

ฟิลิกส์กับคลื่นสึนามิ

โดยอาจารย์สุชาติ สุภาพ ภาควิชาฟิสิกส์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

ท่านผู้อ่านทุกท่านได้ทราบข่าวเกี่ยวกับการเกิดคลื่นสึนามิถล่มชายฝั่งทะเลอันดามันของประเทศไทยและประเทศอื่นๆ ได้แก่พม่า อินเดีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย ในเช้าของวันอาทิตย์ที่ 26 ธันวาคม 2547 มาแล้ว ก่อนอื่นท่านควรจะทราบก่อนว่า คลื่นสึนามิมีความหมายว่าอย่างไร ? และเกิดขึ้นได้อย่างไร? คำว่าคลื่นสึนามิ (tsunami) พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึงคลื่นในทะเลที่มีช่วงคลื่นยาวประมาณ 80 – 200 กิโลเมตร เกิดจากความสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวหรือแผ่นดินถล่ม หรือภูเขาไฟระเบิดที่พื้นท้องมหาสมุทร คลื่นนี้อาจเคลื่อนที่ข้ามมหาสมุทรซึ่งห่างจากตำบลที่เกิดเป็นพันๆ กิโลเมตรโดยไม่มีลักษณะผิวดังเกต เพราะมีความสูงเพียง 30 เซนติเมตร เคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 600 – 1,000 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

ในวันที่เกิดคลื่นสึนามินั้น ไม่มีใครคิดว่าจะมีคลื่นยักษ์เกิดขึ้น เพราะว่าไม่มีสิ่งบอกเหตุใดๆเลยท้องฟ้าแจ่มใสเหมือนกับสองสามวันที่ผ่านมา ไม่มีลมพัดแรง ไม่มีที่ท่าว่าฝนจะตก และในขณะที่เกิดคลื่นยักษ์นี้ก็ไม่มีการกลัว หลายคนที่มีกล้องถ่ายรูปหรือกล้อง VDO ก็พยายามจะถ่ายรูปคลื่นนี้ไว้เป็นที่ระลึก ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ขณะกำลังเกิดคลื่นสึนามิ ไม่มีใครกลัวคลื่นนี้เลย



แต่เมื่อรู้ว่าคลื่นนี้น่ากลัวกว่าที่คิดก็สายไปแล้ว ดังรูปที่ 2

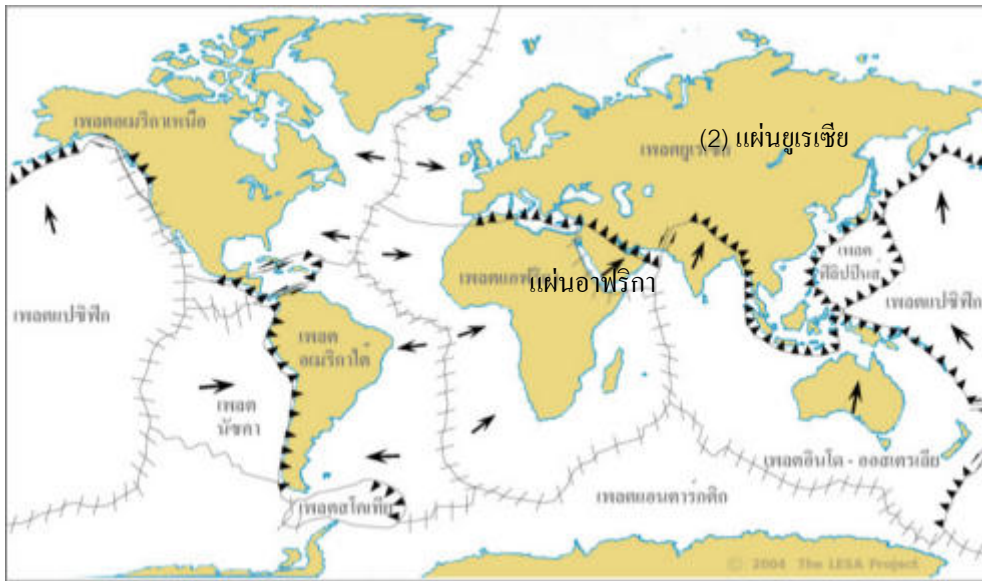


รูปที่ 2 เมื่อคลื่นมาถึง

คลื่นสึนามิเกิดขึ้นได้อย่างไร ?

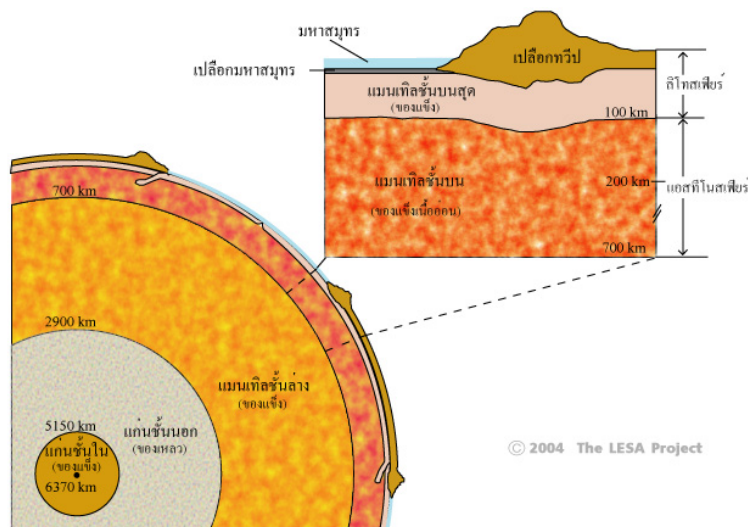
คลื่นในทะเลนั้นเกิดขึ้นได้หลายสาเหตุด้วยกันเช่น เกิดจากกระแสนลม เกิดจากแผ่นดินไหว เกิดจากดาวตกในทะเล คลื่นในทะเลที่เราเห็นทั่วไปส่วนใหญ่เกิดจากกระแสนลม สำหรับคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นในครั้งนี้เกิดแผ่นดินไหวและเป็นแผ่นดินไหวที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของเปลือกโลกมุดซ้อนกัน โดยแผ่นแอฟริกา(1) มุดซ้อนเข้าไปใต้แผ่นยูเรเชีย (2) ดังรูปที่ 3 เพื่อให้เข้าใจในเรื่องนี้ได้ดีขึ้นท่านผู้อ่านจะต้องทราบก่อนว่าโลกของเรานั้นไม่ได้มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันตลอดทุกส่วน แต่เปลือกโลกมีลักษณะเป็นแผ่นๆหลายแผ่นต่อกัน เหมือนกับมีแผ่นกระเบื้องแผ่นใหญ่ๆปูเต็มผิวโลก โลกใบนี้มีแผ่นเปลือกโลกทั้งหมด 13 แผ่น ดังรูปที่ 3





รูปที่ 3 แผ่นเปลือกโลก

แผ่นเปลือกโลกนี้วางอยู่บนของเหลวที่เรียกว่าแมกมา และแมกมานี้มีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา
 รูปที่ 4 ทำให้เปลือกโลกมีการเคลื่อนไหวหรือขยับตัวตลอดเวลา เพื่อปรับสมดุล



รูปที่ 4 แสดงให้เห็นว่าแผ่นเปลือกโลกวางอยู่บนหินหลอมเหลว

การขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกนี้ทำให้เกิดแผ่นดินไหว การเคลื่อนที่ของแผ่นเปลือกโลก เกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น

- 1) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่เข้าหากัน

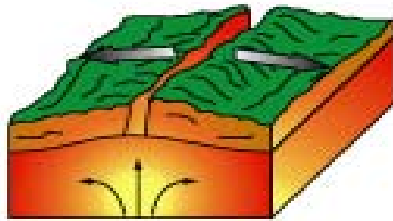


- 2) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่แยกออกจากกัน
- 3) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่เหมือนกัน

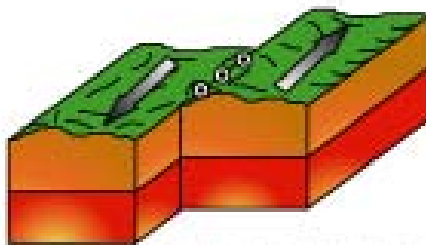
ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 (ก) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่เข้าหากัน



รูปที่ 5 (ข) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่แยกออกจากกัน



รูปที่ 5 (ค) แผ่นเปลือกโลก(แผ่นธรณีภาค) เคลื่อนที่เหมือนกัน

การขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกทุกครั้งทำให้เกิดแผ่นดินไหว ในแต่ละวันทั่วทั้งโลกจะมีแผ่นดินไหวประมาณ 400 ครั้ง หรือประมาณปีละ 150,000 ครั้ง การเกิดแผ่นดินไหวบนผิวโลกส่วนใหญ่เราจะไม่รู้สึกเลย ถ้าเราอยู่ห่างจากจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวมากๆ หรือเกิดแผ่นดินไหวที่มีระดับความรุนแรงไม่มาก สำหรับสาเหตุของการเกิดคลื่นสึนามิในครั้งนี่ก็คือการเกิดแผ่นดินไหวที่บริเวณด้านเหนือของเกาะสุมาตราของประเทศอินโดนีเซียในทะเลอันดามัน ดังรูปที่ 6





รูปที่ 6 แสดงจุดที่เกิดแผ่นดินไหว

ซึ่งมีระดับความรุนแรงเท่ากับ 9 ริคเตอร์ ซึ่งเป็นระดับความรุนแรงสูงสุดลำดับที่ 4 นับตั้งแต่มีการบันทึกสถิติเกี่ยวกับแผ่นดินไหวมา (ข่าวที่ออกมาในตอนแรกบอกว่าระดับความรุนแรงของแผ่นดินไหวเท่ากับ 8.5 ริคเตอร์ แต่ในเวลาต่อมาได้มีการปรับระดับความรุนแรงเป็น 9 ริคเตอร์) และแผ่นดินไหวที่ทำให้เกิดคลื่นสึนามิในครั้งนี้เป็นแผ่นดินไหวในลักษณะที่แผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งมุดตัวเข้าไปใต้แผ่นเปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่ง หรือแผ่นเปลือกโลกมีการเคลื่อนที่เข้าหากัน ดังรูปที่ 5 (ก) จึงทำให้เกิดคลื่นน้ำค่อนข้างใหญ่ และเป็นคลื่นสึนามิที่ทำให้ประชาชนเสียชีวิตมากที่สุดเท่าที่เคยเกิดคลื่นสึนามิมา คือประมาณกว่า 300,000 คน ถ้าท่านผู้อ่านสังเกตการเสียชีวิตที่เกี่ยวกับภัยธรรมชาติ จะพบว่าการเสียชีวิตเพราะคลื่นสึนามินี้ค่อนข้างมาก เมื่อเทียบกับการเสียชีวิตจากภัยธรรมชาติประเภทอื่นๆ

ในบทความนี้จะอธิบายสิ่งต่างๆที่เกี่ยวข้องกับคลื่นสึนามิโดยใช้ความรู้ทางฟิสิกส์ ในหัวข้อต่างๆ ดังนี้

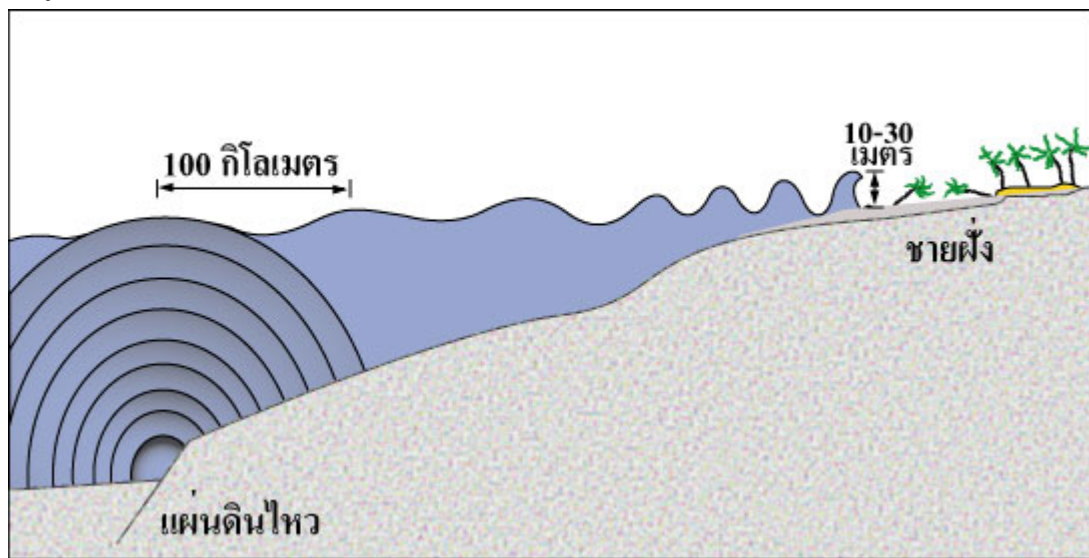
1. ทำไมคลื่นสึนามิจึงไม่ทำอันตรายต่อเรือเดินสมุทรหรือเรือประมงที่อยู่ในทะเลลึก และทำไมคลื่นสึนามิจึงมีขนาดสูงขึ้นเมื่อเคลื่อนที่มาถึงชายฝั่ง
 2. ทำไมก่อนเกิดคลื่นสึนามิน้ำในทะเลจึงลดลง
 3. ทำไมคลื่นสึนามิจึงมีพลังงานมากมายมหาศาลอย่างนี้
 4. ทำไมประเทศสิงคโปร์และมาเลเซียจึงไม่ได้รับอันตรายจากคลื่นสึนามิ
 5. รู้ได้อย่างไรว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวอยู่ที่ใด
 6. ทำไมคลื่นนี้จึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากใกล้เคียงกับความเร็วของเครื่องบิน
- ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายเกี่ยวกับคลื่นสึนามิได้อย่างไร

ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 1 ได้ดังนี้



**ทำไมคลื่นสึนามิจึงไม่ทำอันตรายต่อเรือเดินสมุทรหรือเรือประมงที่อยู่ในทะเลลึก
และทำไมคลื่นสึนามิจึงมีขนาดสูงขึ้นเมื่อเคลื่อนที่มาถึงชายฝั่ง**

เนื่องจากคลื่นสึนามิตรงบริเวณที่เป็นจุดกำเนิดคลื่น(ที่อยู่ในทะเลลึก) ไม่ได้มีความสูงเหมือนกับคลื่นสึนามิที่เราเห็นเมื่อเคลื่อนที่มาถึงชายฝั่ง แต่เป็นลูกคลื่นที่มีความสูงไม่มาก ดังนั้นคลื่นสึนามิจึงไม่ทำอันตรายต่อเรือต่างๆที่อยู่ในทะเลลึก แต่เมื่อคลื่นนี้เคลื่อนที่เข้ามายังบริเวณที่น้ำตื้น ความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของคลื่นจะเปลี่ยน โดยความยาวคลื่นจะหดสั้นลงแต่แอมพลิจูดจะสูงขึ้น ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 คลื่นเมื่อเคลื่อนที่จากน้ำลึกเข้าสู่ น้ำตื้น ความยาวคลื่นจะลดลงแต่ความสูงจะเพิ่มขึ้น

และเนื่องจากตำแหน่งที่เป็นจุดกำเนิดคลื่นกับบริเวณชายฝั่งทะเลมีความลึกแตกต่างกันมากๆ ดังนั้นความยาวคลื่นและแอมพลิจูดของคลื่นจึงมีการเปลี่ยนแปลงไปมากเช่นเดียวกัน ซึ่งความรู้ตรงนี้นักเล่นกระดานโต้คลื่นรู้ดี เวลาเล่นกระดานโต้คลื่น นักเล่นกีฬาประเภทนี้จะไปรอบบริเวณรอยต่อของบริเวณน้ำตื้นกับบริเวณน้ำลึก เมื่อคลื่นเคลื่อนที่มาถึงบริเวณรอยต่อนี้ ลูกคลื่นจะเพิ่มขนาดอย่างทันทีทันใดเกิดเป็นคลื่นที่มีความสูงมากขึ้น ดังรูปที่ 7

ดังนั้นถ้าชาวเรือหรือชาวประมงทราบว่าคลื่นสึนามิเกิดขึ้นในขณะที่อยู่ในทะเลลึกก็
ไม่ควรที่จะนำเรือเข้าฝั่งแต่ควรจะรีบนำเรือออกจากฝั่งให้ไกลที่สุดดังรูปที่ 8





รูปที่ 8 เมื่อทราบว่ามึคลื่นสึนามิเกิดขึ้น ถ้าหนีเข้าฝั่งไม่ทันควรวิ่งออกสู่ทะเลลึก

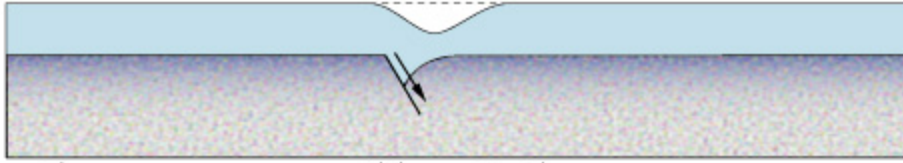
ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 2 ได้ดังนี้
ทำไมก่อนเกิดคลื่นสึนามิ น้ำในทะเลจึงลดลง



รูปที่ 9 น้ำทะเลที่กำลังลดลงอย่างรวดเร็วก่อนที่จะเกิดคลื่นสึนามิ

สาเหตุที่น้ำทะเลลดลง เพราะว่าการเคลื่อนที่ของคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นในครั้งนี เกิดจากการที่แผ่นเปลือกโลกแผ่นหนึ่งมุดลงไปอยู่ข้างใต้แผ่นเปลือกโลกอีกแผ่นหนึ่ง (เพื่อให้ง่ายในการจินตนาการขอให้ท่านผู้อ่านนึกถึงกรณีที่แผ่นกระเบื้องปูพื้นแผ่นหนึ่งมุดเข้าไปใต้อีกแผ่นหนึ่ง) ทำให้น้ำปริมาณหนึ่งถูกดูดลงไปในบริเวณที่แผ่นเปลือกโลกมุดซ้อนกัน จึงทำให้น้ำบริเวณชายฝั่งทะเลลดลงอย่างผิดปกติ และน้ำดังกล่าวจะกลับมาอีกครั้งพร้อมกับน้ำคลื่นมาด้วย

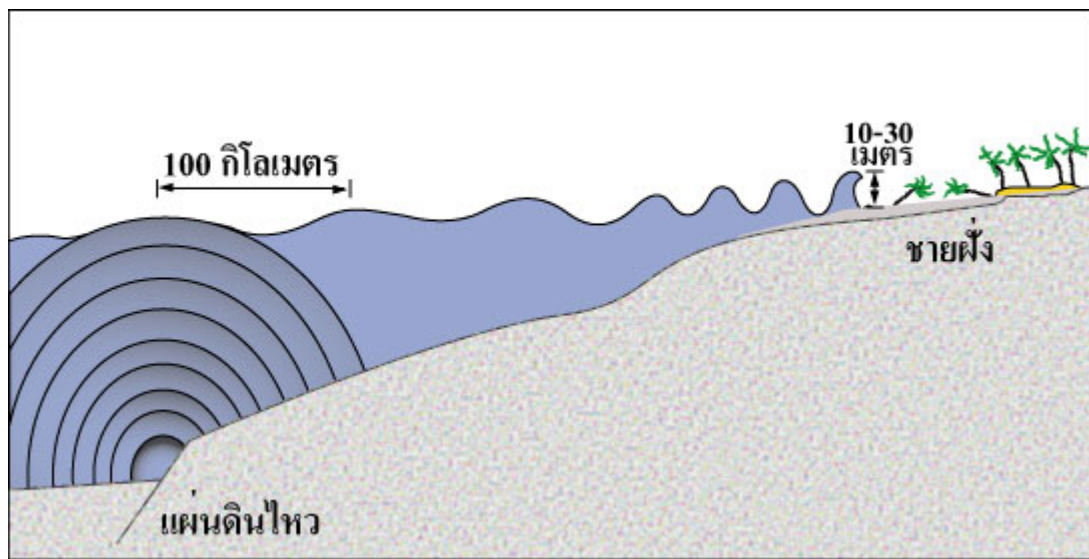




ข. พื้นทะเลยุบตัวฉับพลัน ทำให้น้ำทะเลที่อยู่ข้างบนยุบตัวลงตาม

รูปที่ 10 แสดงลักษณะการหดตัวของแผ่นธรณีภาคทำให้น้ำถูกดูดลงไป
 ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 3 ได้ดังนี้
 ทำไมคลื่นสึนามิจึงมีพลังงานมากมายมหาศาลอย่างนี้

เนื่องจากคลื่นสึนามิเป็นคลื่นที่เกิดจากน้ำทะเลทั้งหมด มีทั้งคลื่นผิวน้ำและคลื่นใต้น้ำและ
 เป็นคลื่นที่เกิดมาจากสิ่งที่มีพลังงานมากคือเกิดจากการขยับตัวของแผ่นธรณีภาคที่มีพลังงานมาก
 คลื่นสึนามิซึ่งเกิดมาจากการถ่ายโอนพลังงานมาจากแผ่นดินไหวจึงมีพลังงานมากตามไปด้วย





รูปที่ 11 แสดงคลื่นพัวน้ำที่เกิดจากกระแสลมของคลื่นทะเลทั่วไป

ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 4 ได้ดังนี้

ทำไมประเทศสิงคโปร์และมาเลเซียจึงไม่ได้รับอันตรายจากคลื่นสึนามิ

ประเทศสิงคโปร์และมาเลเซียไม่ได้รับอันตรายจากคลื่นสึนามิ เพราะว่าจุดกำเนิดคลื่นสึนามิในครั้งนี้เกิดบริเวณส่วนเหนือของเกาะสุมาตรา และตัวเกาะสุมาตราทำหน้าที่เป็นตัวกำบังคลื่นไม่ให้คลื่นเคลื่อนที่ไปยังประเทศมาเลเซียและสิงคโปร์ ดูรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงให้เห็นว่าเกาะสุมาตราทำหน้าที่เป็นตัวกำบังคลื่นให้กับมาเลเซียและสิงคโปร์

รูป บริเวณ เป็นจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว และมีเกาะสุมาตราบังคลื่นไว้ทำให้ประเทศสิงคโปร์และมาเลเซียไม่ได้รับผลกระทบจากการเกิดคลื่นสึนามิในครั้งนี้



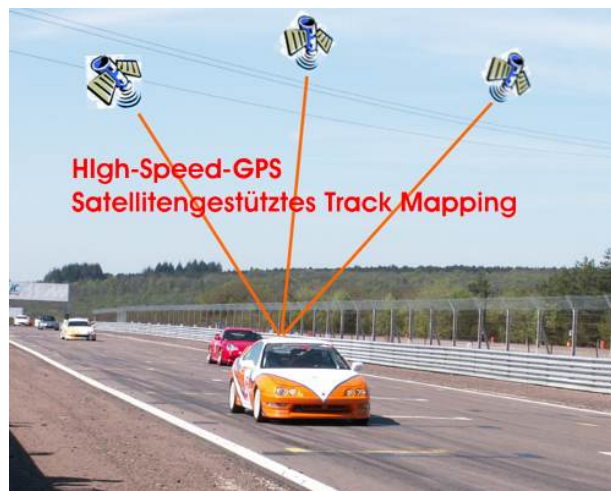
แต่ประเทศที่น่าแปลกที่สุดน่าจะเป็นประเทศพม่าเพราะว่าประเทศพม่าอยู่ในบริเวณที่ได้รับคลื่นแบบเต็มๆเช่นเดียวกับประเทศไทย แต่กลับได้รับความเสียหายเพียงเล็กน้อยมีคนตายไม่ถึง 100 คน (ไม่รู้ว่าเป็นเพราะปิดข่าวหรือชาวพม่าทำบุญไว้มาก)



รูปที่ 13 แสดงให้เห็นว่าประเทศพม่าก็อยู่ในแนวที่เกิดคลื่นสึนามิด้วย

ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 5 ได้ดังนี้
รู้ได้อย่างไรว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวอยู่ที่ใด

การหาจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวใช้หลักการเดียวกับการบอกตำแหน่งบนพื้นโลก หรือระบบ GPS (Global Position System) ที่จะต้องใช้ข้อมูลเกี่ยวกับระยะห่างจากดาวเทียมอย่างน้อย 3 ดวง จึงจะบอกได้ว่าตำแหน่งบนพื้นโลกได้



รูปที่ 14 ระบบ จะบอกตำแหน่งของรถได้จะต้องใช้ข้อมูลจากดาวเทียมอย่างน้อยที่สุด 3 ดวง

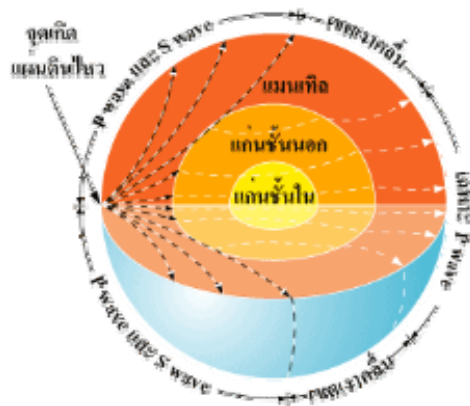


ในการทำงานเกี่ยวกับการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวก็ต้องมีข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหวจากสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวจาก 3 สถานีเป็นอย่างน้อยจึงจะบอกได้ว่าจุดศูนย์กลางของการเกิดแผ่นดินไหวอยู่ที่ใด



รูปที่ 15 รูปการหาตำแหน่งจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหว จะต้องใช้ข้อมูลจากสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวอย่างน้อย 3 สถานี

สำหรับการคำนวณหาว่าระยะห่างของจุดศูนย์กลางแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวเท่าไรนั้น คำนวณหาได้ไม่ยากเนื่องจากในการเกิดแผ่นดินไหวจะมีคลื่นแผ่นดินไหว 2 ชนิด เกิดขึ้นพร้อมกัน คือ คลื่นปฐมภูมิ (Primary) และคลื่นทุติยภูมิ (Secondary) คลื่นปฐมภูมิจะมีความเร็วมากกว่าคลื่นทุติยภูมิ ดังนั้นถ้าคลื่นทั้ง 2 เคลื่อนที่มาถึงสถานีตรวจวัดแผ่นดินไหวต่างกันมากก็แสดงว่าจุดศูนย์กลางของแผ่นดินไหวอยู่ห่างจากสถานีตรวจวัดมาก



รูปที่ 16 แสดงคลื่น P และคลื่น S ที่เกิดขึ้นขณะเกิดแผ่นดินไหว

ท่านผู้อ่านก็ได้ทราบแล้วว่าคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ได้ทำลายชีวิตและทรัพย์สินของชาวโลกไปเป็นจำนวนมาก นอกจากนี้ยังได้ทำลายทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมชาติไปเป็นจำนวนมาก



ทรัพยากรธรรมชาติที่ถูกทำลายไปมากคือป่าชายเลนและป่าไม้ที่อยู่ตามเกาะแก่งต่างๆ เพราะว่าคลื่นสึนามิที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ได้วิ่งผ่านเกาะบางเกาะไปได้

เพื่อให้ท่านผู้อ่านเห็นว่าคลื่นนี้ได้ทำลายทรัพยากรป่าไม้ไปเป็นจำนวนมาก ผู้เขียนจึงนำเอาภาพถ่ายดาวเทียมของชายฝั่งแห่งหนึ่งก่อนและหลังการเกิดคลื่นมาเปรียบเทียบให้ท่านผู้อ่านเห็น ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 ภาพถ่ายดาวเทียมก่อนและหลังการเกิดคลื่นสึนามิของเกาะแห่งหนึ่ง

ความรู้ทางฟิสิกส์สามารถอธิบายข้อสงสัยข้อที่ 6 ได้ดังนี้

ทำไมคลื่นนี้จึงเคลื่อนที่ด้วยความเร็วมากใกล้เคียงกับความเร็วของเครื่องบิน

ความเร็วของคลื่นน้ำหรือคลื่นสึนามินั้นขึ้นอยู่กับความลึกของน้ำ และเขียนเป็นสมการได้ว่า $v = \sqrt{gH}$ เมื่อ g คือความเร่งโน้มถ่วงของโลก และ H คือความลึกของน้ำ ดังนั้นคลื่นสึนามิจึงเคลื่อนที่ในน้ำลึกได้เร็วมาก เร็วพอกับเครื่องบิน

