บริเวณภูเขาออนทาเกะ, โอตากิ ,นากาโนะ

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1978-1987 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.5 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1988-1997

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อ แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว
12 มิถุนายน 1993	Hokkaido earthquake	Hokkaido Nansei Oki Jishin	7.7	202	ฮอกไกโด
28 ธันวาคม 1994	Offshore Sanriku earthquake	Sanriku-haruka-oki Jishin	7.7	3	180 กิโลเมตรจากฮาจิโนะเฮะ, อาโอโมริ
17 มกราคม 1995	Great Hanshin earthquake	Hyogoken Nanbu Jishin	7.3	6,434	บริเวณทางเหนือของเกาะอาวาจิ

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ.1988-1997 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 3 ครั้ง

ตารางที่ 4.6 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 1998-2007

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อ แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่เกิด แผ่นดินไหว
4 พฤษภาคม 1998	Ryukyu Islands earthquake	Ishigakijima nanpo-oki Jishin	7.5	-	ห่างจากเกาะอิชิกาคิ 260 กิโลเมตร
24 มีนาคม 2001	Geiyo earthquake	Nisen-ichi-nen Geyo Jishin	6.7	2	ใกล้ฮิโรชิม่ากับเอะฮิเมะ
25 กันยายน 2003	Hokkaido earthquake	Nisen-san-nen Tokachi-oki Jishin	8.3	1	ฮอกไกโด
23 ตุลาคม 2004	Chuetsu earthquake	Chuetsu Jishin	6.9	40	บริเวณโอจิยา,นิงาตะ
20 มีนาคม 2005	Fukuoka earthquake	Fukuoka-ken Seiho-oki Jishin	7.0	1	ทางเหนือของเกาะเก็นไค ที่ปากอ่าวฟุกุโอกะ
16 สิงหาคม 2005	Miyagi earthquake	Miyagi-ken-oki Jishin	7.2	-	ระหว่างโอชิกะคาบสมุทรมิยากิ
15 พฤศจิกายน 2006	Kuril Islands earthquake	Nisen-roku-nen Chishima Retto Oki Jishin	8.3	-	ระหว่างทางตะวันออกของทางใต้ของปลายเกาะคูริว
13 มกราคม 2007	Kuril Islands earthquake	Nisen-nana-nen Chishima Retto Oki Jishin	8.1	-	บริเวณตะวันออกเฉียงใต้ของสถานที่ที่เกิดเมื่อ15 พฤศจิกายน 2006

ตารางที่ 4.6 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 1998-2007 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี ที่เกิด แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ศูนย์กลางที่ เกิด แผ่นดินไหว
25 มีนาคม 2007	Noto earthquake	Noto hanto Jishin	6.9	1	ระหว่าง ตะวันตกของ ทางใต้ของเมือง วาจิมะ
16 กรกฎาคม 2007	Chuetsu offshore earthquake	Niigata-ken Chuetsu Oki Jishin	6.6	11	บริเวณทาง ตะวันตกของนิ งาตะ

สรุปเหตุการณ์แผ่นดินไหว ค.ศ.1998-2007 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.7 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 2008-2018

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อ แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ความลึก (กิโลเมตร)
14 มิถุนายน 2008	Iwate Miyagi Nairiku earthquake	Iwate Miyagi Nairiku Jishin	6.9	12	12
11 สิงหาคม 2009	Shizuoka earthquake	Suruga-wan Jishin	6.6	1	20
26 กุมภาพันธ์ 2010	Ryukyu Islands earthquake	Okinawa-honto-kinkai Jishin	7.0	1	22

ตารางที่ 4.7 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 2008-2018 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	**ชื่อแผ่นดินไหว**	**ชื่อ แผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น**	**ขนาด แมกนิจูด**	**จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)**	**ความลึก (กิโลเมตร)**
21 ธันวาคม 2010	Bonin Islands earthquake	Chichijima-kinkai Jishin	7.4		14.9
11 มีนาคม 2011	Tohoku earthquake	Tohokuchiho Taiheiyo Oki Jishin	9.1	15,897 (สูญหาย2,533 คน)	29
1 มกราคม 2012	Izu Islands earthquake	Torishima-kinkai Jishin	6.8		348.5
7 ธันวาคม 2012	Kamaishi earthquake	Sanriku Oki Jishin	7.3	3	32
26 ธันวาคม 2013	off the east coast of Honshu	Fukushima-ken Oki Jishin	7.1		35
30 พฤษภาคม 2015	Bonin Islands earthquake	Ogasawara-shoto Seiho Oki Jishin	7.8		677.6
14 เมษายน 2016	Kumamoto earthquake	Heisei 28 nen Kumamoto Jishin	6.2	9	10
16 เมษายน 2016	Kumamoto earthquake	Heisei 28 nen Kumamoto Jishin	7.0	41	10

ตารางที่ 4.7 เหตุการณ์แผ่นดินไหวช่วง ค.ศ. 2008-2018 (ต่อ)

วัน/เดือน/ปี ที่เกิดแผ่นดินไหว	ชื่อ แผ่นดินไหว	ชื่อแผ่นดินไหว ภาษาญี่ปุ่น	ขนาด แมกนิจูด	จำนวน ผู้เสียชีวิต (คน)	ความลึก (กิโลเมตร)
22 พฤศจิกายน 2016	Fukushima earthquake	Fukushima-ken Oki Jishin	6.9		11.4
18 มิถุนายน 2018	Osaka earthquake	Osaka-fu Hokubu Jishin	5.5	4	13.2
6 กันยายน 2018	Hokkaido Eastern Iburi earthquake	Hokkaido Iburi Tobu Jishin	6.6	41	33.4

สรุปตั้งแต่ค.ศ.2008-2018 มีเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่สำคัญเกิดขึ้นทั้งหมด 14 ครั้ง

จะเห็นได้ว่าสถานที่ที่เกิดแผ่นดินไหวบ่อยจะเกิดบริเวณชายฝั่งซันริคุ (จังหวัดอาโอโมริ, จังหวัดอิวาเตะ, จังหวัดมิยากิ) ได้แก่

1. 12 มิถุนายน 1978 เกิด Miyagi earthquake
2. 28 ธันวาคม 1994 Offshore Sanriku earthquake
3. 16 สิงหาคม 2005 Miyagi earthquake
4. 7 ธันวาคม 2012 Kamaishi earthquake

และบริเวณชายฝั่งทะเลญี่ปุ่น (จังหวัดฟุคุย, จังหวัดอิชิกาว่า, จังหวัดนิงาตะ)

1. 28 มิถุนายน1948 Fukui earthquake
2. 19 สิงหาคม 1961 Mino earthquake
3. 16 มิถุนายน 1964 Niigata earthquake
4. 23 ตุลาคม 2004 Chuetsu earthquake
5. 25 มีนาคม 2007 Noto earthquake
6. 16 กรกฎาคม 2007 Chuetsu offshore earthquake
7. 14 มิถุนายน 2008 Iwate Miyagi Nairiku earthquake

4.3 การศึกษาการรับมือกับภัยพิบัติ

4.3.1 การรับมือกับภัยพิบัติผ่านแนวคิดจิโจะ เคียวโจะ โคโจะ ของคนญี่ปุ่น โดยสมัยก่อนเมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น ภาครัฐไม่สามารถข้าไปช่วยเหลือประชาชนได้อย่างทั่วถึง ภาครัฐจึงหาแนวทางแก้ไขปัญหาด้วยการใช้แนวคิดนี้ โดยจัดทำเอกสารเพื่อสร้างความรู้และความเข้าใจให้แก่เจ้าหน้าที่และประชาชนร่วมมือกันรับมือกับภัยพิบัติ และรู้จักดูแลตนเองเมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น โดยไม่คาดหวังที่จะรอความช่วยเหลือจากภาครัฐเพียงอย่างเดียว อีกทั้งพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานที่นำเทคโนโลยีและความรู้ต่าง ๆมาจากประเทศจีน แนวคิดนี้ถูกนำมาใช้อย่างจริงจังเมื่อปี 1995 ซึ่งเกิดแผ่นดินไหว Great Hanshin earthquake พบว่าร้อยละ 67 ของผู้ที่รอดชีวิตมาจากการช่วยเหลือตนเอง อีกร้อยละ 31 ของผู้รอดชีวิตมาจากการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ส่วนอีกร้อยละ 2 ของผู้รอดชีวิตมาจากการช่วยเหลือของทางภาครัฐ

ก. จิโจะ: การช่วยเหลือตนเอง

เมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น ประชาชนต้องติดตามสถานการณ์และรู้จักเตรียมพร้อมรับมืออยู่เสมอเพื่อรักษาชีวิตตนเองให้อยู่รอดและปลอดภัย โดย

1.) ติดตั้งอุปกรณ์ภายในบ้านให้แข็งแรง เพื่อป้องกันไม่ให้ตกลงมาและทำอันตรายต่อคนในบ้านเมื่อเกิดแผ่นดินไหวขึ้น เนื่องจากแผ่นดินไหว Great Hanshin earthquake ปี 1995 พบว่าร้อยละ 80 ของผู้เสียชีวิตมาจากการที่เฟอร์นิเจอร์ในบ้านล้มทับจนขาดอากาศหายใจ

ภาพที่ 4.7 ติดตั้งอุปกรณ์ให้แข็งแรง

ที่มา www.ohlor.com (2559)

2.) เตรียมถุงยังชีพซึ่งบรรจุสิ่งของจำเป็นเพื่อประทังชีวิตในภาวะวิกฤติ สำหรับ 3 วันต่อคน โดยมีของใช้ที่จำเป็น ได้แก่ ไฟฉาย ถ่านและแบตเตอรี่ วิทยุเคลื่อนที่ ไฟแช็คหรือไม้ขีด เทียนไข อาหารกระป๋อง ถุงมือผ้าหนาๆ ผ้าใบผืนใหญ่ที่สามารถกันน้ำได้ เสื้อผ้า ปากกาและสมุดจด กล่องปฐมพยาบาลและยาต่างๆ โดยเก็บถุงยังชีพให้อยู่ในที่ที่สามารถหาได้ง่าย

ภาพที่ 4.8 ถุงยังชีพ

ที่มา www.jpninfo.com (2561)

3.) ร่วมซ้อมแผนการรับมือกับภัยพิบัติแยกเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณีอยู่ในบ้านหรือในอาคาร เมื่อเกิดแผ่นดินไหวควรหลบใต้โต๊ะที่มีความแข็งแรง หลีกเลี่ยงบริเวณที่จะมีสิ่งของหล่นทับ เช่น บริเวณตู้หรือหลอดไฟ หากไม่มีโต๊ะให้นำสิ่งของรอบข้างปิดหน้าและศีรษะไว้ ควรอยู่ในบ้านหรืออาคารจนกว่าแผ่นดินไหวจะสงบลง จากนั้นควรออกจากบ้านหรืออาคารโดยควรปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและแก๊สหุงต้มก่อน เพื่อไม่ให้เกิดไฟไหม้ได้ ควรหลีกเลี่ยงการใช้ลิฟต์ เมื่อออกมาแล้วควรอยู่ในที่โล่งแจ้ง ห่างจากตัวอาคาร

ภาพที่ 4.9 ปิดเครื่องใช้ไฟฟ้าและแก๊ส

ที่มา www. talonjapan.com (ม.ป.ป)

กรณีอยู่นอกบ้านหรืออาคาร เมื่อเกิดแผ่นดินไหว ควรอยู่ห่างจากตึกอาคาร เสาไฟ สายไฟฟ้า ต้นไม้ สะพานลอย ป้ายต่างๆ หรือสิ่งของที่อาจตกมาทับได้

ภาพที่ 4.10 อยู่ห่างจากตึกและอาคาร

ที่มา www. talonjapan.com (ม.ป.ป)

กรณีที่แผ่นดินไหวสงบแล้ว ควรเปิดโทรทัศน์ วิทยุหรือเครื่องมือสื่อสารอื่นๆ เพื่อฟังข่าวสารและเตรียมรับมือกับ after shock ควรใส่รองเท้าเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากเศษซากที่ตกหล่นมา หากอยู่บริเวณชายหาดควรรีบขึ้นที่สูงเพราะอาจเกิดสึนามิได้

ภาพที่ 4.11 ข่าวสารจากเครื่องมือสื่อสาร

ที่มา www.shopback.co.th (2561)

ข. เคียวโจะ: การช่วยเหลือซึ่งกันและกัน

เมื่อภัยพิบัติทวีความรุนแรงขึ้น การช่วยเหลือตนเองอาจไม่เพียงพอ ขั้นต่อมาความช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ไม่ว่าจะช่วยเพื่อน คนรู้จัก เพื่อนบ้าน ชุมชน เนื่องจากเมื่อภัยทวีความรุนแรงขึ้นทางหน่วยงานต่าง ๆ ไม่สามารถเข้ามาช่วยเหลือได้อย่างรวดเร็ว เพราะเส้นทางจราจรอาจถูกตัดขาด ทำให้การช่วยเหลือจากหน่วยงานต้องใช้เวลาและเป็นไปอย่างล่าช้า ทั้งนี้ประเทศญี่ปุ่นจึงปลูกฝังแนวคิดที่ให้ชุมชนสร้างสัมพันธ์ที่ดีและช่วยเหลือเกื้อกูลกัน โดย

1.) เสริมสร้างสัมพันธ์ที่ดีระหว่างสมาชิกในชุมชน เช่น จัดกิจกรรมที่ให้ประชาชนในชุมชนได้รู้จักกันและคุ้นเคยกับจุดอพยพต่าง ๆ ร่วมกัน

ภาพที่ 4.12 กิจกรรมที่ให้คนในชุมชนคุ้นเคยกับจุดอพยพ

ที่มา www.iizaka.info.com (ม.ป.ป)

2.) จัดตั้งองค์กรป้องกันภัยพิบัติภาคประชาชนขึ้นในชุมชน เพื่อกระตุ้นให้ประชาชนในชุมชนกระตือรือร้นกับการเข้ากิจกรรมที่เกี่ยวกับการรับมือกับภัยพิบัติ

ภาพที่ 4.13 จัดตั้งองค์กรป้องกันภัยพิบัติภาคประชาชนขึ้นในชุมชน

ที่มา www.chaoprayanews.com (2561)

3.) การจัดฝึกซ้อมรับมือกับภัยพิบัติในชุมชน โดยหน่วยงานภาครัฐและภาคประชาชนผ่านวิธีต่าง ๆ ที่ดึงดูดใจประชาชนให้มาเข้าร่วมด้วย

ภาพที่ 4.14 การฝึกซ้อมภายในชุมชน

ที่มา www.springnews.co.th (2561)

ค. โคโจะ: การช่วยเหลือจากภาครัฐ

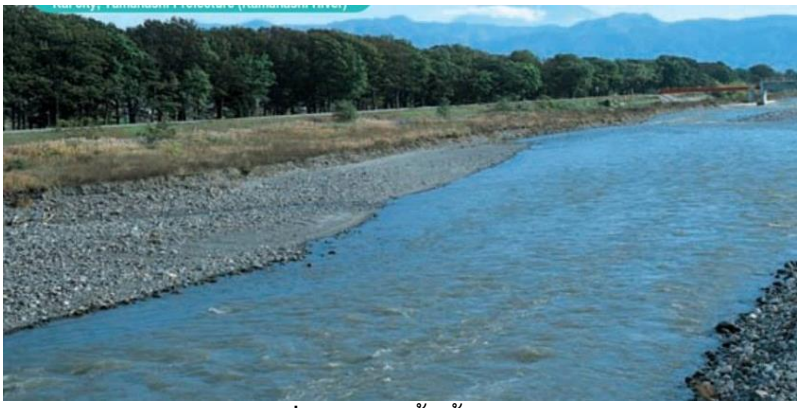
การช่วยเหลือจากภาครัฐหมายถึง ภาครัฐของทุกส่วนที่เกี่ยวข้องกับการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เช่น เจ้าหน้าที่ตำรวจ พนักงานดับเพลิง กองกำลังป้องกันตนเอง หน่วยงานส่วนกลางตลอดจนรัฐวิสาหกิจ ซึ่งเป็นสิ่งที่ประชาชนให้ความหวังในการช่วยเหลือมากที่สุด แต่การช่วยเหลือจากหน่วยงานภาครัฐจะเกิดความล่าช้าที่สุด เพราะความช่วยเหลือของภาครัฐมีข้อจำกัด จึงประชาสัมพันธ์ให้ประชาชน เข้าใจถึงการช่วยเหลือตนเองและการช่วยเหลือซึ่งกันและกันก่อนในเบื้องต้น เพื่อลดจำนวนผู้บาดเจ็บและความเสียหาย โดย

1.) การกำหนดขั้นตอนรูปแบบการปฏิบัติงานและวิธีการรับมือกับภัยพิบัติในรูปแบบต่างๆ และมีการฝึกซ้อมเป็นประจำและต่อเนื่อง

ภาพที่ 4.15 การฝึกซ้อมเป็นประจำ

ที่มา www.jatschool.com (ม.ป.ป.)

2.) การพัฒนาโครงสร้างพื้นฐาน เช่นการขุดลอกคลอง สร้างแนวกั้นน้ำที่แข็งแรงเพื่อขยายพื้นที่กักเก็บน้ำ ออกข้อบังคับต่างๆที่เกี่ยวกับการรับมือกับภัยพิบัติ



ภาพที่ 4.16 คันกั้นน้ำ

ที่มา www.tcitthai.com (2561)

3.) กำหนดสถานที่อพยพ เส้นทางอพยพ แนวทางและการใช้อุปกรณ์ช่วยเหลือ

ภาพที่ 4.17 การใช้อุปกรณ์

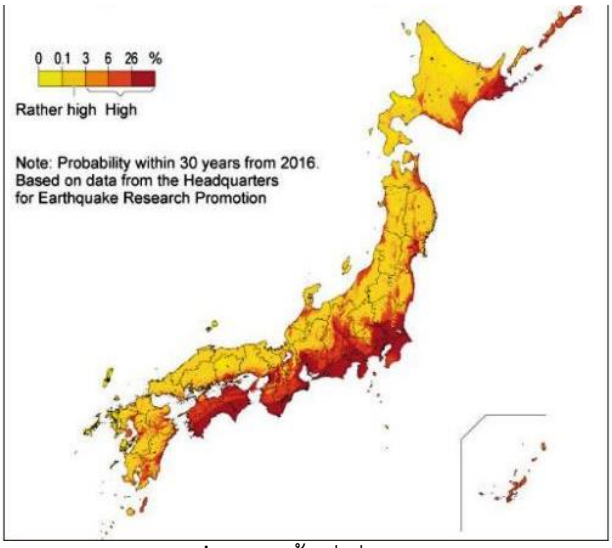
ที่มา www.jatschool.com (ม.ป.ป.)

4.) ให้ความรู้แก่ประชาชนเกี่ยวกับภัยพิบัติอย่างสม่ำเสมอในรูปแบบที่น่าสนใจและเข้าใจได้ง่าย

ภาพที่ 4.18 คู่มือbosai เตรียมพร้อมรับมือแผ่นดินไหว

ที่มา www.creativemove.com (2558)

5.) สร้างความตระหนักถึงความสำคัญของแผนที่เสี่ยงภัย โดยจัดทำข้อมูลเกี่ยวกับพื้นที่เสี่ยงภัยและวิธีการเอาตัวรอดให้กับประชาชนทำความเข้าใจ



ภาพที่ 4.19 พื้นที่เสี่ยงภัย

ที่มา www.mgronline.com (2559)

4.3.2 ปัจจัยในการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ

ประเทศญี่ปุ่นใช้งบประมาณในการจัดการภัยพิบัติในจำนวนมาก เมื่อจำแนกแล้วหมดไปกับการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การป้องกันภัยพิบัติ การอนุรักษ์ทรัพยากร การฟื้นฟูหลังเกิดภัยพิบัติ เกิดการจัดการที่เป็นรูปธรรมมากขึ้นเมื่อค.ศ.1948 เกิดแผ่นดินไหวฟุคุย ซึ่งมีแรงสั่นสะเทือนรุนแรง 7 แมกนิจูด มีผู้เสียชีวิตกว่า 3,800 คน สาเหตุเสียชีวิตส่วนมากมาจากการพังทลายของบ้านเรือน จึงมีการออกกฎหมายมาตรฐานการปลูกสิ่งก่อสร้างเมื่อ ค.ศ.1950 ทำให้แผ่นดินไหวที่เกิดหลังจากนั้นมีจำนวนผู้เสียชีวิตจากการพังทลายของบ้านเรือนลดน้อยลง นอกจากนี้ยังพัฒนากฎหมายพื้นฐานเพื่อการรับมือภัยพิบัติ ขึ้นเมื่อค.ศ. 1961 เพื่อนำมาเป็นแนวทางพื้นฐานในการรับมือกับภัยพิบัติ หลังจากออกกฎหมายนี้มาอัตราการสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินลดน้อยลงอย่างเห็นได้ชัด

ก.ปัจจัยด้านการพัฒนากฎหมายอย่างสม่ำเสมอ

นอกจากกฎหมายพื้นฐานเพื่อการรับมือกับภัยพิบัติซึ่งเป็นกฎหมายหลักในการบริหารจัดการภัยพิบัติแล้ว ยังมีการพัฒนาและปรับปรุงกฎหมายโดยนำบทเรียนจากภัยพิบัติที่ร้ายแรงมาเป็นแนวทางในการปรับแก้เพื่อความเหมาะสมของสถานการณ์ ได้แก่

1.) กฎหมายที่เกี่ยวกับกฎหมายพื้นฐาน เช่น กฎหมายพื้นฐานเพื่อการรับมือกับภัยพิบัติ

2.) กฎหมายที่เกี่ยวกับการป้องกันภัย เช่น กฎหมายมาตรฐานสิ่งปลูกสร้าง กฎหมายส่งเสริมการสร้างสิ่งปลูกสร้างที่ทนต่อแรงสั่นสะเทือน

3.) กฎหมายที่เกี่ยวกับมาตรการฉุกเฉินในการรับมือกับภัยพิบัติ เช่น กฎหมายการให้ความช่วยเหลือเมื่อเกิดภัยพิบัติ

4.) กฎหมายที่เกี่ยวกับการฟื้นฟูหลังเกิดภัยพิบัติ เช่น กฎหมายเช่าที่พักชั่วคราวในเมือง

ข.ปัจจัยด้านการมีศักยภาพในการวางแผนและจัดทำนโยบายเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ

ภาครัฐส่วนกลางเป็นผู้กำหนดภาพรวมของโครงสร้างการบริหารจัดการการรับมือภัยพิบัติ ทั้งการวางนโยบาย การวางแผน และการส่งเสริมการดำเนินการต่างๆ

1.) การรับมือกับแผ่นดินไหวขนาดใหญ่ ซึ่งคาดการณ์ว่ามีแนวโน้มเกิดขึ้นในอนาคตอันใกล้

2.) การบริหารความต่อเนื่องในสภาวะวิกฤติ ทั้งในส่วนกลางและส่วนท้องถิ่น

3.) การป้องกันภัยพิบัติในชุมชน เพื่อให้ประชาชนช่วยเหลือตนเองก่อนที่หน่วยงานต่าง ๆ จะเข้ามาช่วย

4.) การเสริมสร้างความทนทานของสิ่งปลูกสร้าง ทั้งอาคารที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้างสาธารณะ

5.) การแจ้งเตือนภัยจากการเกิดแผ่นดินไหวฉุกเฉิน โดยพัฒนาระบบสารสนเทศเนื่องจากเมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้นมักมีการสื่อสารขัดข้อง

6.) การจัดทำคู่มือและการศึกษาวิจัยเฉพาะทาง เพื่อนำมาสู่แผนการรับมือที่ดีขึ้นในอนาคต

ค.ปัจจัยด้านการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา

การศึกษาการวิจัย และการพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ เป็นการวางแผนที่มีความเหมาะสมและเกิดความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่น การพัฒนาระบบการวัดแรงสั่นสะเทือนที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ การพัฒนาระบบคาดคะเนการเกิดแผ่นดินไหวโทไคและการประเมินความเสียหายที่อาจเกิด การพัฒนาระบบรายงานด่วนการเกิดแผ่นดินไหว และการวิจัยยังนำไปสู่การกำหนดมาตรากฎหมายอีกด้วย นอกจากนี้ยังให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่แม่นยำและรวดเร็ว เพื่อให้ผู้ประสบภัยได้ข้อมูลที่ถูกต้องและเตรียมตัวรับมือได้

ง. ปัจจัยด้านการมีหน่วยงานและองค์กรเพื่อรับมือกับภัยพิบัติอย่างบูรณาการ

หน้าที่หลักในการรับผิดชอบในการรับมือภัยพิบัติอยู่ที่องค์กรบริหารส่วนท้องถิ่น โดยมีหน่วยงานต่างๆ เป็นผู้ให้การสนับสนุนอย่างกระตือรือร้นและคอยประสานงาน นอกจากนี้ต้องมีสภาป้องกันภัยพิบัติส่วนกลาง ซึ่งเป็นที่ปรึกษาให้กับรัฐมนตรีเกี่ยวกับภัยพิบัติที่ร้ายแรงที่ต้องรับมือในระดับประเทศ สามารถแบ่งการบริหารจัดการกับภัยพิบัติได้ 2 ระดับ คือ ระดับภาครัฐส่วนกลาง และระดับท้องถิ่น โดย

<u>ระดับภาครัฐส่วนกลาง</u>

1.) สำนักงานคณะรัฐมนตรีเป็นหน่วยงานกลางที่ดูแลด้านการบริหารจัดการภัยพิบัติ มีหน้าที่ให้ความรู้และสร้างความตระหนักต่อภัยพิบัติกับประชาชน

2.) กระทรวงที่ดิน โครงสร้างพื้นฐาน การคมนาคมและการท่องเที่ยว มีหน้าที่หลักในการดูแลด้านโครงสร้างพื้นฐานต่าง ให้ข้อมูลที่เกี่ยวเนื่องกับภัยพิบัติ การสนับสนุนการจัดทำแผนที่เสี่ยงภัย

3.) กระทรวงการศึกษา วัฒนธรรม กีฬา วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี เป็นหน่วยงานกลางที่ให้ความรู้การศึกษาด้านภัยพิบัติ โดยประสานงานกับการศึกษาในระดับท้องถิ่น ซึ่งเป็นหน่วนงานกลางในการดูแลรับผิดชอบในการให้ความรู้

4.) กรมอุตุนิยมวิทยาเป็นนำเสนอข้อมูลการพยากรณ์ การรายงานสถานการณ์ การแจ้งเตือนภัย และเสนอข้อมูลที่เกี่ยวกับสถิติกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในอดีต อีกทั้งมีหน้าที่ในการประสานงานระหว่างส่วนภูมิภาคกับส่วนกลาง

<u>ระดับท้องถิ่น</u>

1.) องค์กรป้องกันภัยพิบัติด้วยตนเองหรือภาษาญี่ปุ่นเรียกว่า “จิฉุโบไซโสะชิคิ (Jishu Bousai Soshiki)” เป็นองค์กรที่จัดตั้งด้วยความสมัครใจของประชาชนที่อาศัยอยู่ในท้องถิ่นและเห็นถึงความสำคัญของการเตรียมพร้อม เพื่อสร้างศักยภาพในการป้องกันภัยและการเตรียมรับมือกับภัยพิบัติ

จ. ปัจจัยด้านบทบาทของภาคเอกชนในการเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติ

เนื่องจากภาคเอกชนมีข้อกำหนดที่ระบุในไว้ในกฎหมายพื้นฐานเพื่อการรับมือภัยพิบัติ ทำให้บริษัทเอกชนมีหน้าที่ต้องดำเนินการฝึกซ้อมแผนการรับมือกับภัยพิบัติ อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และมีการจัดประชุมถึงบทบาทหน้าที่ของบริษัทเอกชน โดยสรุปความสำคัญได้ 4 ข้อ ดังนี้

1.) การป้องกันภัยพิบัติของชุมชน

2.) การประสานงานระหว่างบริษัทเอกชนเพื่อสร้างชุมชนที่เข้มแข็งต่อภัยพิบัติ

3.) การอาศัยพลังการตลาดเพื่อพัฒนาศักยภาพในการป้องกันภัยพิบัติ

4.) การบริหารจัดการความเสี่ยงของบริษัทเอกชน และได้มีการลงนามในข้อตกลงร่วมกันระหว่างองค์กรการปกครองระดับท้องถิ่น องค์กรภาครัฐส่วนกลาง และหน่วยงานเอกชนทั่วทั้งประเทศญี่ปุ่น โดยเน้นร่วมมือหลายด้าน เช่น ด้านการแพทย์ การก่อสร้างและที่อยู่อาศัย

ฉ. ปัจจัยด้านการฝึกซ้อมแผนการรับมือกับแผนรับมือกับภัยพิบัติหรือ “โบไซ”

โดยวันที่ 1 กันยายน เป็นวันป้องกันวินาศภัย (Bosai no hi) เพื่อลำรึกถึงเหตุการณ์แผ่นดินไหวครั้งใหญ่ในแถบคันโตเมื่อวันที่ 1 กันยายน ค.ศ. 1923 ซึ่งเกิดไฟไหม้ตามมาด้วย มีผู้เสียชีวิตจำนวนมาก เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดเหตุการณ์น่าสลดใจแบบนี้ขึ้นอีก จึงมีการซ้อมรับมือหากเกิดแผ่นดินไหวขึ้นทั่วทุกเมืองในญี่ปุ่น มีการซ้อมช่วยเหลือผู้ปะสบภัยและผู้ได้รับบาดเจ็บออกจากบ้าน ผู้ที่เข้าร่วมฝึกซ้อมจะได้รับความรู้เกี่ยวกับรูปแบบและขั้นตอนการช่วยเหลือผู้ประสบภัย สามารถเป็นผู้นำชุมชนในการช่วยเหลือประชาชนได้เมื่อเกิดเหตุการณ์จริง และยังตระหนักได้ถึงการเตรียมรับมือเพราะเหตุการณ์จริงต้องมีความโกลาหลมากกว่านี้

ช. ปัจจัยด้านการมีจิตสาธารณะ

เป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการภัยพิบัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ที่มีจิตสาธารณะสามารถให้ความร่วมมือในการจัดการภัยพิบัติได้หลายรูปแบบ เช่น การเป็นอาสาในภาวะภัยพิบัติ เข้าร่วมองค์กรป้องกันภัยพิบัติด้วยตนเอง ทั้งนี้การมีจิตสำนึกมาจากแนวคิดการช่วยเหลือตนเองและการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน จากการสำรวจพบว่าหลังเกิดแผ่นดินไหวปี 2011 ประชาชนตระหนักกับกรรับมือภัยพิบัติและร่วมมือช่วยกันในชุมชนมีมากขึ้น และมีอาสาสมัครที่มาช่วยในภาวะภัยพิบัติมากขึ้นอีกด้วย และรัฐยังส่งเสริมให้เจ้าของกิจการและบริษัทเอกชนดำเนินธุรกิจอย่างต่อเนื่องในภาวะภัยพิบัติ เช่น การบริจาคสิ่งของที่จำเป็น จัดส่งอาสาสมัครเพื่อเข้าช่วยเหลือผู้ประสบภัย

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการรับมือแผ่นดินไหว โดยมีวัตถุประสงค์คือ

1.) การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

2.) การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว

3.) การศึกษาการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

5.1 สรุปผล

5.1.1 การศึกษาภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่น

จากการศึกษาพบว่า ภูมิศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นมีปัจจัยที่ทำให้เกิดแผ่นดินไหว ดังนี้

1.) ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในตำแหน่งที่มีแผ่นเปลือกโลก 4 แผ่น คือ แผ่นเปลือกโลกแปซิฟิก, แผ่นเปลือกโลกฟิลิปปินส์, แผ่นเปลือกโลกยูเรเซีย และแผ่นเปลือกโลกอเมริกาเหนือ

2.) ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในตำแหน่งวงแหวนแห่งไฟ

3.) ประเทศญี่ปุ่นตั้งอยู่ในแนวภูเขาไฟ

5.1.2 การศึกษาการเกิดแผ่นดินไหว

จากการศึกษาพบว่า แผ่นดินไหวที่สำคัญมีจำนวนมากขึ้น แผ่นดินไหวที่สำคัญที่มีขนาดแมกนิจูดต่ำทสุดคือ 6.2 ส่วนแผ่นดินไหวที่มีขนาดแมกนิจูดสูงสุดคือ 9.1 และส่วนใหญ่แผ่นดินไหวที่สำคัญมักจะเกิดบริเวณชายฝั่งซันริคุ (จังหวัดอาโอโมริ, จังหวัดอิวาเตะ, จังหวัดมิยากิ) และบริเวณชายฝั่งทะเลญี่ปุ่น (จังหวัดฟุคุย, จังหวัดอิชิกาว่า, จังหวัดนิงาตะ)

5.1.3 การศึกษาการรับมือจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว

จากการศึกษาพบว่า การรับมือเหตุการณ์แผ่นดินไหวแบ่งได้ 2 แบบ ดังนี้

1.) การรับมือกับภัยพิบัติผ่านแนวคิดจิโจะ เคียวโจะ โคโจะ โดยประเทศญี่ปุ่นเล็งเห็นว่าการช่วยเหลือจากภาครัฐมีความล่าช้า และมีอย่างจำกัด จึงให้ความรู้แก่ประชาชนเพื่อตระหนักถึงความสำคัญของการ

ช่วยเหลือตนเอง และการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน มากกว่าการรอความช่วยเหลือจากภาครัฐ อีกทั้งยังช่วยลดการสูญเสียได้มากขึ้นอีกด้วย

2.) ปัจจัยในการบริหารจัดการเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ มีทั้งหมด 7 ประการ ได้แก่ ปัจจัยด้านการพัฒนากฎหมายอย่างสม่ำเสมอ ปัจจัยด้านการมีศักยภาพในการวางแผนและจัดทำนโยบายเพื่อรับมือกับภัยพิบัติ ปัจจัยด้านการส่งเสริมการวิจัยและพัฒนา ปัจจัยด้านการมีหน่วยงานและองค์กรเพื่อรับมือกับภัยพิบัติอย่างบูรณาการ ปัจจัยด้านบทบาทของภาคเอกชนในการเตรียมพร้อมรับมือกับภัยพิบัติ ปัจจัยด้านการฝึกซ้อมแผนการรับมือกับแผนรับมือกับภัยพิบัติหรือ “โบไซ” ปัจจัยด้านการมีจิตสาธารณะ

โดยส่วนมากเป็นการประสานงานกันอย่างมีระบบของประเทศญี่ปุ่น การมีจิตอาสาที่ดี หลังจากช่วยเหลือตนเองก่อนค่อยช่วยเหลือผู้อื่น การรับมือแผ่นดินไหวของญี่ปุ่นไม่เพียงเน้นการทำงานแค่รัฐบาลแต่ยังให้ความสำคัญกับประชาชนอีกด้วย ทำให้เกิดความเสียหายกับประชาชนและประเทศญี่ปุ่นน้อยลง และสามารถแก้ไขสถานการณ์ได้อย่างรวดเร็วและญี่ปุ่นได้รับการยอมรับว่ามีนโยบายการรับมือที่ดีที่สุด อีกทั้งญี่ปุ่นได้เก็บบันทึกเหตุการณ์แผ่นดินไหวไว้ให้ประชาชนในปัจจุบันได้ศึกษา เพื่อเป็นการปลูกฝังให้ประชาชนตระหนักถึงแผ่นดินไหวและการเตรียมพร้อมรับมืออยู่ตลอดเวลา

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 การศึกษาครั้งนี้ต้องใช้ชื่อสถานที่ที่เกิดแผ่นดินไหวของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งเมื่อแปลเป็นภาษาไทยทำให้เรียบเรียงได้ยาก

5.2.2 การศึกษาครั้งนี้ต้องศึกษาการเกิดแผ่นดินไหวตั้งแต่ในอดีต ซึ่งเป็นเวลาที่ผ่านมานานมาก จึงไม่ค่อยมีข้อมูล

5.3 ข้อเสนอแนะ

ควรนำแผนการรับมือของประเทศญี่ปุ่นมาปรับใช้ให้เหมาะสมกับประเทศไทย

บรรณานุกรม

หนังสือและเอกสารตีพิมพ์

กันต์ เอี่ยมอินทรา. (2559). “แผนรับมือภัยพิบัติ เทศบาลนครเกาะสมุย.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเชิงกลยุทธ์ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

จิดาภา เร่งมีศรีสุข, พระเดชชจร ขนฺติธโร และพระมหาสมเด็จ มหาสมิทฺธิ. (2559). “มาตรการของรัฐเพื่อการรับมือภัยพิบัติในภูมิภาคอาเซียน.” **วารสารพุทธอาเซียนศึกษา** 1,2 (กรกฎาคม-ธันวามคม): 110-119.

ชัยยุทธ ชินณะราศี. (2558). “การจัดการภัยพิบัติจากน้ำหลาก-ดินโคลนถล่มที่เหมาะสมกับประเทศไทย โดย การมี-ส่วนร่วมของภาคประชาชน.” **วารสารวิจัยและพัฒนา** 38, 4 (ตุลาคม-ธันวาคม): 327-342.

ชาธร สิทธิเคหภาค. (2554). **ภัยพิบัติคำเตือนครั้งสุดท้าย.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สายธาร.

ดนัย ไชยโยธา. (2548). **ภูมิศาสตร์ทวีปเอเชีย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

ดาณุภา ไชยพรธรรม. (2537). **12รอยเลื่อนอันตราย กับมหันตภัยแผ่นดินไหวทั่วโลก.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กถา.

นายรอบคอบ [นามแฝง]. (2554). **คู่มือรับมือแผ่นดินไหวและภัยสึนามิ**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สยามอินเตอร์บุ๊คส์.

สุมาลี ประจวบ. (2530). **ความสั่นสะเทือนของพิภพเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์กองการศึกษาและวิจัย.

สุวิทย์ โมนะตระกูล. (2521). **ธรณีวิทยาทั่วไป**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์เจริญวิทย์การพิมพ์.

วราวุธ สุธีธร. (2552). **แผ่นดินไหว**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์บริษัทเกียวโดเนชั่นพริ้นติ้ง เซอร์วิสจำกัด.

นรีนุช ดำรงชัย. (2560). “ปัจจัยสำคัญในการบริหารจัดการเพื่อความอยู่รอดจากภัยพิบัติ.” **วารสารการจัดการสมัยใหม่** 15,2 (กรกฎาคม-ธันวาคม): 3-10.

เว็ปไซต์

กรมทรัพยากรธรณี. (2559). **สาเหตุการเกิดแผ่นดินไหว**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.dmr.go.th

กรมอุตุนิยมวิทยา. (2558). **แผ่นดินไหวคืออะไร**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.tmd.go.th

กองเฝ้าระวังแผ่นดินไหว. (ม.ป.ป.). **การเกิดแผ่นดินไหว**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.earthquake.tmd.go.th

ภูเวียง ประคำมินทร์. (ม.ป.ป.). **ภัยธรรมชาติ**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.openbase.in.th

มัรยัม ดือเร๊ะ. (2559). **มาตรการการป้องกันแผ่นดินไหวและคลื่นสึนามิในประเทศญี่ปุ่น**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.gpo.or.th

สมาคมการส่งเสริมการท่องเที่ยวอีซากะออนเซ็น. (ม.ป.ป). **วิธีรับมือเมื่อเกิดแผ่นดินไหว**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.iizaka.info.com

สำนักข่าวเจ้าพระยา. (2561). **โตเกียวซ้อมหลบภัย**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.chaoprayanews.com

ศูนย์การเรียนรู้วิทยาศาสตร์โลกและดาราศาสตร์. (ม.ป.ป.). **แผ่นดินไหว**. เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.lesa.biz.com

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ. (2555). **แผ่นดินไหวกับประเทศญี่ปุ่น.** เข้าถึงเมื่อ 28 ตุลาคม. เข้าถึงได้จาก www.dpm.nida.ac.th

Allabout Japan. (2560). **ภูเขาไฟขึ้นชื่อของญี่ปุ่น**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.allabout-japan.com

Creative Move. (2558). **คู่มือ Tokyo Bousai พร้อมรับมือแผ่นดินไหวผ่านภัยพิบัติร้อยแปด.** เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.creativemove.com

Japan Info. (2561). **วิธีเตรียมตัวรับมือกับแผ่นดินไหว.** เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.jpninfo.com

J.a.t. (ม.ป.ป.). **ญี่ปุ่นซ้อมแผ่นดินไหวครั้งแรก**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.jatschool.com

Mekaje. (2554). **วงแหวนแห่งไฟ**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.mekaje.wordpress.com

MGR online. (2559). **ญี่ปุ่นชี้พื้นที่ริมฝั่งแปซิฟิกมีความเสี่ยงเกิดแผ่นดินไหวใหญ่มากขึ้น**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.mgronline.com

Ohlor. (2559). **เราจะรับมือแผ่นดินไหวอย่างไร**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.ohlor.com

Spring news online. (2561). **ญี่ปุ่นเตรียมซ้อม**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.springnews.co.th

Talon Japan. (ม.ป.ป.). **7วิธีรับมือเมื่อเกิดแผ่นดินไหว**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.talonjapan.com

TCIJ. (2561). **ญี่ปุ่นกับการจัดการภัยพิบัติ**. เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.tcitthai.com

The smarter way. (2561). **เตรียมตัวรับมือแผ่นดินไหว ก่อนไปเที่ยวประเทศเสี่ยง.** เข้าถึงเมื่อ 18 เมษายน. เข้าถึงได้จาก www.shopback.co.th