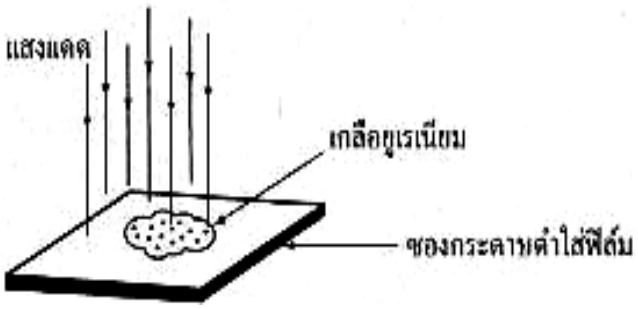
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรังสี

การค้นพบเกี่ยวกับธาตุกัมมันตรังสีเกิดขึ้นเมื่อปี ค.ศ.1896 โดย ออง รี เบคเคอเรล (Henry Bacquerel) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับสารเรืองแสงชนิดต่างๆ เพื่อพิจารณาว่าสารเรืองแสงมีลักษณะเป็นอย่างไร เขาได้ทำการทดลองเพื่อทดสอบการเรืองแสงของสารชนิดต่างๆ โดยใช้ฟิล์มถ่ายรูปใส่ไว้ในซองกระดาษสีดำซึ่งแสงแดดไม่สามารถทะลุผ่านกระดาษดำได้ แล้วนำสารเรืองแสงชนิดหนึ่งไปวางทับซองกระดาษดำแล้วนำไปรับแสงแดด เขาคาดว่าสารเรืองแสงดังกล่าวนี้จะปลดปล่อยรังสีเอกซ์ออกมาเมื่อถูกแสงแดด และรังสีเอกซ์นี้จะทะลุผ่านกระดาษดำไปโดนฟิล์มถ่ายรูปทำให้เกิดรอยดำบนฟิล์ม เมื่อนำฟิล์มไปล้างผลลัพธ์ที่ออกมาก็เป็นไปตามที่เขาคาดการณ์ไว้ แต่เขาไม่สามารถสรุปได้ว่ารังสีที่ออกมาจากสารเรืองแสงเป็นรังสีเอกซ์หรือไม่ เพราะยังไม่ได้มีการตรวจสอบสมบัติของรังสีดังกล่าวนี้แต่อย่างใด ต่อมาเขาได้ใช้สารเรืองแสงที่มีสารประกอบยูเรเนียมเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วยและได้ทำการทดลองซ้ำ แต่วันที่ทำการทดลองนั้นมีฝนตก อากาศปิด และไม่มีแสงแดด เขาจึงได้นำสารเรืองแสงและซองกระดาษดำที่มีฟิล์มถ่ายรูปไปในไว้ในลิ้นชักของที่ทำงานเป็นเวลาหลายวัน เมื่อเขานำฟิล์มดังกล่าวไปล้าง พบว่า มีรอยดำบนแผ่นฟิล์มถ่ายรูปเกิดขึ้นอย่างมากมายและเข้มมากกว่าเดิม จากการทดลองดังกล่าวนี้ เบคเคอเรล สรุปว่า สารประกอบยูเรเนียมสามารถแผ่รังสีชนิดหนึ่งออกมาได้ตลอดเวลาอย่างต่อ เนื่องโดยไม่ต้องอาศัยแสงแดด จากการศึกษาสมบัติของรังสีที่สารประกอบยูเรเนียมปล่อยออกมา มีสมบัติคล้ายคลึงกับรังสีเอกซ์ ดังนั้นการแผ่รังสีจึงไม่ต้องพึ่งปัจจัยจากภายนอก แต่จากความรู้เบื้องต้นเป็นที่ทราบกันดีว่า การแผ่รังสีเอกซ์จะเกิดขึ้นเองไม่ได้ นอกจากนี้ เบคเคอเรล ยังพบว่าสารประกอบตัวใดที่มีธาตุยูเรเนียมเป็นองค์ประกอบสามารถแผ่รังสีชนิดนี้ออกมาได้ แสดงว่า รังสีดังกล่าวนี้เกิดจาก ธาตุยูเรเนียม ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 การค้นพบกัมมันตภาพรังสีของเบคเคอเรล

(ที่มา: http://ecurriculum.mv.ac.th/science/physics/m4/xray1/boo1.jpg)

ต่อมาในปี ค.ศ. 1898 ปีแอร์ คูรี และมารี คูรี ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะของรังสีที่แผ่ออกมาจากแร่พิทช์เบลนด์ และได้ค้นพบธาตุกัมมันตรังสีที่สำคัญอีก 2 ธาตุ คือ ธาตุโพโลเนียม และธาตุเรเดียม นอกจากนี้ ยังพบว่า รังสีที่แผ่ออกมานี้ทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนได้ และจากการศึกษาของรัทเธอร์ฟอร์ด เมื่อปี ค.ศ.1897 พบว่ารังสีที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสี คือ รังสีแอลฟา มีอำนาจทะลุทะลวงต่ำ และรังสีบีตา มีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่า พร้อมทั้งอธิบายเพิ่มว่า กัมมันตภาพรังสีเกิดจากการสลายตัวที่เกิดขึ้นเองของอะตอมแล้วทำให้เกิดธาตุใหม่ที่มีสมบัติแตกต่างไปจากธาตุเดิม ต่อมาในปี ค.ศ.1900 ปอล วียาร์ (Paul Villard) ได้ค้นพบ รังสีแกมมา ซึ่งมีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีแอลฟาและบีตาค่อนข้างมาก รังสีแกมมาเป็นรังสีที่ไม่มีประจุไฟฟ้า และเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า จึงไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็ก การค้นพบต่างๆ ที่กล่าวมา เป็นจุดเริ่มต้นของการศึกษารายละเอียดของสมบัติของรังสี กระบวนการสลายตัวและการประยุกต์นำมาใช้ประโยชน์

2.2 กัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ

ต้นกำเนิดหรือแหล่งกำเนิดรังสีที่ใหญ่ที่สุดในธรรมชาติแก่โลกของเรา คือ ดวงอาทิตย์ ซึ่งดวงอาทิตย์สามารถดำรงอยู่ได้จนถึงทุกวันนี้ด้วยการเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบรวมตัวของธาตุเบา หรือปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบฟิวชัน (fusion reaction) ของธาตุไฮโดรเจนและธาตุฮีเลียมที่มีอยู่บนดวงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา เมื่อเกิดปฏิกิริยาแบบรวมตัวดังกล่าวนี้แล้ว ก็จะก่อให้เกิดรังสีจากดวงอาทิตย์ให้ออกมาสู่ระบบสุริยะจักรวาลอย่างมากมาย เช่น รังสีแสงที่เรามองเห็น(visible light) รังสีเอกซ์ (x-rays) รังสีแกมมา (gamma rays) รังสีคอสมิก (cosmic rays) ที่มีพลังงานสูง ตลอดจนคลื่นรังสีที่มีพลังงานต่ำ เช่น คลื่นความร้อน คลื่นไมโครเวฟ (microwave) คลื่นเรดาร์ คลื่นโทรทัศน์ และคลื่นวิทยุ เป็นต้น

สำหรับรังสีที่มีพลังงานสูง เช่น รังสีเอกซ์ รังสีแกมมา และรังสีคอสมิก รวมเรียกว่า รังสีนิวเคลียร์ ทั้งนี้เนื่องจากรังสีเหล่านี้เกิดจากการสลายตัวของนิวเคลียสของสารกัมมันตรังสีนั่นเอง ต้นกำเนิดหรือแหล่งกำเนิดรังสีนิวเคลียร์ในธรรมชาติอีกแห่งหนึ่งที่สำคัญ ก็คือ โลก (earth) เนื่องจากโลกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบสุริยะจักรวาล ที่เกิดมาจากทฤษฎีอภิมหากัมปนาท หรือ ทฤษฎีบิ๊กแบง (big bang theory) เป็นที่ทราบกันดีว่าทฤษฎีอภิมหากัมปนาทนี้เกิดมาจากปฏิกิริยานิวเคลียร์แบบรวมตัวของอนุภาคเล็กๆ เป็นหลัก แล้วเกิดมีการรวมตัวกันขึ้นของสสารต่างๆ มาเป็นโลกมนุษย์ โดยที่สสารต่างๆ เหล่านั้นมีอยู่ 3 สถานะ คือ ของแข็ง ของเหลว และแก๊ส จะเห็นได้ว่าของแข็งบนโลกก็คือ ดิน หิน และแร่ธาตุต่างๆ ส่วนของเหลว คือ น้ำและของเหลวอื่นๆ และแก๊ส คือ อากาศและแก๊สชนิดต่างๆ ที่มีอยู่ทั้งในดิน ในน้ำ และในอากาศ สสารต่างๆ ที่อยู่บนโลกเหล่านี้ล้วนแต่มีสารกัมมันตรังสีเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วยโดยมีอัตราส่วนที่เป็นไปตามธรรมชาติ

มนุษย์เราอาศัยอยู่บนโลกที่มีกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อมอยู่ทั่วไป ส่วนใหญ่เป็นรังสีที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (natural occurring radiation) และบางส่วนเกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ (man-made radiation) ต้นกำเนิดของกัมมันตภาพรังสีในสิ่งแวดล้อม แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่

1. กัมมันตภาพรังสีจากพื้นโลก ที่มาจากแร่ธาตุกัมมันตรังสีต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบของพื้นผิวโลกที่มีมาตั้งแต่โลกกำเนิดขึ้นมาแล้ว มีนิวไคลด์กัมมันตรังสี หรือธาตุที่ให้รังสีที่พบในธรรมชาติมากกว่า 60 ชนิด เป็นแหล่งกำเนิดรังสีที่สำคัญของปริมาณรังสีที่เราได้รับในแต่ละวัน

2. กัมมันตภาพรังสีที่เกิดจากรังสีคอสมิกที่มาจากนอกโลก และปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างรังสีคอสมิกกับแก๊สและธาตุต่างๆ ที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกแล้วก่อให้เกิดสารกัมมันตรังสีขึ้นอีกมากมาย

3. กัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้นเกิดขึ้นเนื่องจากกิจกรรมของมนุษย์และการนำเอาสารกัมมันตรังสีมาใช้ในวงการต่างๆ เช่น การแพทย์ อุตสาหกรรม และการเกษตรกรรม เป็นต้น ซึ่งมีอัตราส่วนที่ค่อนข้างต่ำเมื่อเทียบกับผลรวมของปริมาณรังสีทั้งหมดที่มีอยู่ทั้งหมดในธรรมชาติ

สำหรับนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่ได้ถือกำเนิดมาพร้อมกับโลกของเรา มักจะมีการสลายตัวแบบต่อเนื่องเป็นอนุกรม ซึ่งสามารถจัดแบ่งออกเป็นอนุกรมของนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นได้ 3 อนุกรมดังต่อไปนี้ คือ

3.1 อนุกรมทอเรียม (Thorium series; 4n series) สารกัมมันตรังสีเริ่มต้นในอนุกรมนี้ได้แก่ ^{232}Th ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 1.41×10^{10} ปี มีการสลายตัวอย่างต่อเนื่อง จนได้นิวไคลด์ที่เสถียร คือ ^{208}Pb สารกัมมันตรังสีในอนุกรมชุดนี้จะมีค่าเลขมวล (A) ที่หารด้วย 4 ลงตัว ดังนั้นบางครั้งเรียกอนุกรมชุดนี้ว่า ชุด 4n การสลายตัวของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในอนุกรมนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1

3.2 อนุกรมยูเรเนียม (Uranium series; 4n+2 series) สารกัมมันตรังสีเริ่มต้นในอนุกรมนี้ได้แก่ ^{238}U ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 4.47×10^{9} ปี มีการสลายตัวอย่างต่อเนื่องจนได้นิวไคลด์ที่เสถียร คือ ^{206}Pb สารกัมมันตรังสีในอนุกรมชุดนี้จะมีค่าเลขมวล (A) ที่หารด้วย 4 แล้วเหลือเศษ 2 การสลายตัวของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในอนุกรมนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

3.3 อนุกรมแอกทิเนียม (Actinium series; 4n+3 series) สารกัมมันตรังสีเริ่มต้นในอนุกรมนี้ได้แก่ ^{235}U ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิตเท่ากับ 7.04×10^{8} ปี มีการสลายตัวอย่างต่อเนื่อง จนได้นิวไคลด์ที่เสถียร คือ ^{207}Pb สารกัมมันตรังสีในอนุกรมชุดนี้จะมีค่าเลขมวล (A) ที่หารด้วย 4 แล้วเหลือเศษ 3 การสลายตัวของนิวไคลด์กัมมันตรังสีในอนุกรมนี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

นอกจากนี้ยังมีอนุกรมนิวไคลด์กัมมันตรังสีอีกอนุกรมหนึ่ง มีชื่อว่า อนุกรมเนปทูเนียม (Neptunium series; 4n+1 series) ซึ่งมี ^{241}Pu เป็นสารกัมมันตรังสีเริ่มต้นในอนุกรมนี้ ซึ่งมีค่าครึ่งชีวิตสั้นเพียง 14.4 ปี และโดยส่วนใหญ่นิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีการสลายแบบต่อเนื่องที่มีอยู่ในอนุกรมมักมีค่าครึ่งชีวิตที่ไม่ยาวนานมากนัก ในปัจจุบันจึงไม่พบอนุกรมกัมมันตรังสีนี้ในธรรมชาติ

ตารางที่ 2.1 ชนิดของนิวไคลด์ ชื่อเดิมของนิวไคลด์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยออกมาในอนุกรมทอเรียม

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ชื่อเดิม	ครึ่งชีวิต	รังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อย
^{232}Th	Thorium	1.4×10^{10} y	α, <1% γ
^{282}Ra	MesothoriumI	5.75 y	β, <1% γ
^{282}Ac	MesothoriumII	6.13 h	β, γ
^{228}Th	Radiothorium	1.91 h	α, γ
^{224}Ra	Thorium X	3.66 d	α, γ
^{220}Rn	Emanation thoron	55.6 s	α, <1% γ
^{216}Po	Thorium A	0.15 s	α, <1% γ
^{212}Pb	Thorium B	10.64 h	β, γ
^{212}Bi	Thorium C	60.55 m	α, γ
^{212}Po (64%)	Thorium C'	0.305 μs	α
^{208}Tl (36%)	Thorium C"	3.07 m	β, γ
^{208}Pb	Thorium D	เสถียร	ไม่มี

ตารางที่ 2.2 ชนิดของนิวไคลด์ ชื่อเดิมของนิวไคลด์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยออกมาในอนุกรมยูเรเนียม

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ชื่อเดิม	ครึ่งชีวิต	รังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อย
^{238}U	UraniumI	4.47×10^{9} y	α, <1% γ
^{234}Th	Uranium X_1	24.1 d	β, γ
^{234m}Pa	Uranium X_2	1.17 m	β, <1% γ
^{234}Pa	Uranium Z	6.69 y	β, γ
^{234}U	Uranium II	244,500 y	α, <1% γ
^{230}Th	Ionium	7.7×10^{4} y	α, <1% γ
^{226}Ra	Radium	1,600 y	α, γ
^{222}Rn	Emanation radon	3.8 d	α, <1% γ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ชื่อเดิม	ครึ่งชีวิต	รังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อย
^{218}Po	Radium A	3.05 m	α, <1% γ
^{214}Pb (99.98%)	Radium B	26.8 m	β, γ
^{218}At (0.02%)	Astatine	2 s	α, γ
^{214}Bi	Radium C	19.9 m	β, γ
^{214}Po (99.98%)	Radium C'	164 μs	α, <1% γ
^{210}Tl (0.02%)	Radium C"	1.3 m	β, γ
^{210}Pb	Radium D	22.3 y	β, γ
^{210}Bi	Radium E	5.01 d	β
^{210}Po (~100%)	Radium F	138.4 d	α, <1% γ
^{206}Tl (0.00013%)	Radium E"	4.20 m	β, <1% γ
^{206}Pb	Radium G	เสถียร	ไม่มี

ตารางที่ 2.3 ชนิดของนิวไคลด์ ชื่อเดิมของนิวไคลด์ ค่าครึ่งชีวิต และรังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยออกมาในอนุกรมแอกทิเนียม

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ชื่อเดิม	ครึ่งชีวิต	รังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อย
^{235}U	Actinouranium	7.038×10^8 y	α, γ
^{231}Th	Uranium Y	25.5 h	β, γ
^{231}Pa	Protoactinium	2.276×10^4 y	α, γ
^{227}Ac	Actinium	21.77 y	β, <1% γ
^{227}Th (98.62%)	Radioactinium	18.72 y	α, γ
^{223}Fr (1.38%)	Actinium K	21.8 m	β, γ
^{223}Ra	Actinium X	11.43 d	α, γ
^{219}Rn	Emanation actinon	3.96 s	α, γ

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ชื่อเดิม	ครึ่งชีวิต	รังสีส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อย
^{215}Po	Actinium A	1.78 ms	α, <1% γ
^{211}Pb (~100)	Actinium B	36.1 m	β, γ
^{215}At (0.00023%)	Astatine	~ 0.1 ms	α, <1% γ
^{211}Bi	Actinium C	2.14 m	α, γ
^{211}Po (0.273 %)	Actinium C'	0.516 s	α, γ
^{207}Tl (99.73%)	Actinium C"	4.77 m	β, <1% γ
^{207}Pb	Actinium D	เสถียร	ไม่มี

สำหรับนิวไคลด์เริ่มต้น ค่าครึ่งชีวิต และนิวไคลด์สุดท้ายในอนุกรมกัมมันตรังสีของทั้ง 4 อนุกรม ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 นิวไคลด์เริ่มต้น ค่าครึ่งชีวิต และนิวไคลด์สุดท้ายของอนุกรมกัมมันตรังสีทั้ง 4 อนุกรมที่มีอยู่ในธรรมชาติ

ชื่ออนุกรม	นิวไคลด์เริ่มต้น		นิวไคลด์สุดท้าย
	สัญลักษณ์	ค่าครึ่งชีวิต (ปี)	
ทอเรียม (4n)	^{232}Th	1.4×10^{10}	^{208}Pb
เนปทูเนียม (4n+1)	^{241}Pu	14.4	^{209}Bi
ยูเรเนียม (4n+2)	^{238}U	4.47×10^{9}	^{206}Pb
แอกทิเนียม (4n+3)	^{235}U	7.038×10^{8}	^{207}Pb

นอกจากนี้ ยังมีนิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นที่ไม่มีการสลายตัวแบบต่อเนื่อง ที่นอกเหนือไปจากนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่มีอยู่ในอนุกรมกัมมันตรังสีทั้ง 4 อีกด้วย แต่ก็มีจำนวนไม่มากนัก เช่น ^{40}K, ^{87}Rb, ^{113}Cd และ ^{115}In เป็นต้น ดังได้แสดงนิวไคลด์กัมมันตรังสีประเภทดังกล่าวนี้ใน

ตารางที่ 2.5 จะเห็นได้ว่า **นิวไคลด์กัมมันตรังสีเริ่มต้นทั้ง *3* อนุกรม และ ^{40}K จึงเป็นแหล่งกำเนิดค่ากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติที่สำคัญ ซึ่งคงจะหลีกเลี่ยงการรับรังสีไม่ได้**

ส่วนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดจากรังสีคอสมิกที่เป็นผลเนื่องมาจากปฏิกิริยาของรังสีคอสมิกกับสารต่างๆ ที่มีอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลก เช่น การทำปฏิกิริยานิวเคลียร์ระหว่างนิวตรอนที่มีอยู่ในรังสีคอสมิกกับ ^{14}N แล้วได้ ^{14}C และนิวตรอนดังกล่าวนี้ทำปฏิกิริยากับ ^{6}Li แล้วได้ ^{3}H ดังสมการของปฏิกิริยานิวเคลียร์ $^{14}N(n, p)^{14}C$ และ $^{6}Li(n, \alpha)^{3}H$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมีนิวไคลด์อื่นๆ อีก เช่น ^{7}Be, ^{10}Be, ^{18}F, ^{22}Na, ^{24}Na, ^{26}Al, ^{31}Si, ^{32}Si, ^{32}P, ^{33}P, ^{35}S, ^{36}S, ^{36}Cl, ^{38}Cl, ^{38}Mg, ^{39}Cl, ^{38}S และ ^{80}Kr ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.6 ส่วนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เกิดขึ้นในกรณีนี้ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์มากที่สุด ได้แก่ ^{7}H, ^{7}Be, ^{14}C และ ^{11}Na

ตารางที่ 2.5 นิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิดในธรรมชาติที่ไม่ปรากฏอยู่ในอนุกรมกัมมันตรังสีทั้ง 4 อนุกรม

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ค่าครึ่งชีวิต (ปี)	รังสีที่ปลดปล่อย	กัมมันตภาพจำเพาะจากเปลือกโลก (Bq/kg)
^{40}K	1.26×10^{9}	β, γ	630
^{50}V	6×10^{15}	γ	2×10^{-5}
^{87}Rb	4.8×10^{10}	β	70
^{115}In	6×10^{14}	β	2×10^{-5}
^{123}Te	1.2×10^{13}	*X-rays*	2×10^{-7}
^{138}La	1.12×10^{11}	β, γ	2×10^{-2}
^{144}Nd	2.4×10^{15}	α	3×10^{-4}
^{147}Sm	1.05×10^{11}	α	0.7
^{152}Gd	1.1×10^{14}	α	7×10^{-6}
^{174}Hf	2.0×10^{15}	α	2×10^{-7}
^{176}Lu	2.2×10^{10}	e^{-}, γ	0.04
^{187}Re	4.3×10^{10}	β	1×10^{-3}
^{190}Pt	6.9×10^{11}	α	7×10^{-8}
^{192}Pt	1×10^{15}	α	3×10^{-6}
^{209}Bi	$> 2 \times 10^{18}$	α	$< 4 \times 10^{-9}$

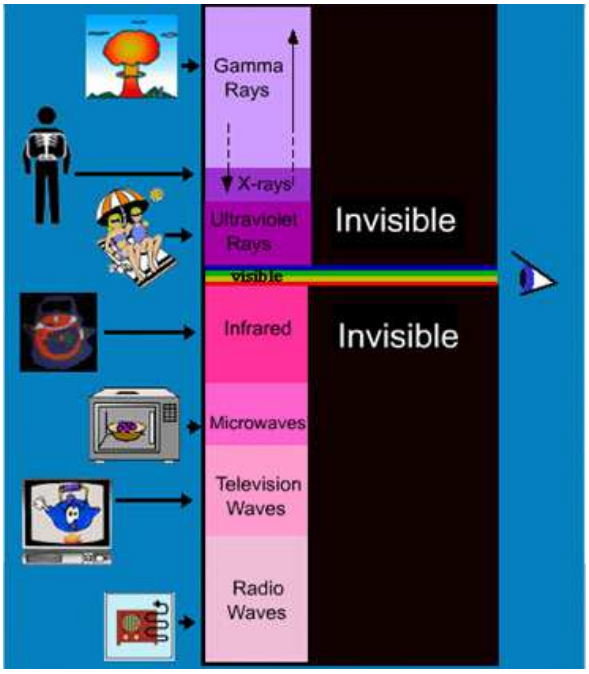
ตารางที่ 2.6 นิวไคลด์กัมมันตรังสีบางชนิดที่เกิดจากรังสีคอสมิกทำปฏิกิริยากับนิวไคลด์เป้า (target nuclide) ซึ่งเป็นธาตุต่างๆ ในชั้นบรรยากาศของโลก

นิวไคลด์กัมมันตรังสี	ค่าครึ่งชีวิต	นิวไคลด์เป้า	กัมมันตภาพจำเพาะ (Bq/kg)		
			อากาศ	น้ำฝน	น้ำทะเล
^{10}Be	1,600,000 *y*	*N,O*			2×10^{-8}
^{26}Al	720,000 *y*	*Ar*			2×10^{-10}
^{36}Cl	300,000 *y*	*Ar*			1×10^{-5}
^{80}Kr	213,000 *y*	*Kr*			
^{14}C	5730 *y*	*N,O*			5×10^{-3}
^{32}Si	~ 650 *y*	*Ar*			4×10^{-7}
^{39}Ar	269 *y*	*Ar*			6×10^{-8}
^{3}H	12.33 *y*	*N,O*	1.2×10^{-3}		7×10^{-4}
^{22}Na	2.60 *y*	*Ar*	1.0×10^{-6}	2.8×10^{-4}	
^{35}S	87.4 *d*	*Ar*	1.3×10^{-4}	$7.7 - 107 \times 10^{-3}$	
^{7}Be	53.3 *d*	*N,O*	0.01	0.66	
^{37}Ar	35.0 *d*	*Ar*	3.5×10^{-5}		
^{33}P	25.3 *d*	*Ar*	1.3×10^{-4}		
^{32}P	14.28 *d*	*Ar*	2.3×10^{-4}		
^{38}Mg	21.0 *hr*	*Ar*			
^{24}Na	15.0 *hr*	*Ar*		$3.0 - 5.9 \times 10^{-3}$	
^{38}S	2.83 *hr*	*Ar*		$6.6 – 21.8 \times 10^{-2}$	
^{31}Si	2.62 *hr*	*Ar*			
^{18}F	109.8 *m*	*Ar*			
^{39}Cl	56.2 *m*	*Ar*		$1.7 – 8.3 \times 10^{-1}$	
^{38}Cl	37.29 *m*	*Ar*		$1.5 – 25 \times 10^{-1}$	
^{34m}Cl	31.99 *m*	*Ar*			

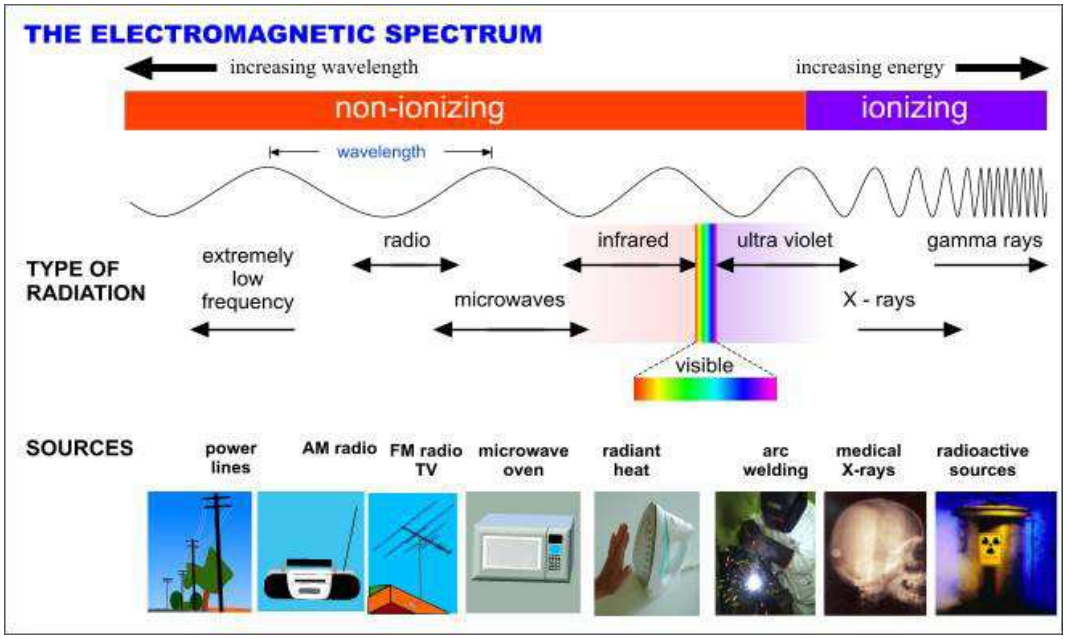
2.3 ประเภทของรังสี

เมื่อกล่าวถึงคำว่า รังสี คนส่วนใหญ่มักจะกลัวและมีความรู้สึกว่าเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่ลึกลับ เป็นอันตรายและน่ากลัว ทั้งนี้เนื่องมาจากรังสีเป็นสิ่งที่ไม่เป็นที่รู้จัก ไม่คุ้นเคย ไม่สามารถจับต้อง สัมผัส หรือ มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า แต่ทราบว่าสามารถทำอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตได้ สำหรับความหมายของคำว่า รังสี นั้น คือ พลังงานรูปหนึ่งถูกปลดปล่อยจากแหล่งกำเนิดของรังสีแล้ววิ่งผ่านเข้าไปในตัวกลาง รังสี อาจจะอยู่ในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือในรูปแบบอนุภาคทั้งที่มีประจุและไม่มีประจุ รังสีอาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้ดังต่อไปนี้

1. รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (non-ionizing radiation) เป็นรังสีที่เมื่อแผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแล้ววิ่งไปกระทบวัตถุหรือตัวกลางใดๆ จากนั้นจะถ่ายทอดพลังงานของรังสีให้แก่อิเล็กตรอนที่อยู่รอบนิวเคลียสของอะตอมของวัตถุหรือตัวกลางนั้นๆ แต่ไม่สามารถทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานหลุดออกจากวงโคจรรอบนิวเคลียสและอะตอมของตัวกลางยังคงสภาพเป็นกลางอยู่เหมือนเดิม แต่จะทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานอยู่ในสภาพที่ตื่นตัว (excited state) หรืออาจกล่าวได้ว่าเป็นสภาวะที่อิเล็กตรอนมีพลังงานสูงกว่าระดับปกติ (ground state) สำหรับตัวอย่างของรังสีประเภทนี้ ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) แสงที่มองเห็นด้วยตาเปล่า (visible light) รังสีอินฟราเรด (infrared) แสงเลเซอร์ (laser) คลื่นวิทยุ (radio frequency) คลื่นไมโครเวฟ (microwave) และ คลื่นเรดาร์ (radar) เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 2.2 และภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.2 แถบพลังงานของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า
(http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/Climate/cli_spectrum.html)



ภาพที่ 2.3 รังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนและรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (http://www.tint.or.th/nkc/nkc5001/nkc5001c1.jpg)

2. รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน (ionizing radiation) เป็นรังสีที่เมื่อแผ่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแล้วเมื่อกระทบกับวัตถุหรือตัวกลางใดๆ แล้วจะถ่ายเทพลังงานให้แก่อิเล็กตรอนของอะตอมของวัตถุหรือตัวกลางนั้นๆ และทำให้อิเล็กตรอนที่ได้รับพลังงานนั้นหลุดออกจากวงโคจรรอบๆ นิวเคลียสของอะตอมทำให้อะตอมขาดสภาพเป็นกลางและอะตอมจะกลายสภาพเป็นอะตอมที่มีประจุบวก ส่วนอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาจะมีสภาพเป็นประจุลบ สำหรับตัวอย่างของรังสีประเภทนี้ ได้แก่ รังสีที่อยู่ในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งประกอบด้วย รังสีเอกซ์ (x-ray) และ รังสีแกมมา (gamma ray) รังสีที่อยู่ในรูปอนุภาค ซึ่งประกอบด้วย อนุภาคบีตา (beta particle) อนุภาคแอลฟา (alpha particle) อนุภาคโปรตอน (proton particle) และ อนุภาคนิวตรอน (neutron particle) ดังแสดงในภาพที่ 2.3

สำหรับชนิดของรังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน พบว่ารังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนจะเกี่ยวข้องกับงานด้านรังสีวิทยาเป็นส่วนใหญ่และอันตรายจากรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนนั้นมีน้อยมาก เมื่อเปรียบเทียบกับรังสีชนิดก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน รังสีชนิดที่ก่อให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

2.1. รังสีที่มีประจุ (charged particles radiation) เป็นรังสีที่เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแล้ว จะสามารถทำให้อะตอมของตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออนได้โดยตรง (direct ionizing radiation) เช่น อนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา เป็นต้น

2.2. รังสีที่ไม่มีประจุ (uncharged particles radiation) เป็นรังสีที่เมื่อเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางแล้วสามารถทำให้อะตอมของตัวกลางนั้นแตกตัวเป็นไอออนได้ แต่มิได้เกิดขึ้นโดยตรง

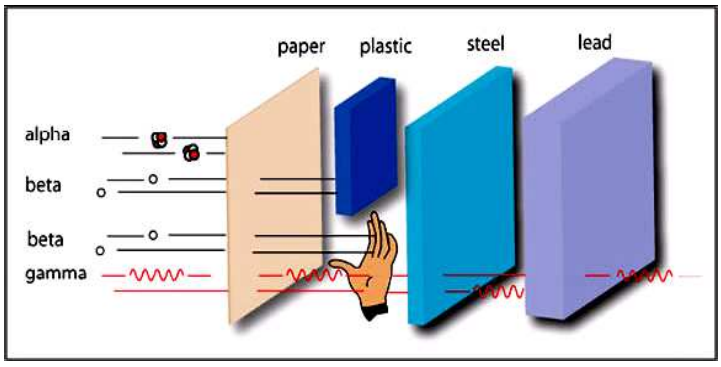
(indirect ionizing radiation) กล่าวคือ เมื่อรังสีเหล่านี้เคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในตัวกลางใดๆ แล้ว ตอนแรกจะถ่ายเทพลังงานให้กับอะตอมของตัวกลางนั้นๆ ก่อน แล้วจึงทำให้อนุภาคที่มีประจุของอะตอมของตัวกลางดังกล่าวนี้มีพลังงานและความเร็วสูงขึ้น จนสามารถทำให้อะตอมที่อยู่ข้างเคียงแตกตัวเป็นไอออนได้อีก รังสีประเภทนี้ ได้แก่ รังสีนิวตรอน รังสีแกมมา เป็นต้น

สำหรับรังสีที่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย มีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิด ได้แก่ รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมา ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รังสีแอลฟา มีส่วนประกอบเป็นนิวเคลียสของธาตุฮีเลียม มีมวลประมาณ 4u มีประจุไฟฟ้า +2e รังสีแอลฟาสามารถทำให้สารที่เป็นตัวกลางเกิดการแตกตัวเป็นไอออนได้เป็นอย่างดี จึงเกิดการสูญเสียพลังงานอย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้รังสีแอลฟามีอำนาจทะลุทะลวงน้อย กล่าวคือ สามารถวิ่งผ่านอากาศได้ระยะทางเพียง 5 เซนติเมตร โดยประมาณ และเมื่อใช้แผ่นกระดาษบางๆ ก็สามารถกั้นรังสีแอลฟาไม่ให้ทะลุผ่านไปได้แล้ว เนื่องจากรังสีแอลฟานี้ คือ นิวเคลียสของธาตุฮีเลียมมีมวล ซึ่งเป็นคุณสมบัติของอนุภาค ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกรังสีแอลฟาว่า อนุภาคแอลฟา

รังสีบีตา เป็นรังสีที่มีประจุไฟฟ้าและมีค่าเท่ากับ -1e และมีมวลเท่ากับมวลของอิเล็กตรอน โดยทั่วไปแล้ว สามารถกล่าวได้ว่า รังสีบีตา คือ อิเล็กตรอน รังสีบีตาสามารถวิ่งผ่านไปในอากาศได้ระยะทาง 0.5 เมตร โดยประมาณ ดังนั้น จะเห็นได้ว่าอำนาจทะลุทะลวงของรังสีบีตาจึงมีค่ามากกว่ารังสีแอลฟา เนื่องจากรังสีบีตา คือ อิเล็กตรอน ซึ่งเป็นอนุภาคและมีมวล ดังนั้นบางครั้งจึงเรียกรังสีบีตาว่าอนุภาคบีตา

รังสีแกมมา เป็นรังสีที่มีความเป็นกลางทางไฟฟ้า มีสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ไม่มีมวลรังสีแกมมาจึงสามารถเคลื่อนที่ทะลุทะลวงผ่านแผ่นอะลูมิเนียมที่หนาหลายเซนติเมตรได้ จึงมีอำนาจทะลุทะลวงสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับรังสีทั้งสามชนิดนี้ ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 อำนาจทะลุทะลวงของอนุภาคแอลฟา อนุภาคบีตา และรังสีแกมมา
(http://www.tint.or.th/nkc/nkc5001/nkc5001f2.jpg)

2.4 หน่วยวัดปริมาณรังสี

การวัดปริมาณรังสีมีความจำเป็นและสำคัญมากในทางฟิสิกส์นิวเคลียร์ เพราะจะช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องกับรังสีทั้งหลายได้รับทราบถึงปริมาณรังสีที่ได้รับ และยังช่วยให้ผู้ใช้รังสีรู้จักป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้อีกด้วย นอกจากการวัดค่ากัมมันตภาพ (activity; A) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้บอกถึงอัตราการสลายตัวของนิวไคลด์สารกัมมันตรังสีแล้ว ยังมีหน่วยวัดปริมาณรังสีที่บอกสมบัติอื่นๆของรังสีอีก เช่น หน่วยวัดปริมาณรังสีที่บอกถึงความสามารถในการก่อให้เกิดไอออน การดูดกลืนพลังงานจากรังสีโดยตัวกลาง และผลทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นเมื่อสิ่งมีชีวิตได้รับรังสี เป็นต้น ได้มีหน่วยงานระหว่างประเทศ คือ ICRU (International Commission on Radiation Unit and Measurement) ได้กำหนดการวัดปริมาณรังสีให้เป็นมาตรฐานเดียวกันและได้กำหนดหน่วยวัดปริมาณรังสีไว้ดังต่อไปนี้

2.4.1 หน่วยวัดค่ากัมมันตภาพ

การวัดค่ากัมมันตภาพ หรือวัดค่าความแรงของสารกัมมันตรังสี เป็นการวัดค่าของกัมมันตภาพรังสี (radioactivity) ที่แสดงอัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี ในหน่วยของ ครั้งต่อวินาที (disintegration per second ; dps) คูรี (Curie; *Ci*) และรัทเธอร์ฟอร์ด (Rutherford; Rd) โดยที่กำหนดให้

1 คูรี หมายถึง ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้ค่ากัมมันตภาพเท่ากับ 3.7×10^{10} ครั้งต่อวินาที นั่นคือ

$$1\ Ci = 3.7\times10^{10}\ dps \quad \text{.....(2.1)}$$

1 รัทเธอร์ฟอร์ด หมายถึง ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้ค่ากัมมันตภาพเท่ากับ 10^6 ครั้งต่อวินาที จะได้ว่า

$$1\ Rd = 10^6\ dps \quad \text{.....(2.2)}$$

นอกจากนี้ ยังได้มีการกำหนดหน่วยสากลในระบบเอสไอ (SI units) ขึ้นมาใช้ในการวัดปริมาณรังสี คือ เบคเคอเรล (Becquerel; *Bq*) เป็นหน่วยวัดค่ากัมมันตภาพ โดยที่

1 เบคเคอเรล หมายถึง ปริมาณสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้ค่ากัมมันตภาพเท่ากับ 1 ครั้งต่อวินาที และ

$$1\ Bq = 1\ dps \quad \text{.....(2.3)}$$

2.4.2 เอกซ์โพเชอร์ **(exposure)**

เอกซ์โพเชอร์ เป็นการวัดปริมาณของประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากการแตกตัวเป็นไอออน เมื่อมีรังสีผ่านไปในตัวกลางที่เป็นอากาศ โดยที่ หน่วยงาน ICRU ได้กำหนดให้ เรินท์เกน (Roentgen; *R*) เป็นหน่วยของเอกซ์โพเชอร์ และได้กำหนดให้

ปริมาณรังสี 1 เรินท์เกน หมายถึง ปริมาณรังสีที่ทำให้อากาศหนัก 0.001293 กรัม (1 ซม.^{3}) ที่อุณหภูมิและความดันมาตรฐานเกิดการแตกตัวเป็นประจุไฟฟ้า 1 *esu*

โดยส่วนใหญ่แล้ว **หน่วยเรินท์เกนมักใช้กับรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา** ซึ่งเป็นการแสดงถึงความสามารถในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นไอออนของโฟตอน จะได้ว่า

$$1\ R = 1\ esu / 0.001293\ g$$

$$= \frac{1\ esu}{0.001293\,g} \times \frac{1\,C}{3\times10^{9}\ esu} \times \frac{10^{3}\,g}{1\ kg}$$

$$= 2.58\times10^{-4}\ C/kg\ \ of\ \ standard\ \ air$$

ถ้ามีรังสีวิ่งผ่านอากาศจะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นคู่ไอออนเกิดขึ้น และเมื่อพิจารณาถึงจำนวนของคู่ไอออนที่เกิดขึ้น อันเนื่องมาจากกระบวนการแตกตัวเป็นไอออนนี้ พบว่า **ประจุที่เกิดขึ้นจาก *1* คู่ไอออน มีค่าเท่ากับ** 4.8×10^{-10} *esu* **และ พลังงานของโฟตอน** 34 *eV* **ทำให้เกิด *1* คู่ไอออนในอากาศ** ดังนั้น

$$1\ R = \left(\frac{1\ esu}{1\ cc\,of\ \ standard\ \ air}\right)\left(\frac{1\ ion\ \ pair}{4.8\times10^{-10}\ esu}\right)$$

$$= 2.08\times10^{9}\ \ ion\ \ pairs/cc\ of\ standard\ air$$

$$1\ R = \left(\frac{2.08\times10^{9}\ ion\ \ pairs}{0.001293\ g}\right)\left(\frac{34\ \ eV}{1\ ion\ \ pair}\right)\left(1.602\times10^{-12}\ erg/eV\right)$$

$$= 87.7\ \ erg/g\ \ of\ standard\ \ air$$

สำหรับหน่วยในระบบเอสไอ ใช้หน่วย *C/kg* ในการแสดงค่าเอกซ์โพเชอร์ ดังนั้น

$$1\,R = 2.58\times10^{-4}\ C/kg \qquad \text{.....(2.4)}$$

2.4.3 แอบซอร์บโดส **(absorbed dose)**

แอบซอร์บโดส เป็นค่าที่ใช้วัดปริมาณพลังงานของรังสีที่ตัวกลางใดๆ ดูดกลืนไว้ต่อหน่วยน้ำหนักของตัวกลางนั้นๆ ที่มีรังสีผ่านเข้าไป ใช้หน่วยวัดเป็น แร็ด *(rad)* ซึ่งย่อมาจาก radiation absorbed dose อาจเขียนได้ว่า

แร็ด = พลังงานของรังสี / น้ำหนักของตัวกลาง

ปริมาณรังสี 1 แร็ด หมายถึง ปริมาณของรังสีที่ตัวกลางดูดกลืนพลังงานไว้ได้ 100 เอิร์กต่อกรัมของตัวกลาง

$$1 \quad rad \qquad = \qquad 100 \quad erg / g$$

หรือ

$$1 \quad rad \qquad = \qquad 10^{-2} \quad J / kg$$

ระบบหน่วยเอสไอ กำหนดให้ จูลต่อกิโลกรัม (J / kg) หรือ เกรย์ (gray; Gy) เป็นหน่วยสำหรับแอบซอร์บโดส โดยที่

$$1 \quad J / kg \qquad = \qquad 1 \quad Gy \qquad \text{.....(2.5)}$$

จะได้ว่า

$$1 \quad Gy \qquad = \qquad 100 \quad rad \qquad \text{.....(2.6)}$$

และเมื่อพิจารณาปริมาณรังสี 1 เรินท์เกน ซึ่งมีค่าเท่ากับพลังงาน 87.7 เอิร์ก ที่ถูกดูดกลืนไว้โดยอากาศ 1 กรัม จะเห็นได้ว่า มีค่าใกล้เคียงกับปริมาณรังสี 1 แร็ด ดังนั้น ความสัมพันธ์ของหน่วยเอกซ์โพเชอร์และแอบซอร์บโดส จึงประมาณได้ว่า

$$1 \quad R \qquad \approx \qquad 1 \quad rad \qquad \text{.....(2.7)}$$

2.4.4 โดสอิควิวาเลนต์ **(dose equivalent)**

ถึงแม้ว่ารังสีแต่ละประเภทจะถ่ายทอดพลังงานให้กับตัวกลางเท่ากันก็ตาม แต่ตัวกลางเป็นเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ผลทางชีววิทยาที่เกิดขึ้นจะไม่เท่ากัน เช่น นิวตรอนที่มีปริมาณ 0.01 เกรย์ ทำให้เกิดผลทางชีววิทยาได้เท่ากับรังสีแกมมาที่มีปริมาณ 0.1 เกรย์ แสดงว่า นิวตรอนทำให้เกิดอันตรายได้มากกว่ารังสีแกมมาถึง 10 เท่า จะเห็นได้ว่า มีความจำเป็นต้องมีหน่วยโดสอิควิวาเลนต์ เพื่อแสดงผลของรังสีทางชีววิทยาที่เกิดขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว จะใช้หน่วย เรม (radiation equivalent dose; *rem*) เป็นหน่วยของโดสอิควิวาเลนต์ มักจะใช้หน่วยวัดปริมาณรังสีนี้ในงานด้านชีววิทยาทางรังสี (radiation biology) และด้านการป้องกันและความปลอดภัยทางรังสี โดยการพิจารณาจากค่าแอบซอร์บโดสร่วมกับปัจจัยทางชีววิทยา อันได้แก่ ค่ายังผลด้านชีวภาพสัมพัทธ์ (relative biological effectiveness; *RBE*) ซึ่งสามารถคำนวณได้จากการเปรียบเทียบผลทางชีววิทยาที่เกิดจากปริมาณรังสีเอกซ์พลังงาน 250 kV กับปริมาณรังสีอื่นๆที่ให้ผลเช่นเดียวกัน เขียนได้ดังต่อไปนี้

$$RBE = \frac{Dose\ of\ 250\,kV\ X-rays\ to\ produce\ a\ certain\ biological\ effect}{Dose\ of\ a\ given\ radiation\ to\ produce\ the\ same\ biological\ effect}$$

ค่า *RBE* สำหรับรังสีต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.7

สำหรับงานด้านความปลอดภัยและการป้องกันอันตรายจากรังสีนั้น ความเป็นอันตรายที่เกิดขึ้นเนื่องจากการรับรังสี ไม่เพียงแต่จะขึ้นอยู่กับการดูดกลืนพลังงานของรังสีเท่านั้น แต่ยังขึ้นอยู่กับความไวต่อรังสีและการส่งผ่านพลังงานของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่รับรังสีนั้นๆ หน่วยงาน ICRU ได้แนะนำให้คำนวณค่าโดสอิควิวาเลนต์จากค่าปัจจัยการแจกแจง (distribution factor ; *DF*) ซึ่งค่าดังกล่าวนี้แสดงถึงการแพร่กระจายของพลังงานของรังสีในเนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่างๆ และค่าปัจจัยคุณภาพ (quality factor ; *QF*) ซึ่งจะแสดงค่าคุณภาพของรังสีชนิดต่างๆ และได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.8 จะเห็นว่าสามารถคำนวณค่าโดสอิควิวาเลนต์ได้ดังต่อไปนี้

$$dose\ equivalent\,(rem) = absorbed\ dose\,(rad) \times RBE$$

$$= absorbed\ dose\,(rad) \times DF \times QF$$

สำหรับหน่วยสากล ได้กำหนดให้ หน่วย จูลต่อกิโลกรัม (J/kg) หรือ ซีเวิร์ต (sivert ; *Sv*) เป็นหน่วยของค่าโดสอิควิวาเลนต์ โดยเขียนในรูปความสัมพันธ์กับหน่วย เร็ม ได้ดังนี้

$$1\ J/kg = 1\ Sv \qquad (2.8)$$

1 *Sv* = 100 *rem* .....(2.9)

ตารางที่ 2.7 ค่า *RBE* สำหรับรังสีชนิดต่างๆ

ชนิดของรังสี	***RBE***
X-rays, γ-rays	1
β-rays	1
thermal neutron	4-5
fast neutron	10
α-rays	10-20

ตารางที่ 2.8 ค่า *QF* สำหรับรังสีชนิดต่างๆ

ชนิดของรังสี	***QF***
X-rays, γ-rays	1
β-rays (E_{max}>0.003 MeV)	1
β-rays (E_{max}<0.003 MeV)	1.7
neutron, proton, alpha	10
heavy recoil nuclei	20

สำหรับหน่วยการวัดปริมาณรังสีที่มีอยู่ทั้งหมดนี้ สามารถสรุปให้อยู่ในรูปของตาราง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ตารางแสดงการสรุปหน่วยต่างๆ ที่ใช้วัดปริมาณรังสี

หน่วยวัดปริมาณรังสี	หน่วยเก่า	หน่วยระบบเอสไอ	ความสัมพันธ์
activity	*Ci*	*Bq*	1 *Ci* = 3.7×10^{10} *Bq* 1 *Bq* = 2.7×10^{-11} *Ci*
exposure dose	*R*	*C/kg*	1 *C/kg* = 3876 *R* 1 *R* = 2.58×10^{-4} *C/kg*
absorbed dose	*rad*	*Gy*	1 *Gy* = 100 *rad* 1 *rad* = 0.01 *Gy*
dose equivalent	*rem*	*Sv*	1 *Sv* = 100 *rem* 1 *rem* = 0.01 *Sv*

2.5 ปริมาณกัมมันตภาพรังสีที่มนุษย์ได้รับจากธรรมชาติ

นิวไคลด์สารกัมมันตรังสี พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ ในอากาศ ในน้ำ ในดิน รวมทั้งในตัวมนุษย์เราด้วย เนื่องจากร่างกายของมนุษย์เราประกอบไปด้วยแร่ธาตุ ซึ่งได้รับมาจากธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแต่ละวัน โดยการรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ และ หายใจ รับเอานิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในอาหาร ในน้ำ และในอากาศเข้าไปในร่างกายอยู่ตลอดเวลานั่นเอง

ไอโซโทปรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติ ทั้งในดิน น้ำ และอากาศ ได้แก่ โพแทสเซียม-40 วาเนเดียม-50 รูบิเดียม-87 อินเดียม-115 ทอเรียม-232 ยูเรเนียม-238 แก๊สเรดอน-220 และแก๊สเรดอน-222 เป็นต้น ไอโซโทปรังสีที่มีอยู่ในธรรมชาติเหล่านี้จะมีมากบ้างน้อยบ้าง แตกต่างกันไป ตามสภาพทางภูมิศาสตร์ของบริเวณเหล่านั้น รังสีมักจะมีปริมาณมากในบริเวณที่เป็นเหมืองแร่ เหมืองน้ำมัน และแหล่งแก๊สธรรมชาติ **โดยปกติมนุษย์แต่ละคน ได้รับรังสีเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งเป็นรังสีจากธรรมชาติ *82%* นอกนั้นเป็นรังสีจากสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมาอีก *18%***

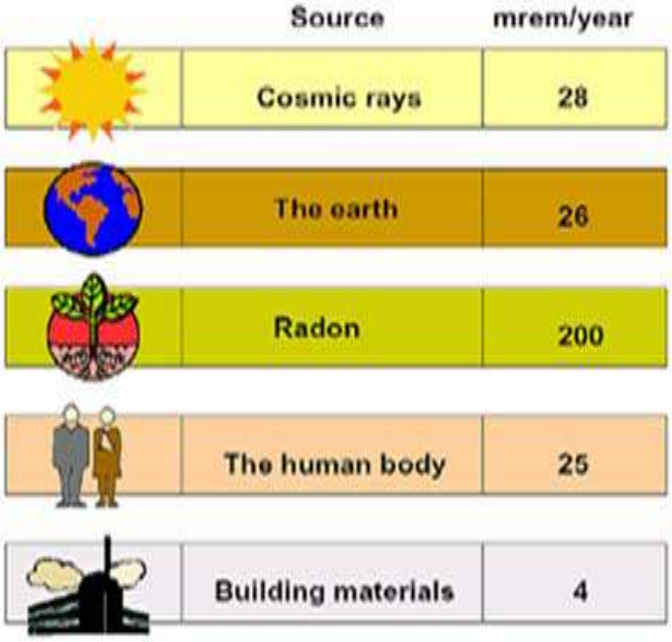
จากภาพที่ 2.5 แสดงถึงปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี ร้อยละ 82 มาจากรังสีในธรรมชาติ ซึ่งส่วนมากมาจากแก๊สเรดอน อีกร้อยละ 18 ส่วนใหญ่ได้รับรังสีทางการแพทย์ จากรังสีวินิจฉัยหรือรังสีรักษา และน้อยกว่าร้อยละ 1 มาจากโรงไฟฟ้านิวเคลียร์ และฝุ่นกัมมันตรังสี

ภาพที่ 2.5 สัดส่วนของปริมาณรังสีในธรรมชาติที่มนุษย์ได้รับต่อปี
(http://www.neutron.rmutphysics.com/news/index.php?option=com_content&task=view&id=298&Itemid=3)

ร่างกายมนุษย์เราเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุหลัก คือ ไฮโดรเจน คาร์บอน ไนโตรเจน และออกซิเจน พร้อมด้วยธาตุรองและธาตุปริมาณน้อยอีกมากกว่า 30 ธาตุ ส่วน**ไอโซโทปสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในร่างกายโดยธรรมชาติ ได้แก่ ไฮโดรเจน-*3* หรือ ตริเทียม *(^{3}H ; Trituim*) คาร์บอน-*14* (*^{14}C*) โพแทสเซียม-*40* (*^{40}K*) ทอเรียม-*232* (*^{232}Th*) ยูเรเนียม-*238* (*^{238}U*)** ซึ่งต่างก็มีการสลายตัวให้รังสีแอลฟา รังสีบีตา และรังสีแกมมาออกมาตลอดเวลา จนทำให้สามารถใช้เครื่องมือวัดรังสีตรวจวัดปริมาณรังสีที่ออกมาจากร่างกายของมนุษย์เราได้

ปริมาณรังสีที่ร่างกายของมนุษย์ได้รับ คิดเป็นหน่วยมิลลิซีเวิร์ต เช่น ใน 1 ปี ร่างกายของเราได้รับรังสีโดยเฉลี่ยเป็น 2.23 มิลลิซีเวิร์ต โดยที่ได้มาจากบ้านเรือน 1.2 มิลลิซีเวิร์ต จากพื้นดิน 0.4 มิลลิซีเวิร์ต และจากรังสีคอสมิก คือ จากฟากฟ้าและจากดวงอาทิตย์ อีก 0.3 มิลลิซีเวิร์ต ปริมาณร่างกายได้รับรังสีจากสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้นมา ได้แก่ จากอาหารและเครื่องดื่ม 0.2 มิลลิซีเวิร์ต จากการรับการฉายรังสีเอกซ์ทางการแพทย์ 0.1 มิลลิซีเวิร์ต นอกจากนั้นมาจากฝุ่นกัมมันตรังสีที่ฟุ้งกระจายมาจากการทดลองระเบิดนิวเคลียร์ จากเครื่องมือเครื่องใช้ภายในบ้าน และจากการเดินทางจากสายการบินที่บินในที่สูงๆ จะทำให้ได้รับรังสีคอสมิกเพิ่มมากขึ้นกว่าเกณฑ์ปกติที่ควรได้รับ

สำหรับแหล่งกำเนิดรังสีจากธรรมชาติที่วัดในหน่วยมิลลิเร็มต่อปี (mrem/year) ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.6 ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2.6 แหล่งที่มาของปริมาณกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติ
(http://www.nst.or.th/article/notes01/article004.htm**)**

2.6 การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

สารกัมมันตรังสีประกอบด้วยนิวไคลด์ที่ไม่เสถียรอยู่มากมาย ซึ่งจะต้องมีการสลายตัว (decay or disintegration) ให้รังสีออกมา ทั้งนี้เพื่อปรับตัวเองให้เป็นนิวไคลด์ที่เสถียรมากขึ้น กระบวนการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเป็นไปในลักษณะสุ่ม (random) ซึ่งไม่สามารถกำหนดได้ว่านิวไคลด์ใดจะสลายตัวเมื่อใด แต่ละสารกัมมันตรังสีจะมีสมบัติการสลายตัว เช่น อัตราการสลายตัว ชนิดของรังสี และปริมาณรังสีที่แตกต่างกัน ในที่นี้ จะกล่าวถึง การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี และกฎการสลายตัว

จากการศึกษาและทดลองเกี่ยวกับการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีนั้น พบว่า อัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีเป็นสัดส่วนกับจำนวนนิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสีที่มีอยู่ในขณะเวลานั้น ซึ่งเขียนความสัมพันธ์ได้ว่า

อัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี $\propto$ จำนวนนิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสี

เมื่อ N เป็นจำนวนนิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสีที่เวลา t ใดๆ ซึ่งจะมีค่าลดลงเรื่อยๆ ตามเวลาที่ผ่านไป ดังนั้น จากความสัมพันธ์ข้างต้นสามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังต่อไปนี้

$$-\frac{dN}{dt} \propto N$$

โดยที่ เครื่องหมายลบ (-) หมายถึง การลดลงของจำนวนนิวไคลด์ของสารกัมมันตรังสี

$$-\frac{dN}{dt} = \lambda N$$

$$\frac{dN}{N} = -\lambda\, dt$$

$$\int_{N_0}^{N} \frac{dN}{N} = -\lambda \int_{0}^{t} dt$$

$$\ln \frac{N}{N_0} = -\lambda t$$

$$\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t}$$

$$N = N_0\, e^{-\lambda t} \quad \text{.....(2.10)}$$

เมื่อ N_0 คือ จำนวนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เวลาเริ่มต้น (t = 0 วินาที)

N คือ จำนวนนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่เวลา t ใดๆ

t คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการสลายตัว

λ คือ ค่าคงที่ของการสลายตัว (decay constant)

2.7 กัมมันตภาพ (**activity; *A*)**

ค่ากัมมันตภาพของสารกัมมันตรังสี หมายถึง อัตราการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีหรือจำนวนของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สลายตัวต่อหน่วยเวลา หน่วยของกัมมันตภาพ คือ เบคเคอเรล (Becquerel; Bq) ซึ่งได้ตั้งชื่อของหน่วยการวัดค่ากัมมันตภาพเพื่อให้เกียรติแก่ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ อองตวน อองรี เบคเคอเรล เป็นผู้ค้นพบสารกัมมันตรังสี ค่ากัมมันตภาพของสารกัมมันตรังสี จะแปรผันตรงกับจำนวนของนิวไคลด์กัมมันตรังสี ซึ่งเขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้

$$A \quad \propto \quad N$$

ดังนั้น จะได้ว่า

$$A \quad = \quad \lambda N \qquad \text{.....(2.11)}$$

เมื่อพิจารณาจากสมการที่ 2.10 โดยคูณตลอดด้วย λ จะได้ว่า

$$\lambda N \quad = \quad \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

ดังนั้น

$$A \quad = \quad A_0 e^{-\lambda t} \qquad \text{.....(2.12)}$$

เมื่อ A_0 คือ ค่ากัมมันตภาพที่เวลาเริ่มต้น (t = 0 วินาที)

A คือ ค่ากัมมันตภาพที่เวลา t ใดๆ

t คือ ระยะเวลาที่ใช้ในการสลายตัว

λ คือ ค่าคงที่ของการสลายตัว

2.8 ค่าครึ่งชีวิต **(half-life; $t_{1/2}$)**

ค่าครึ่งชีวิต หมายถึง ระยะเวลาที่ธาตุกัมมันตรังสีใช้ในการสลายตัวแล้วมีปริมาณเหลืออยู่เพียงครึ่งหนึ่งจากของเดิม (ดูภาพที่ 2.7) ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากสมการที่ 2.10 เมื่อนิวไคลด์ใดๆ มีการสลายตัวเป็นเวลานานเท่ากับค่าครึ่งชีวิตของนิวไคลด์ จะทำให้ ค่า $N = N_0/2$ ดังนั้น จะได้ว่า

จากสมการที่ 2.10

$$N \quad = \quad N_0 e^{-\lambda t}$$

เมื่อเวลาผ่านไป $t = t_{1/2}$ จะได้ว่า

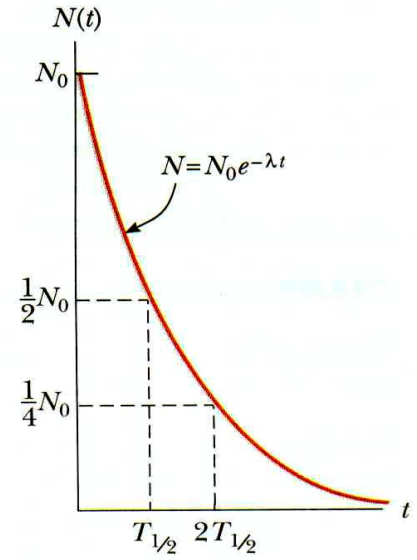
$$\frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$\ln\frac{1}{2} = -\lambda t_{1/2}$$

$$-0.693 = -\lambda t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda} \quad \text{.....(2.13)}$$



ภาพที่ 2.7 กราฟการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี

2.9 อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับสสาร

รังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อตกกระทบกับสสารและผ่านเข้าไปในเนื้อสสารที่ใช้เป็นตัวกลางบางชนิด จะทำให้เกิดอันตรกิริยากับสสารนั้นขึ้นโดยที่อันตรกิริยาของรังสีแกมมากับสสารที่สำคัญๆ มีอยู่ 3 รูปแบบ คือ ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก (photoelectric effect) ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน (compton effect) และการผลิตสารคู่ (pair production) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

2.9.1 ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

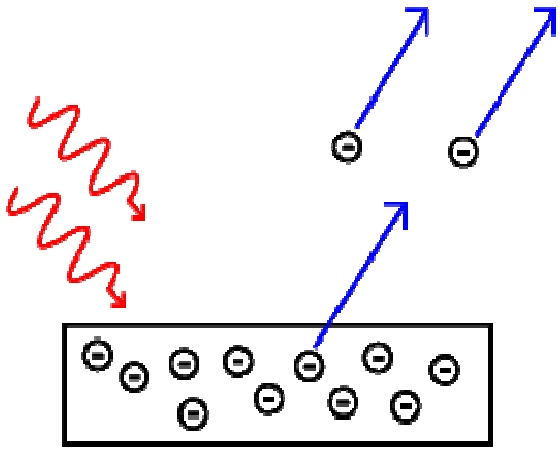
เป็นการเกิดอันตรกิริยาระหว่างรังสีแกมมากับอะตอมของสสาร ซึ่งเมื่ออะตอมของสสารถูกชนโดยรังสีแกมมา จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานทั้งหมดให้กับอิเล็กตรอน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอม เรียกว่า โฟโตอิเล็กตรอน (photoelectron) และอิเล็กตรอนที่หลุดออกมานี้มีพลังงานจลน์เท่ากับผลต่างของพลังงานของรังสีแกมมากับค่าพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอม ดังแสดงในภาพที่ 2.8 และ สมการที่ 2.14

$$T_e = E_\gamma - B_e \quad \text{..... .....(2.14)}$$

เมื่อ T_e คือ พลังงานจลน์ของโฟโตอิเล็กตรอน หน่วย keV

E_γ คือ พลังงานของรังสีแกมมาที่ตกกระทบสสาร หน่วย keV

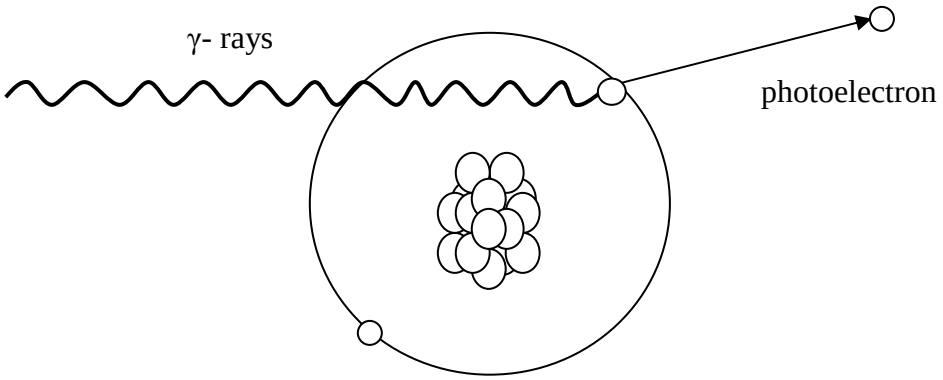
B_e คือ พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอม หน่วย keV



ภาพที่ 2.8 แผนภาพการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก
(http://content.answers.com/main/content/wp/en-commons/thumb/3/36/275px-Photoelectric_effect.svg.png)

การที่มีอิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมนี้ทำให้เกิดที่ว่างขึ้นมาทำให้อิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นพลังงานถัดไปตกลงมาแทนที่ทำให้เกิดการคายรังสีเอกซ์เฉพาะตัว (characteristics x-ray) ของอิเล็กตรอนที่วิ่งเข้ามาแทน รังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นนี้สามารถที่จะทำอันตรกิริยากับอิเล็กตรอนที่อยู่ชั้นที่สูงกว่าในอะตอม แล้วทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาอีก เรียกว่า ออร์เจอร์อิเล็กตรอน (auger electron) ซึ่งทั้งอิเล็กตรอนและรังสีเอกซ์ที่เป็นผลจากการเกิดอันตรกิริยาดังกล่าว สามารถถูกดูดกลืนได้โดยอะตอมของผลึกที่ใช้เป็นหัววัดรังสี ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกแล้วอะตอมของผลึกจะ

สามารถดูดกลืนพลังงานของรังสีแกมมาได้ทั้งหมด จึงนิยมใช้ปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริกในการอธิบายการดูดกลืนพลังงานของรังสีแกมมาในการทำการทดลองและตรวจวัดทางรังสี และความน่าจะเป็นในการเกิดอันตรกิริยาจะขึ้นอยู่กับค่าเลขอะตอมของตัวดูดกลืน ดังแสดงในภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 การเกิดปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

2.9.2 ปรากฏการณ์คอมพ์ตัน

การเกิดปรากฏการณ์คอมพ์ตัน หมายถึง การที่รังสีแกมมาหรือโฟตอนที่มีพลังงานเท่ากับ $h\upsilon$ วิ่งเข้ามาชนอิเล็กตรอนที่อยู่ในอะตอมของสสารแบบยืดหยุ่น คือ ทั้งโมเมนตัมและพลังงานไม่สูญหายไป รังสีแกมมาจะถ่ายทอดพลังงานบางส่วนให้กับอิเล็กตรอนที่ถูกชน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา เรียกว่า คอมพ์ตันอิเล็กตรอน **(compton electron)** และเคลื่อนที่ด้วยพลังงานจลน์ T_e ในทิศทางทำมุม φ กับทิศทางเดิมของของรังสีแกมมาที่วิ่งเข้ามา ส่วนรังสีแกมมาจะมีพลังงานลดลงเป็น $h\upsilon'$ และเกิดการกระเจิงไปเป็นมุม θ ใดๆ ที่คิดเทียบกับทิศทางเดิมของรังสีแกมมา เช่นกัน ดังแสดงในภาพที่ 2.10

เนื่องจากเป็นการชนแบบยืดหยุ่น เราสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพลังงานเริ่มต้นของรังสีแกมมา พลังงานของรังสีแกมมาที่กระเจิง และพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนที่ถูกชน ได้ดังนี้

$$h\upsilon = h\upsilon' + T_e \quad \text{..... (2.15)}$$

จากกฎการอนุรักษ์โมเมนตัม จะได้ว่า

ในแนวแกน X

$$\frac{h\upsilon}{c} = \frac{h\upsilon'}{c}\cos\theta + P\cos\theta \quad \text{.....(2.16)}$$

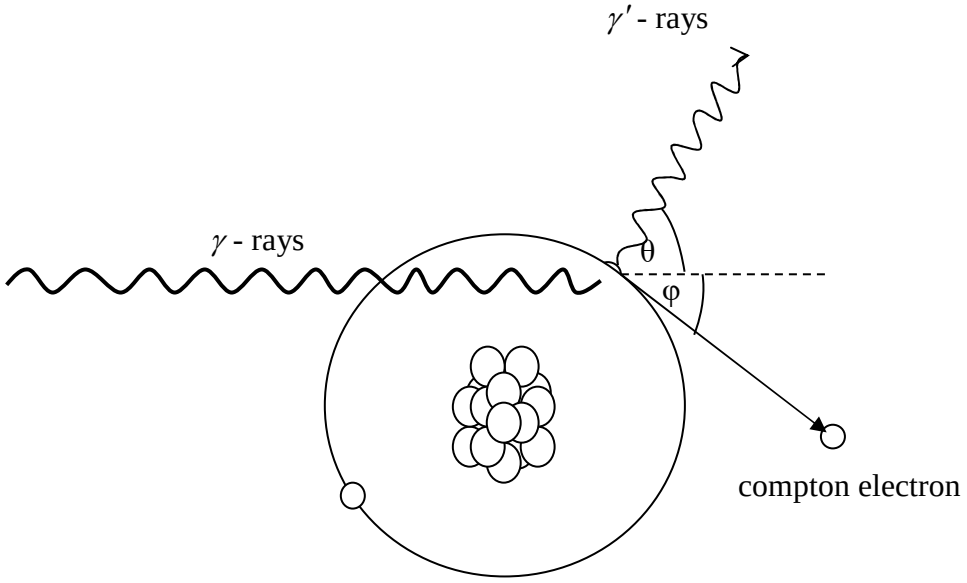
ในแนวแกน Y

$$0 \quad = \quad -\left(\frac{h\upsilon'}{c}\right)\sin\theta \quad + \quad P\sin\theta \qquad \text{……(2.17)}$$

และจากการแก้สมการทั้ง 3 ข้างต้นสามารถเขียนความสัมพันธ์ของพลังงานของรังสีแกมมาที่เข้าชนและพลังงานของรังสีแกมมาที่กระเจิงออกไป ได้ดังต่อไปนี้

$$h\upsilon' \quad = \quad \frac{h\upsilon}{1+\left(\frac{h\upsilon}{m_0c^2}\right)(1-\cos\theta)} \qquad \text{…….....(2.18)}$$

การเกิดปรากฏการณ์คอมพ์ตันจะมีค่าแปรผันตามอัตราส่วนระหว่างเลขอะตอมกับเลขมวล (Z/A) ของสสารที่ใช้เป็นตัวดูดกลืนและขึ้นกับค่าพลังงานของโฟตอนอยู่ด้วย แต่ไม่มากเหมือนกับปรากฏการณ์โฟโตอิเล็กตริก

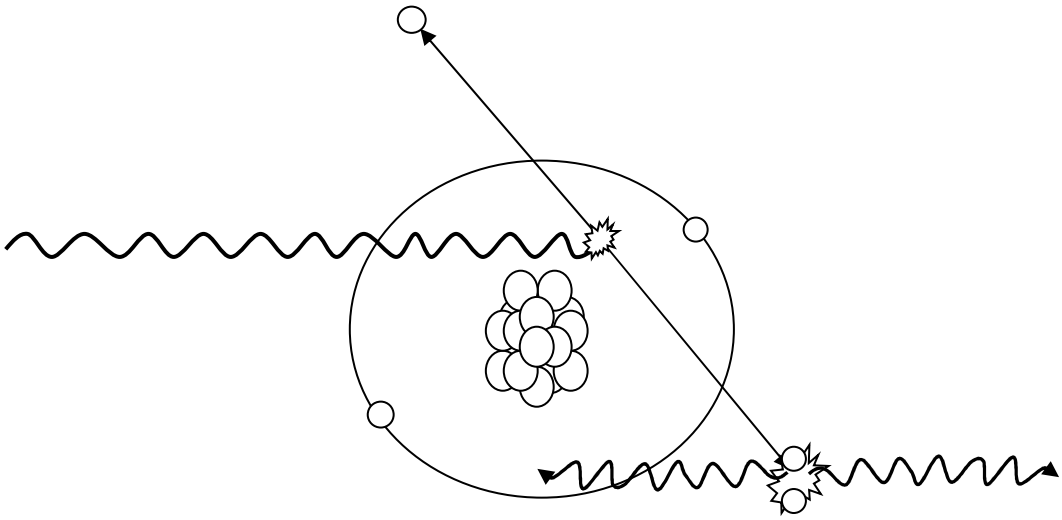


ภาพที่ 2.10 การเกิดปรากฏการณ์คอมพ์ตัน

2.9.3 การผลิตสารคู่

การผลิตสารคู่เกิดขึ้นได้เมื่อมีรังสีแกมมาที่วิ่งเข้ามาทำอันตรกิริยากับสสารและมีพลังงานอย่างน้อย 1.02 MeV หรือมีพลังงานเป็น 2 เท่าของพลังงานมวลนิ่งของอิเล็กตรอน แล้วทำอันตรกิริยากับสนามไฟฟ้าของนิวเคลียส ทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอนและโพสิตรอน (positron) ขึ้นมาจากโฟตอน

ที่วิ่งเข้ามาชนแล้วหายไป ถ้ารังสีแกมมาที่วิ่งเข้ามามีพลังงานมากกว่า 1.02 MeV พลังงานส่วนเกินจะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานจลน์ของอิเล็กตรอนและโพสิตรอน การผลิตสารคู่มักจะเกิดขึ้นบริเวณใกล้ๆ นิวเคลียส อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจากการผลิตสารคู่นี้จะถูกดึงดูดด้วยนิวเคลียสของสสาร แต่โพสิตรอนจะถูกผลักออกไป ปกติแล้วโพสิตรอนที่เกิดขึ้นจะมีพลังงานจลน์มากกว่าอิเล็กตรอน แต่ทั้งอิเล็กตรอนและโพสิตรอนต่างก็ถูกสกัดกั้นได้อย่างรวดเร็วโดยผลึกของสสารที่ใช้เป็นตัวดูดกลืน ส่งผลให้อิเล็กตรอนและโพสิตรอนกลับมารวมกันกลายไปเป็นรังสีแกมมา 2 ตัวที่มีพลังงานเท่ากับ 0.511 MeV เรียกว่า การประลัย (annihilation) รังสีแกมมา 2 ตัวที่เกิดขึ้นนี้จะเกิดขึ้นแล้วเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามซึ่งกันและกัน (180 องศา) ดังแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 การเกิดการผลิตสารคู่

2.10 ผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิต

รังสี คือ พลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าหรือลำของอนุภาคเล็กๆ ที่มีความเร็วสูง โดยทั่วไปแล้ว รังสีมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติรอบๆ ตัวเรา รังสีอาจจะมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ได้ ถ้าหากว่ารังสีดังกล่าวมีพลังงานและความเข้มของรังสีสูง ด้วยเหตุนี้ การใช้ประโยชน์จากรังสีและสารกัมมันตรังสี จึงต้องจัดให้มีมาตรการรักษาความปลอดภัยที่เหมาะสม เพื่อป้องกันอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสาธารณชน และจากข้อมูลเชิงวิชาการประเมินได้ว่า มนุษย์ได้รับรังสีส่วนใหญ่จากธรรมชาติ เนื่องจาก รังสีเป็นพลังงานในรูปแบบหนึ่ง ดังนั้นเมื่อไปตกกระทบวัสดุต่างๆ หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตก็ย่อมเกิดผลกระทบขึ้นได้ ทั้งนี้ผลกระทบที่เกิดขึ้นเนื่องจากรังสีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ได้แก่ ชนิด พลังงาน และปริมาณของรังสี นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับชนิดของอวัยวะหรือเนื้อเยื่อที่รังสีมาตกกระทบอีกด้วย โดยที่เซลล์เนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ในร่างกายของสิ่งมีชีวิตจะมีปฏิกิริยาตอบสนอง

ต่อรังสีแตกต่างกันออกไป รังสีที่แผ่ออกจากธาตุกัมมันตรังสี เมื่อเคลื่อนที่ผ่านเข้าไปในสิ่งมีชีวิตทั้งหลายแล้ว จะทำให้เกิดการแตกตัวเป็นไอออนของอะตอมที่เป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อต่างๆ ตามแนวทางที่รังสีผ่านไป และสามารถทำให้เกิดผลเสียต่อสิ่งมีชีวิต ได้ 2 แบบ คือ

2.10.1 ผลกระทบที่ชัดเจน (deterministic effect)

เป็นผลที่เกิดขึ้นเมื่อร่างกายได้รับรังสีปริมาณเกินขีดจำกัด จะทำให้เห็นผลที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจน ผลที่เกิดขึ้นนี้จะแปรผันตรงกับปริมาณรังสีที่ได้รับ เช่น เกิดเป็นผื่นแดงขึ้นตามผิวหนัง ผมร่วง เซลล์ตาย เป็นแผลเปื่อย มีภาวะเกิดพังผืดที่ปอด (fibrosis of the lung) มะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) และ ต้อกระจก (cataracts) เป็นต้น ซึ่งร่างกายของผู้ได้รับรังสีจะมีอาการมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของรังสีที่ได้รับ ส่วนหรือบริเวณของร่างกายที่ได้รับรังสี และอายุของผู้ได้รับรังสี ดังนั้น ผู้ได้รับรังสีหากมีอายุน้อยแล้วผลที่เกิดขึ้นเนื่องจากรังสีจะมีผลมากกว่าผู้ที่มีอายุมาก ส่วนในทารกแรกเกิดที่ได้รับรังสีอาจได้รับอันตรายถึงพิการหรือเสียชีวิตได้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการใช้ลูกระเบิดนิวเคลียร์ในสงครามโลกครั้งที่ 2 อุบัติเหตุทางการใช้นิวเคลียร์ และการใช้รังสีทางการแพทย์ ทำให้สามารถแบ่งกลุ่มอาการของผู้ที่ได้รับรังสีทั่วร่างกายออกได้เป็น 3 กลุ่ม โดยต้องเกิดภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ดังนี้

1. ได้รับรังสีภายในระยะเวลาสั้นๆ (นาที)
2. ทั่วร่างกายได้รับรังสี
3. ต้นกำเนิดรังสีอยู่ภายนอกร่างกายและเป็นรังสีชนิดที่มีอำนาจทะลุทะลวงสูง

โดยในกลุ่มอาการทั้ง 3 จะมีระยะของการตอบสนองดังนี้

1. ระยะเตือนล่วงหน้า (prodromal stage)
   – อาเจียน ผิวหนังเป็นผื่นแดง หายใจไม่สะดวก ตาอักเสบ มีไข้
2. ระยะแฝง (latent stage)
   – ไม่มีการแสดงผล อาการออกมา
3. ระยะแสดงผล (manifest stage)
   – มีไข้ ท้องร่วง ติดเชื้อ เม็ดเลือดลดลง โลหิตออก ผมร่วง ผิวหนังพอง บวม และเป็นแผลลึก ปวดท้องรุนแรง กล้ามเนื้อไม่ทำหน้าที่ร่วมกัน

ดังนั้น ถึงแม้ว่ามนุษย์จะได้รับรังสีทั่วร่างกายแต่ผลที่เกิดขึ้นต่ออวัยวะต่างๆ จะไม่เท่ากัน ดังแสดงไว้ตารางที่ 2.10 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.10 ค่าปรับเทียบตามชนิดเนื้อเยื่อ (tissue weighting factor) ของอวัยวะต่างๆ

อวัยวะ	tissue weighting factor
อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad)	0.20
ไขกระดูก (bone marrow)	0.12
ลำไส้ใหญ่ (colon)	0.12
ปอด (lung)	0.12
กระเพาะ (stomach)	0.12
กระเพาะปัสสาวะ (bladder)	0.05
เต้านม (breast)	0.05
ตับ (liver)	0.05
หลอดอาหาร (esophagus)	0.05
ต่อมไทรอยด์ (thyroid)	0.05
ผิวหนัง (skin)	0.01
ผิวกระดูก (bone surface)	0.01
อวัยวะอื่น ๆ (remainder)	0.05

ที่มา: ICRP Publication 60, 1994

*tissue weighting factor หมายถึง ค่าปรับเทียบตามชนิดเนื้อเยื่อ ซึ่งแสดงถึงผลกระทบจากรังสีที่มีต่อเนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่าง ๆ

2.10.2 ผลกระทบที่ไม่ชัดเจน (stochastic effect)

เป็นผลของรังสีต่อสิ่งมีชีวิตที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของผู้ได้รับรังสีที่ปริมาณน้อยๆ ในระยะเวลาที่นานๆ ผลของรังสีต่อร่างกายมนุษย์ในระยะยาวสามารถสรุปได้ดังนี้

1. การเกิดมะเร็ง สำหรับมะเร็งซึ่งเชื่อว่าเป็นผลเนื่องมาจากการได้รับรังสี ได้แก่ มะเร็งของเม็ดเลือดขาว ผิวหนัง กระดูก ปอด ไทรอยด์ เต้านม ซึ่งจะมีระยะแอบแฝงประมาณ 20-30 ปี ยกเว้นมะเร็งเม็ดเลือดขาวซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 7-12 ปี

2. อายุสั้น ผู้ได้รับรังสีจะมีอายุสั้นกว่าที่ควรจะเป็น
3. การถ่ายทอดไปยังลูกหลาน ถ้ามีการผ่าเหล่าเกิดขึ้นกับเซลล์สืบพันธุ์ (germ cells) จะทำให้มีโอกาสเป็นไปได้ที่ความผิดปกติจะถ่ายทอดไปยังรุ่นลูกรุ่นหลาน

จากข้อมูลและการตรวจสอบผลจากรังสีจากการทิ้งลูกระเบิดนิวเคลียร์ การศึกษาวิจัยและการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับพลังงานนิวเคลียร์ รังสี และวัสดุกัมมันตรังสี ตลอดช่วงเวลา 100 ปี ที่ผ่านมา ได้มีการสรุปผลความเสี่ยงและอันตรายของรังสีต่อมนุษย์ และสรุปเป็นเกณฑ์อันตรายของรังสีดังแสดงไว้ในตารางที่ 2.11 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.11 ระดับความแรงรังสีและอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น

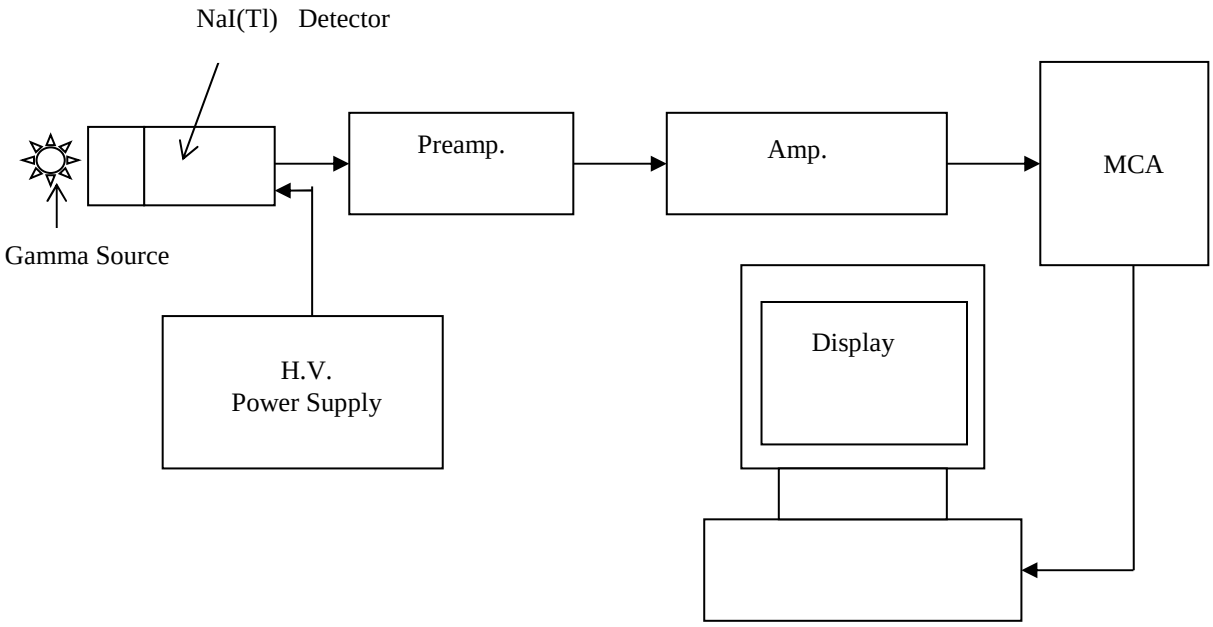
ระดับความแรงรังสี	อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น
ความแรงรังสีระดับ 10,000 มิลลิซีเวิร์ต ในระยะเวลาสั้นๆ	เกิดการบาดเจ็บทางรังสีทันที และทำให้ถึงแก่ความตายใน 2-3 สัปดาห์
ความแรงรังสีระดับ 1,000 มิลลิซีเวิร์ต ในระยะเวลาสั้นๆ	เกิดการบาดเจ็บทางรังสี เช่น คลื่นไส้ อาเจียน แต่ไม่ถึงตาย และอาจเกิดเป็นมะเร็งในระยะหลัง
ความแรงรังสีระดับ 20 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	เกณฑ์ความปลอดภัยทางรังสี สำหรับผู้ปฏิบัติงานในสถานปฏิบัติงานทางรังสี
ความแรงรังสีระดับ 2 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	ระดับรังสีปกติในธรรมชาติ
ความแรงรังสีระดับ 0.05 มิลลิซีเวิร์ตต่อปี	ระดับรังสีสูงสุด ที่ยอมให้มีอยู่ ณ รอบบริเวณสถานปฏิบัติงานนิวเคลียร์

ที่มา: "Radioactivity and Risk", University of Michigan, August 1996.

2.11 การตรวจวัดรังสีแกมมาในตัวอย่างจากธรรมชาติ

ในการตรวจวัดรังสีแกมมาในธรรมชาตินั้นจะต้องใช้หัววัดรังสีแกมมาที่มีความสะดวกและง่ายต่อการวัด นอกจากนี้ผลของการวัดที่ได้จะต้องมีความเที่ยงตรงและถูกต้องกับค่าที่เป็นจริง หัววัดรังสีแกมมาที่นิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายในปัจจุบันมีอยู่ 2 ชนิด คือ

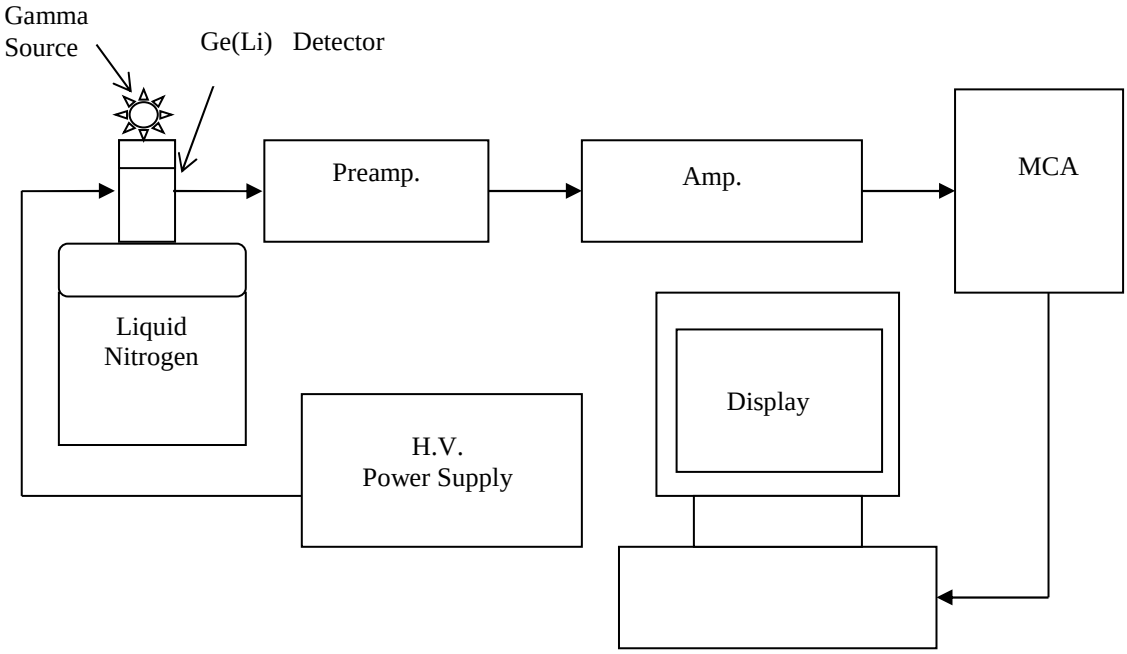
2.11.1 หัววัดแบบซิลทิลเลชัน (scintillation detector) โดยหลักการแล้วจะใช้สารที่เรียกว่า ฟอสเฟอร์ (phosphors) หรือ ซิลทิลเลเตอร์ (scintillators) มาใช้ตรวจวัดรังสีแกมมา เมื่อรังสีแกมมาตกกระทบกับสารดังกล่าวนี้แล้วจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนขึ้นมา อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นนี้สามารถทำให้อะตอมของสารอยู่ในสภาวะที่ถูกกระตุ้น (excitation) และเมื่ออิเล็กตรอนลดระดับของพลังงานลงมาก็จะปลดปล่อยแสงออกมา แสงที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้จะเป็นปฏิภาคกับพลังงานของรังสีแกมมาที่ถูกดูดกลืน หัววัดชนิดนี้จะทำการตรวจวัดแสงที่ได้นี้ซึ่งจะสามารถนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตภาพรังสีของรังสีแกมมาได้ นอกจากนี้หัววัดซิลทิลเลชันจะต้องใช้ร่วมกับหน่วยวิเคราะห์ที่เรียกว่า ตัววิเคราะห์แบบหลายช่อง (multichannel analyzer) หรือ MCA และระบบขยายสัญญาณ ดังแสดงในภาพที่ 2.12



ภาพที่ 2.12 แผนภาพของหัววัดซิลทิลเลชันและระบบการตรวจวัดรังสีแกมมา

2.11.2 หัววัดแบบสารกึ่งตัวนำ (semiconductor detector) เป็นหัววัดที่ได้รับความนิยมสูงมาก เนื่องจากเป็นหัววัดที่มีประสิทธิภาพสูง มีอยู่หลายชนิด บางชนิดวัดได้ทั้งรังสีเอกซ์และรังสีแกมมาพลังงานต่ำ ตัวอย่างเช่น หัววัดแบบ lithium-drifted silicon หรือ Si(Li) ส่วนหัววัดแบบ high-purity germanium หรือ HPGe เป็นหัววัดที่เหมาะแก่การใช้วัดรังสีแกมมาที่มีพลังงานสูงๆ เป็นต้น หลักการโดยย่อของหัววัดชนิดนี้ จะใช้ผลึกของสารกึ่งตัวนำซึ่งต้องแช่ไว้ในไนโตรเจนเหลว ที่อุณหภูมิ 77 เคลวิน แล้วใช้ตรวจวัดรังสี เมื่อรังสีผ่านเข้าไปในผลึกจะทำให้เกิดไอออนที่มีประจุบวกและลบ ได้แก่ อิเล็กตรอนและโฮล (holes) จำนวนเท่าๆ กัน และเมื่อนำขั้วไฟฟ้าสองขั้วมาต่อเข้ากับผลึกคนละด้าน แล้วผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไป จะทำให้ผลึกนั้นมีสนามไฟฟ้าเกิดขึ้น ไอออนหรือ

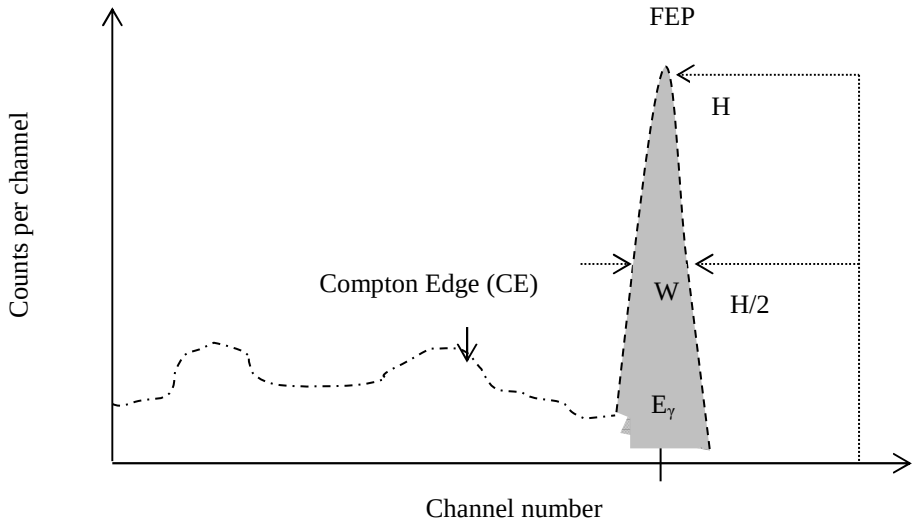
อนุภาคที่มีประจุไฟฟ้านั้นจะถูกดึงดูดไปยังขั้วไฟฟ้า ไอออนที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นปฏิภาคกับพลังงานของรังสีที่สูญเสียไปในผลึกนั้น ด้วยเหตุนี้ เมื่อต่อหัววัดชนิดนี้เข้ากับระบบขยายสัญญาณและ MCA ดังแสดงในภาพที่ 2.13 ซึ่งมีลักษณะคล้ายกันกับในภาพที่ 2.12 เราจะสามารถตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณกัมมันตรังสีได้จากข้อมูลที่ตรวจวัดออกมาในรูปของกราฟที่เขียนขึ้นระหว่างจำนวนช่องของ MCA และ จำนวนนับที่นับได้จากหัววัดในแต่ละช่องของ MCA (counts per channel) เราเรียกว่า “สเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมา” (**gamma ray energy spectrum**) ซึ่งจะได้กล่าวถึงในหัวข้อต่อไป



ภาพที่ 2.13 แผนภาพของหัววัดสารกึ่งตัวนำและระบบการตรวจวัดรังสีแกมมา

2.12 สเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมา

รังสีแกมมาที่เกิดจากการสลายตัวของสารกัมมันตรังสีจะมีพลังงานที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นเมื่อวิ่งไปตกกระทบกับหัววัดชนิดต่างๆดังกล่าวแล้วข้างต้น จะมีการถ่ายทอดพลังงานสู่ผลึกของสารที่ใช้เป็นหัววัดที่แตกต่างกันด้วย ดังนั้น ขนาดของสัญญาณที่ได้จากระบบตรวจวัดรังสีก็จะมีค่าแตกต่างกันตามไปด้วย เมื่อนำสัญญาณดังกล่าวที่วัดได้ในแต่ละช่องของ MCA (counts per channel) ในช่วงเวลาที่ใช้ นำมาเขียนกราฟกับจำนวนช่องของ MCA (สัมพันธ์กับพลังงานของรังสีแกมมา) ดังแสดงในภาพที่ 2.14 จะได้ กราฟที่เป็นสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาดังกล่าวแล้วข้างต้นนั่นเอง



ภาพที่ 2.14 สเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมา

2.13 การวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพรังสีจากสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมา

จะเห็นว่าลักษณะของสเปกตรัมของรังสีแกมมานั้น จะเริ่มต้นจากรังสีที่มีค่าพลังงานต่ำๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการตรวจวัด ได้แก่ รังสีเอกซ์ โฟตอนที่สะท้อนกลับ (backscattered photons) ขอบของคอมพ์ตัน (compton edge; CE) หรือ เรียกรวมๆ ว่า บริเวณต่อเนื่องแบบคอมพ์ตัน (compton continuum) และส่วนสำคัญที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ คือ พีคพลังงานของรังสีแกมมา (photo peak หรือ full energy peak ; FEP) พลังงานที่พีคดังกล่าวนี้เป็นพลังงานของรังสีแกมมาจริง เราจะทำการวิเคราะห์หาค่ากัมมันตภาพรังสีของสารกัมมันตรังสีที่สลายตัวให้รังสีแกมมาโดยใช้พีคที่เรียกว่า โฟโตพีค (photo peak) นั่นเอง จะเห็นได้ว่า **พื้นที่ใต้พีคของสเปกตรัมรังสีแกมมาจะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับปริมาณกัมมันตภาพรังสี** ซึ่งสามารถคำนวณได้โดยการพิจารณาจากภาพที่ 2.14 ซึ่งเราสามารถหาพื้นที่ใต้สเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาในส่วนที่แรเงา หรือ บริเวณที่ต้องการได้ ซึ่งเรียกว่าเป็น จำนวนนับสุทธิ (net count: n) ที่ไม่นับรวมเอาจำนวนนับที่เป็นรังสีพื้น (background: n_b) เข้าไปด้วย นั่นคือ จำนวนที่นับได้ทั้งหมด (n_t) ลบด้วยจำนวนนับที่เป็นรังสีพื้น เขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$n = n_t - n_b \quad \text{.....(2.19)}$$

ดังนั้น อัตรานับสุทธิ (net count rate : R_n) หมายถึง จำนวนนับสุทธิต่อเวลาที่ทำการวัดได้ สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังต่อไปนี้

$$R_n = \frac{n}{t} \text{ (count/second: cps) } \text{…….....(2.20)}$$

สำหรับ ค่าประสิทธิภาพ(ξ) ของหัววัดรังสี คำนวณได้จาก

$$\xi = \frac{R_n}{A} \quad \text{.....(2.21)}$$

เมื่อ R_n คือ ค่าอัตรานับสุทธิที่ได้จากการทดลอง (ในหน่วยของ Bq หรือ dps)

A คือ ค่ากัมมันตภาพหรือค่าความแรงของรังสีจากสารมาตรฐานที่ใช้ในการเปรียบเทียบ ณ เวลาปัจจุบัน (ในหน่วยของ Bq หรือ dps) คำนวณได้จากสมการที่ 2.12

สำหรับการวิเคราะห์ค่ากัมมันตภาพจำเพาะ (specific activity) ของนิวไคลด์กัมมันตรังสีที่สนใจจากสเปกตรัมพลังงานของรังสีแกมมาที่ตรวจวัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งๆ ที่ทำการตรวจวัด (counting time) สามารถคำนวณหาได้จากพื้นที่ใต้กราฟของโฟโตพีคบริเวณที่สนใจ และโดยอาศัยค่าประสิทธิภาพของหัววัดรังสีในสมการที่ 2.21 ดังนั้นค่ากัมมันตภาพจำเพาะในตัวอย่างดินหรือทรายที่ต้องการตรวจวัดและวิเคราะห์สามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$S.A. = \frac{Area/counting\ time}{\xi \times P_\gamma \times W_t} \quad \text{.....(2.22)}$$

เมื่อ $S.A.$ คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของตัวอย่างที่ตรวจวัด

$Area/counting\ time$ คือ อัตรานับสุทธิ (dps) ที่ได้จากตัวอย่าง

ξ คือ ประสิทธิภาพของหัววัดรังสี

P_γ คือ ค่าเปอร์เซ็นต์ของรังสีแกมมาที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดรังสี (% yield)

$\mathbf{W_t}$ คือ น้ำหนักของตัวอย่างที่ตรวจวัด (kg)

นอกจากนี้การคำนวณหาค่ากำลังแยกของหัววัด (detector resolution) ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่จะต้องพิจารณา ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบศักยภาพของหัววัดที่ใช้ และต้องมีความเข้าใจในเทคนิคที่ดีพอจึงจะได้ข้อมูลของหัววัดเพื่อใช้ประกอบในการทำการทดลองตรวจวัดและวิเคราะห์ที่ยุ่งยากซับซ้อนต่อไป สำหรับสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังแยกของหัววัด ได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

$$r(\%) = \frac{W}{E_\gamma} \times 100 \quad \text{.....(2.23)}$$

เมื่อ $r(\%)$ คือ กำลังแยกของหัววัด (คิดเป็นร้อยละ)

W คือ ค่าความกว้างของโฟโตพีคที่ครึ่งหนึ่งของความสูงพีค (FWHM)

E_γ คือ พลังงานของรังสีแกมมา

2.14 ค่าขีดจำกัดในการวัด **(lower limit of detection, LLD)**

ในทางปฏิบัติ จะทำการตรวจวัดรังสีจากธรรมชาติ (background) ก่อนการวัดตัวอย่าง ซึ่งเราสามารถระบุบอกคุณสมบัติของระบบเครื่องวัดว่ามีระดับความสามารถที่จะตรวจวัดความแตกต่างของค่าวัดรังสีจากธรรมชาติและค่าวัดรังสีในตัวอย่างได้อย่างน่าเชื่อถือที่ระดับเท่าไหร่ เราเรียกระดับนี้ว่า ค่าขีดจำกัดในการวัด ทั้งนี้เป็นเพราะการวัดค่ารังสีจากธรรมชาติและค่าวัดรังสีในตัวอย่างมีการกระจายทางสถิติอยู่ด้วย ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ระดับความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 โดยใน การวัดจะต้องได้ผลการวัดจากตัวอย่างมากกว่าค่าขีดจำกัดในการวัดจึงถือได้ว่าเป็นผลจากการสลายตัวทางรังสีในตัวอย่างซึ่งสามารถหาค่าขีดจำกัดในการวัดได้จากสมการต่อไปนี้

$$LLD = \frac{4.66 S_n}{\xi} \quad \text{……..……..…….. (2.24)}$$

เมื่อ LLD คือ ค่าขีดจำกัดในการวัด

ξ คือ ค่าประสิทธิภาพของหัววัด

S_n คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนนับที่หัววัดนับได้

โดยที่

$$S_n = \sqrt{S_T^2 + S_B^2} \quad \text{…..……(2.25)}$$

และ

$$S_T^2 = \frac{R_T}{t_c} \quad \text{…...……..…….. (2.26)}$$

$$S_B^2 = \frac{R_B}{t_c} \quad \text{……...……..……..…….. (2.27)}$$

เมื่อ R_B คือ ค่าอัตราการนับรังสีพื้น (background count rate)

R_T คือ ค่าอัตราการนับรวม (gross count rate)

S_B^2 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ R_B

S_T^2 คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ R_T

2.15 สมการสำหรับการคำนวณค่าดัชนีแสดงความเป็นอันตรายทางรังสี **(radiation hazard index)**

การตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ โดยเฉพาะในบริเวณชายหาดที่มีระดับรังสีสูงในต่างประเทศ เช่น ประเทศบราซิลและอินเดีย เป็นที่สนใจต่อนักวิจัยและนักวิทยาศาสตร์ทางรังสีเป็นอย่างมาก ได้มีกลุ่มของนักวิจัยจากทั้งสองประเทศ ได้แก่ กลุ่มวิจัยของ A. S. Alencar และ A.C. Freitas จากประเทศบราซิล และ กลุ่มของ A.K. Mohanty และ D. Sengupta ในประเทศอินเดีย เป็นต้น ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสี ชนิด ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในตัวอย่างทรายชายหาดจากบริเวณที่มีระดับรังสีสูงของประเทศบราซิลและอินเดียตามลำดับอย่างต่อเนื่อง ข้อมูลของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีชนิด ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K สามารถนำมาใช้คำนวณหาค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (gamma-absorbed dose rate : D) ของพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างได้ ดังสมการต่อไปนี้ (Singh et al., 2005)

$$D = (0.461C_{Ra} + 0.623C_{Th} + 0.0414C_K) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.28)$$

โดยที่ D คือ ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน ในหน่วยของ $nGyh^{-1}$

C_{Ra} คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{226}Ra ในหน่วยของ Bq/kg

C_{Th} คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{232}Th ในหน่วยของ Bq/kg

C_K คือ ค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{40}K ในหน่วยของ Bq/kg

ในทำนองเดียวกันค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีชนิด ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K สามารถนำมาใช้คำนวณหาอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืนของพื้นที่ที่เก็บตัวอย่างได้เช่นกัน ดังสมการต่อไปนี้ (Alencar and Freitas, 2005)

$$D = (0.662C_{Th} + 0.427C_U + 0.043C_K) + CR \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.29)$$

โดยที่ C_U คือ ปริมาณความเข้มข้นทางรังสีของ ^{238}U ในหน่วยของ Bq/kg และ

CR คือ ปริมาณเฉลี่ยของการแผ่รังสีคอสมิก ในหน่วยของ $nGyh^{-1}$

นอกจากนี้ ยังสามารถนำค่า D ที่ได้ในสมการที่ 2.28 และ 2.29 ในการคำนวณหาค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate) ในพื้นที่ที่เก็บตัวอย่าง ดังสมการต่อไปนี้ (Mohanty et al., 2004)

$$\text{Annual external effective dose rate } (mSvy^{-1}) = D(nGyh^{-1}) \times 8760\ h \times 0.2 \times 0.7\ SvGy^{-1} \times 10^{-6} \quad \ldots\ldots (2.30)$$

ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (radium equivalent activity : Ra_{eq}) เป็นค่าดัชนีแสดงความเป็นอันตรายทางรังสี (radiation hazard index) ชนิดหนึ่งที่ได้ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้เป็นตัวแทนของค่ากัมมันตภาพจำเพาะของ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K ซึ่งสามารถคำนวณให้เป็นค่าเพียงค่าเดียว ดังแสดงในสมการดังต่อไปนี้ (Beretka and Mathew, 1985)

$$Ra_{eq} = C_{Ra} + 1.43C_{Th} + 0.077C_K \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.31)$$

โดยที่ค่าสูงสุดของ Ra_{eq} ต้องมีค่าไม่เกิน 370 Bq/kg

นอกจากนี้ ยังได้มีการกำหนดค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (external hazard index : H_{ex}) เพื่อใช้ในการประเมินการได้รับรังสีของจากภายนอกร่างกายนิวไคลด์สารรังสีธรรมชาติ ดังแสดงในสมการต่อไปนี้ (Veiga et al., 2006)

$$H_{ex} = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{259} + \frac{C_K}{4810} \leq 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.32)$$

สำหรับค่า H_{ex} ที่มีค่าปลอดภัยจะต้องมีค่าไม่เกิน 1

จะเห็นได้ว่า เมื่อทราบค่ากัมมันตภาพจำเพาะของนิวไคลด์สารรังสีในธรรมชาติ เช่น ^{226}Ra, ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในหน่วยของ Bq/kg ในตัวอย่างดินผิวหน้าจากบริเวณต่างๆในจังหวัดชุมพรและจังหวัดสุราษฎร์ธานี จะสามารถหาคำนวณหาค่า D, Ra_{eq}, H_{ex} และค่า annual external effective dose rate ของพื้นที่บริเวณดังกล่าวนั้นๆ ได้

2.16 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (**information)** ที่เกี่ยวข้อง

A.C. Freitas และ A. S. Alencar ได้ทำการตรวจวัดค่ากัมมันตภาพจำเพาะของสารกัมมันตรังสีชนิด ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในตัวอย่างทรายซึ่งเก็บที่ระดับความลึก 0-10 ซ.ม.จากบริเวณชายหาดต่างๆ ของเกาะ 2 แห่ง ทางตอนตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศบราซิล ตลอดระยะเวลา 1 ปี นอกจากนี้ได้ตรวจวัดค่าระดับรังสีดูดกลืนแกมมาในอากาศ ณ ตำแหน่งสูง 1 เมตร จากระดับพื้นดิน และได้ตรวจวัดค่าระดับรังสียังผลประจำปี ณ บริเวณดังกล่าวด้วย

A. S. Alencar และ A.C. Freitas ได้ทำการคำนวณหาค่าระดับรังสีแกมมา (gamma dose rate) โดยการใช้หัววัดรังสีในสิ่งแวดล้อม (environmental radiation detector) ในทรายชายหาดจากบริเวณชายหาด 10 แห่งในประเทศบราซิล นอกจากนี้ยังได้คำนวณหาค่ากัมมันตภาพจำเพาะของสารกัมมันตรังสีในอนุกรม ^{232}Th และอนุกรม ^{238}U รวมทั้ง ^{40}K ในตัวอย่างทรายที่ระดับความลึกต่างๆ กัน 3 ระดับ คือ 0-10 ซ.ม. 10-20 ซ.ม. และ 20-30 ซ.ม. โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์แบบรังสีแกมมาสเปกโตรเมตรี (gamma ray spectrometry)

A. Kurnaz และคณะ ได้ทำการตรวจวัดความเข้มข้นของ ^{226}Ra, ^{214}Pb, ^{214}Bi , ^{228}Ac, ^{208}Tl, ^{40}K และ ^{137}Cs ซึ่งมีหน่วยเป็น Bq/kg ในตัวอย่างดินและตะกอนบริเวณ Firtina Vally ประเทศตุรกี โดยใช้เครื่องตรวจวัดเจอร์เมเนียมที่มีความบริสุทธิ์สูง ซึ่งจะนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดนี้ไปเทียบกับค่าของตัวอย่างดินและตะกอนของนานาชาติ และคำนวณค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Radium Equivalent Activity ; Ra_{eq}) อัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (Gamma Absorbed Dose Rate ;D) ดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (External Hazard Index: H_{ex}) และอัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (Annual Effective Dose Equivalent) จากนั้นจะนำค่าที่ได้นี้ไปเทียบกับผลของนานาชาติ

A.K. Mohanty และคณะ ได้ทำการตรวจวัดค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีบางชนิดเช่น ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในตัวอย่างทรายจากบริเวณที่มีการตรวจพบว่ามีระดับรังสีในธรรมชาติสูงตามชายฝั่งในประเทศอินเดีย ในที่นี้ได้แก่พื้นที่ที่ค้นพบใหม่ทางฝั่งตะวันออกแยงใต้ของประเทศ คือ พื้นที่ในรัฐโอริสสา (Orissa state) โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์แบบรังสีแกมมาสเปกโตรเมตรีและใช้หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ (HPGe detector) นอกจากนี้ยังได้ทำการตรวจวัดค่าระดับรังสีดูดกลืนแกมมาในอากาศ และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี อีกด้วย

A. M. El-Arabi และคณะ ได้ทำการศึกษาและตรวจวัดปริมาณกัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติในตัวอย่างทราย ณ ชายฝั่งทะเลแดงในประเทศอียิปต์ เพื่อใช้ในการบำบัดทางความร้อน (thermal therapy) สำหรับการท่องเที่ยวเชิงการแพทย์ (medical tourism) ในการนี้ได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของสารกัมมันตรังสีของ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K และได้คำนวณค่าดัชนีความเป็นอันตรายของรังสี (radiation hazard indices) อีกด้วย

Asha Rani และคณะ ทำการวิเคราะห์ธาตุ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K โดยเก็บตัวอย่างดินมาจาก Himachal Pradesh ประเทศอินเดีย โดยใช้วิธีการตรวจพิสูจน์รังสีแกมมา (γ-Ray Spectrometry) การวัดกัมมันตภาพในดินมีพิสัยในช่วง 42.09 - 79.63 Bq/kg, 52.83 - 105.81 Bq/kg และ 95.33 - 160.30 Bq/kg สำหรับธาตุ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K มีค่าเฉลี่ย 57.34, 82.22 และ 135.75 Bq/kg ตามลำดับ ค่ากัมมันตภาพที่วัดได้ของธาตุ ^{226}Ra และ ^{232}Th ในตัวอย่างดินที่เก็บมาจากบริเวณเหล่านี้นั้นมีค่าสูงกว่า และสำหรับธาตุ ^{40}K นั้นมีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยโลก ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลเรเดียม (Radium Equivalent Activity) ในตัวอย่างดินทั้งหมดมีค่าต่ำกว่าระดับที่ปลอดภัยซึ่งกำหนดไว้ในรายงาน OECD (370 Bq/kg) อัตราปริมาณรังสีดูดกลืนในอากาศ (Absorbed Dose) อยู่ที่ประมาณ 83.28 nGy/h ปริมาณรังสียังผลรอบปี (Effective Dose) มีพิสัยอยู่ระหว่าง 0.07–0.13 mSv

D. Sengupta และคณะ ได้ทำการตรวจวัดค่าของความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีบางชนิดเช่น ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในตัวอย่างทรายจากบริเวณที่มีการตรวจพบใหม่ว่ามีระดับรังสีในธรรมชาติสูงในประเทศอินเดีย ได้แก่ บริเวณชายหาดอีราซามา (Erasama beach) ในรัฐโอริสสาซึ่งเป็นพื้นที่ใน

ทิศตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศ โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์แบบรังสีแกมมาสเปกโตรเมตรีและใช้หัววัดแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ (HPGe detector) การตรวจวัดและคำนวณพบว่า ณ บริเวณดังกล่าวนี้มีค่ากัมมันตภาพรังสีในธรรมชาติและค่าระดับรังสีดูดกลืนแกมมาในอากาศ ค่อนข้างสูง

Joga Singh และคณะ ได้ทำการตรวจวัดนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ (Natural Radionuclide) ชนิด ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K ในตัวอย่างดิน 26 ตัวอย่างจาก Upper Siwaliks ของ Kala Amb, Nahan และ Morni Hills ทางตอนเหนือของประเทศอินเดีย โดยใช้ระบบวิเคราะห์แบบแกมมาสเปกโตรเมตรี พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 23.8 ± 0.5 - 81.0 ± 1.7 Bq/kg, 61.2 ± 1.3 - 140.3 ± 2.6 Bq/kg และ 363.4 ± 4.9 – 1002 ± 11.2 Bq/kg ตามลำดับ ค่าอัตราปริมาณรังสีแกมมาดูดกลืน (Gamma Absorbed Dose Rate;D) โดยรวมของ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K อยู่ในช่วง 71.1 - 162.0 nGy/h ค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Radium Equivalent Activity; Ra_{eq}) และค่าดัชนีวัดความเสี่ยงรังสีที่ได้รับจากภายนอกร่างกาย (External Hazard Index: H_{ex}) อยู่ในช่วง 149.4 - 351.8 Bq/kg และ 0.40 - 0.95 ตามลำดับ ในส่วนของค่ากัมมันตภาพรังสีสมมูลของเรเดียม (Radium Equivalent Activity; Ra_{eq}) ที่ได้จากการวัดในตัวอย่างดินมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์ของ OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) และค่าอัตราปริมาณรังสีที่ได้รับต่อปี (Annual Effective Dose Equivalent) อยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย (น้อยกว่า 1 mSv/y)

M. Ngachin และคณะ ได้มีการวิเคราะห์กัมมันตภาพรังสีของดินในพื้นที่ภูเขาไฟในประเทศคาเมรูน โดยมีการเก็บตัวอย่างดิน 30 ตัวอย่างจากเมือง Buea และ Limbé ซึ่งตั้งอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของคาเมรูน ภูมิภาคทั้งสองนี้เป็นที่รู้จักเนื่องมาจากเป็นบริเวณพื้นที่เชิงภูเขาไฟอันเป็นที่ตั้งของภูเขาไฟ Mount Cameroon ความเข้มข้นกัมมันตภาพของนิวไคลด์กัมมันตรังสีธรรมชาติ พร้อมกับผลิตผลที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชชัน ได้นำค่ามาวิเคราะห์แบบ γ-Ray Spectrometry โดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ มีค่าพิสัยอยู่ในช่วง 11-17 Bq/kg, 22- 36 Bq/kg และ 43-201 Bq/kg สำหรับธาตุ ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K ตามลำดับ มีการตรวจพบไอโซโทปกัมมันตรังสี ^{137}Cs เช่นกัน แต่ในปริมาณที่น้อยมาก ได้นำอุปกรณ์ SSNTD รุ่น LR-115 มาใช้เพื่อวัดค่าธาตุเรดอนในดินที่ความลึก 50 ซม. พิสัยความเข้มข้นของธาตุเรดอนในดินคือ 6.7-10.8 kBq m^{-3} และ 5.5-8.7 kBq m^{-3} ใน Buea และ Limbé ตามลำดับ พบผลที่ใกล้เคียงกันระหว่างการวัดความเข้มข้นของเรเดียมที่วัดโดยใช้หัววัดรังสีแบบเจอร์มาเนียมบริสุทธิ์ และที่วัดโดยหัววัดเซลลูโลสไน เตรด (Nitrate Cellulose Detectors) ผลที่ได้ของการวิจัยนี้ค่ากัมมันตภาพรังสีในดินของพื้นที่ภูเขาไฟซึ่งพบว่าอยู่ในระดับที่ปลอดภัย ถือได้ว่าพื้นที่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของคาเมรูนนั้นมีการแผ่รังสีตามธรรมชาติอย่างเป็นปกติ

R. Veiga และคณะ ได้ศึกษาและคำนวณค่าการแจกแจงของสารกัมมันตรังสีในธรรมชาติ (natural radionuclide distribution) และค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี (annual external effective dose rate) โดยใช้ปริมาณของสารกัมมันตรังสี ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K ที่

ตรวจวัดได้ในตัวอย่างทรายในการคำนวณ โดยเก็บตัวอย่างทรายจากบริเวณชายหาดของประเทศบราซิล จำนวน 4 แห่ง

S. Singh และคณะ ได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีของสารกัมมันตรังสีชนิด ^{226}Ra, ^{232}Th และ ^{40}K โดยใช้เทคนิคทางการวิเคราะห์แบบรังสีแกมมาสเปกโตรเมตรี และค่าระดับรังสีดูดกลืนแกมมา (gamma-absorbed dose rate) ในตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่บางแห่งของรัฐปัญจาบ (Punjab) และรัฐฮิมาชาลประเทศ (Himachal Pradesh) ในประเทศอินเดีย

S. Selvasekarapandian และคณะ ได้ทำการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของกัมมันตภาพรังสีของสารกัมมันตรังสีชนิด ^{232}Th, ^{238}U และ ^{40}K ในตัวอย่างดินที่เก็บจากพื้นที่จากรัฐกูดาลอร์ (Gudalore state) ในประเทศอินเดีย พร้อมทั้งคำนวณหาค่าการแจกแจงของสารกัมมันตรังสีในธรรมชาติ (natural radionuclide distribution) ค่าเฉลี่ยระดับรังสีดูดกลืนแกมมาในอากาศและค่าปริมาณรังสียังผลที่ได้รับจากภายนอกร่างกายประจำปี นอกจากนี้ ยังได้เปรียบเทียบผลที่ได้กับค่ากัมมันตภาพรังสีที่วัดและคำนวณได้ทั่วโลก (global radioactivity measurement and evaluations) อีกด้วย

2.17 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดกระบี่

คำขวัญจังหวัดกระบี่ : แหล่งถ่านหิน ถิ่นหอยเก่า เขาตระหง่าน ธารสวย รวยเกาะ เพาะปลูกปาล์ม งามหาดทราย ใต้ทะเลสวยสด มรกตอันดามัน สวรรค์เกาะพีพี

1. สภาพภูมิศาสตร์

จังหวัดกระบี่ตั้งอยู่ทางด้านฝั่งทะเลตะวันตกของภาคใต้ติดกับทะเลอันดามัน อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ไปตามทางหลวงแผ่นดินประมาณ 814 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด 4,708.512 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 2,942,820 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ ติดต่อจังหวัดพังงา และจังหวัดสุราษฎร์ธานี
- ทิศใต้ ติดต่อจังหวัดตรัง และทะเลอันดามัน
- ทิศตะวันออก ติดต่อจังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดตรัง
- ทิศตะวันตก ติดต่อจังหวัดพังงา และทะเลอันดามัน

2. ขนาดและรูปร่าง

จังหวัดกระบี่ ทางตอนเหนือประกอบด้วยเทือกเขายาวทอดตัวไปในแนวเหนือใต้สลับกับสภาพพื้นที่แบบลูกคลื่นลอนลาด และลอนชัน มีที่ราบชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตก บริเวณทางตอนใต้มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขากระจัดกระจายสลับกับพื้นที่แบบลูกคลื่น ส่วนบริเวณทางตอนใต้สุด และตะวันตกเฉียงใต้ มีสภาพพื้นที่เป็นแบบลูกคลื่นลอนลาดจนถึงค่อนข้างราบเรียบ และมีภูเขาสูงๆ ต่ำๆ สลับกันไป บริเวณด้านตะวันตกมีลักษณะเป็นชายฝั่งติดกับทะเลอันดามัน ยาวประมาณ 160 กิโลเมตร

ประกอบด้วยหมู่เกาะน้อยใหญ่ ประมาณ 154 เกาะ แต่เป็นเกาะที่มีประชากรอาศัยอยู่เพียง 13 เกาะ เกาะที่สำคัญ ได้แก่ เกาะลันตา เป็นที่ตั้งของอำเภอเกาะลันตา และเกาะพีพี ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอเมือง เป็นสถานที่ท่องเที่ยวที่สวยงามติดอันดับโลก บริเวณตัวเมืองมีแม่น้ำกระบี่ ยาวประมาณ 5 กม. ไหลผ่านลงสู่ทะเลอันดามัน ที่ตำบลปากน้ำ นอกจากนี้ยังมีคลอง ปกาสัย คลองกระบี่ใหญ่ และคลองกระบี่น้อย ซึ่งมีต้นกำเนิดมาจากเทือกเขาพนมเบญจา เทือกเขาที่สูงที่สุดในจังหวัดกระบี่

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดกระบี่ มีภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน และได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีฝนตกชุกตลอดปีและมีเพียง 2 ฤดู คือ

- ฤดูร้อน มี 4 เดือน เริ่มตั้งเดือนมกราคมจนถึงเดือนเมษายน

- ฤดูฝน มี 8 เดือน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนธันวาคม โดยเฉพาะช่วงพฤษภาคมถึงตุลาคม ฝนจะตกชุกมาก ที่เรียกกันว่า “ ฝนแปด แดดสี่ ”

จากการที่มีลักษณะภูมิอากาศแบบมรสุมในเขตร้อน อุณหภูมิในแต่ละฤดูกาล จึงไม่แตกต่างกันมากนัก คือ อยู่ระหว่าง 17.9 – 39.1 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วงประมาณ 2,069.8 – 2,263.1 มิลลิเมตรต่อปี

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรป่าไม้

จังหวัดกระบี่มีพื้นที่ป่าไม้อุดมสมบูรณ์ เนื่องจากอยู่ในเขตที่มีฝนตกชุก มีไม้สำคัญ เช่น หลุมพอ ตะเคียน หงอนไก่ ตำเสา ไม้ยาง เป็นต้น นอกจากนั้นเป็นป่าชายเลนที่มีไม้แสม โกงกาง และไม้ตะปูน เป็นต้น ไม้จึงเป็นสินค้าที่สำคัญมาก รวมไปถึงถ่านไม้จากไม้โกงกางซึ่งส่งไปจำหน่ายถึงต่างประเทศ ปัจจุบันที่พื้นที่ป่าลดน้อยลง ด้วยสาเหตุการขยายเขตพื้นที่ทำกิน การลักลอบตัดไม้ และการเข้าไปครอบครองพื้นที่ทำกินโดยผิดกฎหมาย

พื้นที่ป่าของจังหวัดกระบี่ ได้จำแนกเป็นพื้นที่อุทยาน 4 แห่ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า 2 แห่ง ป่าสงวนแห่งชาติ 45 แห่ง พื้นที่ในป่าชายเลนได้แบ่งเป็นเขตหวงห้ามส่วนหนึ่งและเป็นป่าชายเลน เขตเศรษฐกิจที่ยอมให้ใช้ประโยชน์ได้ สรุปแล้วป่าในจังหวัดกระบี่แบ่งเป็น 3 ประเภท

1. ป่าดิบชื้น คือ ป่าที่มีความชุ่มชื้นสูงมาก ป่าจะแน่นทึบ ไม้ตอนบนเป็นไม้ขนาดใหญ่ กลาง ตอนล่างเป็นไม้ขนาดเล็กและหนาแน่น จำพวกหวาย ระกำ เถาวัลย์ต่างๆ ปัจจุบันเหลืออยู่น้อยมาก

2. ป่าเบญจพรรณ เป็นป่าพุ่มเตี้ย มีไม้ใหญ่ประปราย แต่ความสูงไม่เกิน 20 เมตร ซึ่งมีอยู่ในพื้นที่ทั่วไปในจังหวัดกระบี่

3. ป่าชายเลน กระบี่เป็นแหล่งชายเลนที่อุดมสมบูรณ์ มีพืชขึ้นอยู่สลับซับซ้อนตลอดจนสิ่งอื่นๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งขึ้นอยู่ตามเขตชายเลน ปากแม่น้ำ มีพันธุ์พืชจำพวกโกงกาง แสม

ทรัพยากรแหล่งน้ำ

จังหวัดกระบี่มีลำธาร ลำคลองมากมาย แต่มักเป็นสายสั้น ๆ มีทั้งไหลไปทางทิศเหนือไปออกอ่าวไทย ทางจังหวัดสุราษฎร์ธานี และไหลลงสู่ทิศใต้ออกทะเลอันดามัน จังหวัดกระบี่จะมีฝนตกเกือบตลอดปี แหล่งต้นน้ำที่สำคัญ คือ

1. กลุ่มภูเขาในเทือกพนมเบญจา อยู่ในเทือกเขาพนมเบญจา อำเภออ่าวลึก อำเภอปลายพระยาและอำเภอเขาพนม ซึ่งมีพื้นที่ติดต่อกัน

2. กลุ่มเขาน้อย เขาใหญ่และเทือกเขาอื่น ๆ อยู่ในเขตอำเภอคลองท่อม ลำทับ และพื้นที่บางส่วนในเขตจังหวัดตรังที่ติดต่อกับจังหวัดกระบี่

ทรัพยากรแร่ธาตุ

จังหวัดกระบี่มีแร่ธาตุอยู่หลายชนิด แต่การสำรวจไม่ได้กระทำอย่างจริงจังจึงไม่ได้มีการขุดแร่ธาตุมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรมมากนัก แร่ที่เคยสำรวจพบ เช่น ลิกไนท์ พลวง ดีบุก เหล็ก ทรายแก้ว ยิปซัม ดินน้ำมัน ตะกั่ว แร่สำคัญที่ได้ขุดมาใช้ ได้แก่ ลิกไนท์ ที่ตำบลคลองขนาน อำเภอเหนือคลอง แต่เปิดมาใช้เพียง 3 แห่ง คือ เหมืองบางปูดำ เหนือคลองหวายเล็ก และเหมืองบางหมาก ซึ่งปัจจุบันแร่ในเหมืองดังกล่าวลดลง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเขต 3 ซึ่งเป็นผู้ใช้พลังงานถ่านหินลิกไนท์ในการให้พลังงานไฟฟ้ากำลังที่จะหาแหล่งพลังงานแหล่งอื่น เช่น น้ำมันเตาทดแทน

ทรัพยากรสัตว์ป่า

สมัยที่ยังเป็นป่าสมบูรณ์ จังหวัดกระบี่มีสัตว์ป่าชุกชุมมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ใหญ่ จำพวกช้าง แรด เสือ สมเสร็จ เป็นต้น ยังเคยจับได้ช้างเผือกเชือกสำคัญ ได้น้อมเกล้าถวายแด่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว คือ พระเศวตอดุลยเดชพาหน จับได้ที่บ้านหนองจูด อำเภอลำทับ จังหวัดกระบี่ สัตว์จำพวกนกมีอย่างน้อย 308 ชนิด ซึ่งมากกว่าบริเวณอื่นของประเทศไทย นกสำคัญที่ค้นพบ คือ นกแต้วแร้วทองดำ ที่คิดว่าสูญพันธุ์ไปแล้วจึงเป็นนกหายากและมีในจังหวัดกระบี่เท่านั้น

นกแต้วแร้วท้องดำ เป็นนกที่พบครั้งแรกทางตอนใต้ของประเทศพม่า หลังจากนั้นไม่มีใครพบนกชนิดนี้อีกเลยเข้าใจว่าคงสูญพันธุ์ไปแล้ว นักชีววิทยาได้พบนกดังกล่าวในป่าบางเตียวหรือเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าเขาประ-บางคราม อำเภอคลองท่อม จังหวัดกระบี่ ซึ่งมีอยู่ไม่กี่คู่

5. การคมนาคม

กระบี่อยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 814 กิโลเมตร นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดกระบี่ได้หลายวิธี ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง และเครื่องบิน ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดกระบี่

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 ผ่านจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง พังงา ไปจนถึงกระบี่ ระยะทางประมาณ 946 กิโลเมตร

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) จนถึงจังหวัดชุมพร แล้วต่อด้วยทางหลวงหมายเลข 41 ผ่านอำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร สู่อำเภอไชยา อำเภอเวียงสระ จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากนั้นใช้ทางหลวงหมายเลข 4035 ถึงอำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ แล้ววกเข้าสู่ทางหลวงหมายเลข 4 เพื่อเข้าสู่ตัวเมืองกระบี่ ระยะทางประมาณ 814 กิโลเมตร

- จากจังหวัดภูเก็ต ใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 402 ต่อด้วยทางหลวงหมายเลข 4 ผ่าน ตำบลโคกกลอย อำเภอตะกั่วทุ่ง อำเภอทับปุด จังหวัดพังงา เข้าสู่ อำเภออ่าวลึก จังหวัดกระบี่ ระยะทาง 185 กิโลเมตร

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-กระบี่ ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน วันละหลายเที่ยว ใช้เวลาเดินทางประมาณ 11-12 ชั่วโมง

1.3 จากสถานีรถไฟกรุงเทพฯ (หัวลำโพง) ลงได้ 3 สถานี คือ

- สถานีรถไฟพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แล้วเดินทางต่อโดยรถยนต์โดยสารไปยัง จังหวัดกระบี่ ระยะทางประมาณ 160 กิโลเมตร

- สถานีรถไฟทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช แล้วเดินทางต่อโดยรถยนต์โดยสารไปยังจังหวัดกระบี่ ระยะทางประมาณ 150 กิโลเมตร

- สถานีรถไฟจังหวัดตรัง แล้วเดินทางต่อโดยรถยนต์โดยสารไปยังจังหวัดกระบี่ ระยะทางประมาณ 150 กิโลเมตร

2. ทางอากาศ สนามบินพาณิชย์จังหวัดกระบี่ เป็นศูนย์กลางการท่องเที่ยวระดับประเทศ และระดับนานาชาติ และมีระบบการคมนาคมที่เชื่อมโยงกับจังหวัดต่างๆ ทั่วภูมิภาค ตั้งอยู่ที่ตำบลกระบี่น้อย อำเภอเมือง จังหวัดกระบี่ ห่างจากตัวจังหวัดประมาณ 12 กม.บนทางหลวงหมายเลข 4 (กระบี่-ตรัง) มีเนื้อที่ 2,260 ไร่ สามารถรองรับเครื่องบินขนาดใหญ่ ซึ่งมีทางวิ่งขนาด 45x3000 เมตร สายการบินที่เปิดให้บริการ การบินไทย ภูเก็ตแอร์ บางกอกแอร์เวย์ แอร์เอเชียร์ ซิลแอร์ และนกแอร์

3. ทางน้ำ เนื่องจากจังหวัดกระบี่เป็นจังหวัดที่มีแหล่งท่องเที่ยวมากมาย เป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างประเทศและเพื่อความสะดวกแก่นักท่องเที่ยว ดังนั้นในฤดูแห่งการท่องเที่ยวจะมีเส้นทางเดินเรือระหว่าง กระบี่ เกาะพีพี ภูเก็ต เกาะลันตา

การเดินทางภายใน กระบี่

ในตัวเมืองกระบี่มีรถโดยสารประจำทางไปยังอำเภอต่างๆ ได้อย่างสะดวก นักท่องเที่ยวสามารถเลือกใช้บริการยานพาหนะได้หลายรูปแบบตามอัธยาศัย

นอกจากนี้ยังมีรถสองแถวไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เช่น อ่าวนาง สุสานหอยบ้านแหลมโพธิ์ หาดนพรัตน์ธารา ฯลฯ รวมทั้งมีรถตู้ให้บริการในเส้นทางสายกระบี่-เกาะลันตา คิวรถสองแถวและรถตู้ส่วนใหญ่อยู่ในตัวเมือง แถวๆ ถนนมหาราช

นอกจากเส้นทางบนบก ในตัวเมืองกระบี่ยังมีเรือโดยสารให้บริการไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เช่น อ่าวไร่เลย์ เกาะพีพี เกาะลันตา ฯลฯ โดยส่วนใหญ่แล้วเรือจะจอดเทียบอยู่ที่ท่าเจ้าฟ้า

ระยะทางจากอำเภอเมืองกระบี่ไปยังอำเภอต่างๆ คือ

อำเภอเหนือคลอง 17 กิโลเมตร

อำเภอเขาพนม 39 กิโลเมตร

อำเภอคลองท่อม 42 กิโลเมตร

อำเภออ่าวลึก 43 กิโลเมตร

อำเภอปลายพระยา 66 กิโลเมตร

อำเภอลำทับ 67 กิโลเมตร

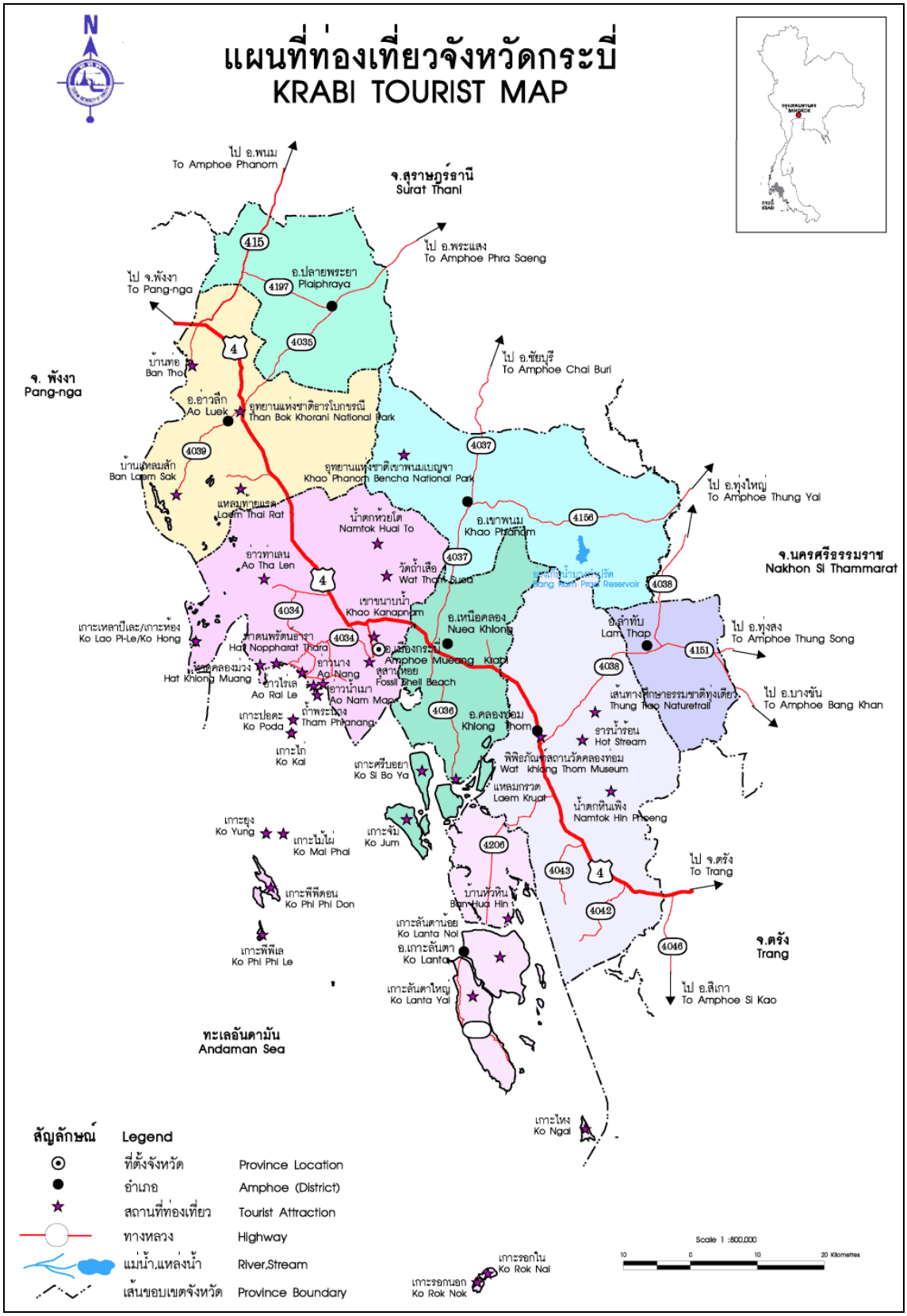
อำเภอเกาะลันตา 103 กิโลเมตร

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดกระบี่มีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 456,811 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 8 อำเภอ 51 ตำบล 383 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อำเภอเมืองกระบี่ มี 10 ตำบล 66 หมู่บ้าน
2. อำเภอลำทับ มี 4 ตำบล 28 หมู่บ้าน
3. อำเภอคลองท่อม มี 7 ตำบล 67 หมู่บ้าน
4. อำเภออ่าวลึก มี 9 ตำบล 51 หมู่บ้าน
5. อำเภอเหนือคลอง มี 8 ตำบล 57 หมู่บ้าน
6. อำเภอเขาพนม มี 6 ตำบล 54 หมู่บ้าน
7. อำเภอปลายพระยา มี 4 ตำบล 33 หมู่บ้าน และ
8. อำเภอเกาะลันตา มี 5 ตำบล 36 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://lib-krabi.tripod.com/19cuntry.html และ http://thai.tourismthailand.org/home)



ภาพที่ 2.15 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดกระบี่

(ที่มา: http://www.krabiall.com/maps/krabi-map.gif)

2.18 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดภูเก็ต

คำขวัญจังหวัดภูเก็ต : ไข่มุกอันดามัน สวรรค์เมืองใต้ หาดทรายสีทอง สองวีรสตรี บารมีหลวงพ่อแช่ม

1. สภาพภูมิศาสตร์

ภูเก็ตเป็นเกาะขนาดใหญ่ ตั้งอยู่ทางฝั่งทะเลด้านตะวันตกของภาคใต้ อยู่ระหว่างละติจูดที่ 7˚45' ถึง 8˚15' เหนือ และลองจิจูดที่ 98˚15' ถึง 98˚40' ตะวันออก ห่างจากกรุงเทพฯ 862 กิโลเมตร ไปตามทางหลวงหมายเลข 4 สายเพชรเกษม และทางหลวงหมายเลข 402 สายโคกลอย – ภูเก็ต เป็นเกาะเพียงแห่งเดียวในประเทศไทยที่มีสถานะเป็นจังหวัด และยังเป็นสำนักงานใหญ่ประจำภูมิภาคอีกด้วย คำว่า ภูเก็ต มาจาก "ภูเก็จ" ซึ่งมีความหมายว่า ภูเขาแก้ว ถือเป็นจังหวัดที่มีอารยธรรมและประวัติศาสตร์อันยาวนานที่น่าสนใจ

ภูเก็ต ได้ชื่อว่าเป็น ดินแดนแห่งไข่มุกอันดามัน เคยเป็นดินแดนที่รุ่งโรจน์และมีความมั่งคั่งจากการทำเหมืองแร่ดีบุก ภูเก็ตมีแร่ดีบุกมากที่สุดในประเทศไทย ซึ่งการขุดแร่ดีบุกที่ภูเก็ต มีประวัติความเป็นมากว่า 500 ปีมาแล้ว ปัจจุบันภูเก็ตถือเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่สำคัญแห่งหนึ่งของประเทศไทย พร้อมทั้งยังมี โรงแรมที่พัก พร้อมสรรพในทุกระดับราคาเพื่อรองรับนักท่องเที่ยวที่เข้ามายังจังหวัดภูเก็ต เฉลี่ยปีละ 4 – 5 ล้านคน

มนต์เสน่ห์ของภูเก็ตอยู่ที่ ตัวเกาะที่มีลักษณะเว้าเป็นอ่าวไปทั่วเกาะ ซึ่งทำให้เกิดชายหาดที่สวยงามมากมาย อีกทั้งยังเป็นเมืองที่มีชื่อเสียงในด้านตึกเก่าที่มีสถาปัตยกรรมแบบชิโน-โปรตุกีส ที่หาชมได้ยากในปัจจุบัน

มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

- ทิศเหนือ เขตอำเภอถลาง ติดต่อกับจังหวัดพังงา เขตอำเภอตะกั่วทุ่ง มีช่องแคบปากพระเชื่อมต่อแผ่นดินใหญ่ด้วยสะพานสารสิน และสะพานท้าวเทพกระษัตรี
- ทิศใต้ เขตอำเภอเมืองภูเก็ต จดกับทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย
- ทิศตะวันออก เขตอำเภอเมืองภูเก็ต และอำเภอถลางจดอ่าวพังงา ทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย
- ทิศตะวันตก เขตอำเภอเมืองภูเก็ต อำเภอถลางและอำเภอกะทู้ จดทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

2. ขนาดและรูปร่าง

ภูเก็ต มีรูปร่างเป็นเกาะเรียวยาวจากเหนือไปใต้ พื้นที่ทั้งหมดประกอบด้วยเกาะใหญ่ และเกาะบริวารอีก 32 เกาะ มีพื้นที่รวมกันทั้งหมดประมาณ 543 ตารางกิโลเมตร โดยตัวเกาะใหญ่มีความยาวจากเหนือจดใต้ประมาณ 48.7 กิโลเมตร มีความกว้างจากตะวันออกไปตะวันตกประมาณ 21.3 กิโลเมตร พื้นที่ส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 70 เป็นที่ราบสูงหรือภูเขา มีเทือกเขาทอดยาวในแนวเหนือใต้ ยอดเขาที่สูงที่สุดคือ ยอดเขาไม้เท้าสิบสอง สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 529 เมตร เป็นแนวกำบังลม

และฝน ทำให้ภูเก็ตปลอดภัยจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และพื้นที่ประมาณร้อยละ 30 เป็นที่ราบแถบเชิงเขาและชายฝั่งทะเลอยู่บริเวณตอนกลางและตะวันออกของเกาะ โดยพื้นที่ชายฝั่งตะวันออกมีสภาพเป็นหาดโคลนและป่าชายเลน ส่วนชายฝั่งทะเลด้านตะวันตกเป็นภูเขาและหาดทรายที่สวยงาม และบริเวณที่เป็นที่ราบตัดจากภูเขาลงมามีสภาพพื้นที่เป็นที่ดอนลักษณะลูกคลื่นลอนลาด และต่อจากบริเวณนี้จะเป็นพื้นที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนที่สำคัญ คือ เทศบาลนครภูเก็ต ชุมชนฉลอง ชุมชนราไวย์ และชุมชนเกาะแก้ว เป็นต้น

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดภูเก็ต มีลมพัดผ่านตลอดเวลา จึงทำให้มีสภาพอากาศอบอุ่นและชุ่มชื้นตลอดปี มีเพียง 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน

- ฤดูฝนจะเริ่มขึ้นในเดือนพฤษภาคมจนถึงปลายเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงที่ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน

- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน เป็นช่วงที่ลมมรสุมพัดมาจากทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

อุณหภูมิสูงสุดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 33.4 องศาเซลเซียส จะสูงขึ้นในช่วงเดือนมีนาคม อุณหภูมิต่ำสุดเกิดขึ้นในเดือนมกราคม อยู่ที่ 22 องศาเซลเซียส ช่วงอากาศดีที่สุด อยู่ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน จะไม่มีฝน ท้องฟ้าแจ่มใส อุณหภูมิประมาณ 31 องศาเซลเซียส

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรดิน

เกาะภูเก็ตประกอบด้วยพื้นที่ลาดชันแบบภูเขา ที่ราบเชิงเขาและบริเวณที่ราบ สภาพดินเกิดจากการสลายตัวของหิน กรวดและศิลาแลง ดินดังกล่าวปกคลุมทั่วทั้งบริเวณพื้นที่เชิงเขาและชายฝั่ง อันเกิดจากการพัดพาทับถมกระแสน้ำและคลื่นลมทางด้านตะวันตกและตอนกลางของเกาะเป็นพื้นที่ราบต่ำกว่าบริเวณอื่นๆ จึงถูกทับถมด้วยดินและตะกอนใหม่ ซึ่งเกิดจากการพัดพามาทับถมโดยกระแสน้ำ บริเวณชายหาดเกิดจากการทับถมโดยการกระทำของคลื่นลม ชายหาดมีสภาพเป็นหาดทรายขาวสวยงาม ทางตะวันออกเป็นที่ราบลุ่มมีการทับถมของตะกอนดินโคลน สภาพโดยทั่วไปของดินในภูเก็ตเป็นดินที่มีการระบายน้ำได้ดี แต่ขาดประสิทธิภาพในการอุ้มน้ำ สลายตัวได้ง่าย เหมาะแก่การปลูกยางพารา และสับปะรด โดยเฉพาะสับปะรดภูเก็ตพันธุ์พื้นเมือง

ทรัพยากรป่าไม้

ทรัพยากรป่าไม้ในจังหวัดภูเก็ต มีความแตกต่างกันไปตามสภาพภูมิศาสตร์ของแต่ละท้องถิ่น ซึ่งพอสรุปได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1 ป่าไม้เขตร้อนชื้น มีลักษณะเป็นป่ารกทึบ ซึ่งปรากฏบริเวณภูเขา เช่น เขาบางดุก เขานาคเกิด เขาพระแทว แต่ปัจจุบัน สภาพป่าไม้ส่วนใหญ่ถูกบุกรุกทำลายเป็นจำนวนมาก เพื่อกิจกรรมต่างๆ เช่น เพื่อสร้างโรงแรมและรีสอร์ทต่างๆ การสร้างสนามกอล์ฟ รวมถึงการบุกรุกเพื่อการปลูก

ยางพาราและพืชเศรษฐกิจอื่นๆ ทั้งในพื้นที่ป่าทั่วไป และในเขตป่าสงวน การบุกรุกเพื่อการทำสวนยางเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลให้ป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ลดพื้นที่ลงจำนวนมาก

3.2 ป่าชายหาด เป็นป่าโปร่งไม่ผลัดใบ ขึ้นอยู่ทั่วไปบริเวณชายหาดทะเลน้ำท่วมไม่ถึง และบริเวณเชิงเขาริมทะเล พันธุ์ไม้ที่ปรากฏ เช่น สนทะเล หูกวาง โพธิ์ทะเล ปอทะเล ตีนเป็ดทะเล หยีน้ำ จิกทะเล ผักบุ้งทะเล เป็นต้น พื้นที่ป่าชายหาดที่ปรากฏในจังหวัดภูเก็ต เช่น บริเวณหาดในยาง ท่าฉัตรไชย และตลอดแนวชายฝั่งตะวันออกของเกาะภูเก็ต

ป่าชายหาดเป็นพื้นที่ที่ได้รับความสนใจน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับป่าประเภทอื่น เช่น ป่าชายเลนหรือป่าไม้ทั่วไป ด้วยเหตุนี้ป่าชายหาด จึงถูกบุกรุกแปรสภาพเพื่อกิจกรรม ต่าง ๆ มากมาย เช่น เพื่อสร้างโรงแรมและรีสอร์ทต่างๆ โดยเฉพาะบริเวณชายฝั่งตะวันตกของเกาะภูเก็ต นอกจากนี้บริเวณชายฝั่งตะวันออก ป่าชายหาดได้รับความเสียหายจากการเพาะเลี้ยงชายฝั่ง โดยเฉพาะพื้นที่ด้านหลังป่าชายเลน

3.3 ป่าชายเลน ป่าชายเลนเป็นป่าในเขตร้อนชื้น เป็นป่าไม่ผลัดใบ ป่าชายเลนมีชื่อเรียกอีกอย่างว่า “ป่าโกงกาง” ซึ่งเรียกตามต้นไม้ที่มีมากและมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ชาวภูเก็ตเรียกป่าชายเลนว่า “ป่าพังกา”

ป่าชายเลนในประเทศไทยกระจัดกระจายอยู่ตามชายฝั่งทะเลทั้งในภาคกลางภาคตะวันออกและภาคใต้ สำหรับจังหวัดภูเก็ตพบมากบริเวณชายฝั่งตะวันออกตั้งแต่ตอนเหนือสุดคือบริเวณท่าฉัตรไชยจนถึงตอนใต้คือบริเวณอ่าวภูเก็ต พื้นที่ป่าชายเลนที่สำคัญในภูเก็ต เช่น ป่าชายเลนคลองอู่ตะเภา ป่าชายเลนคลองท่ามะพร้าว ป่าชายเลนคลองพารา ป่าชายเลนคลองบางโรง ป่าชายเลนคลองท่าเรือ ป่าชายเลนคลองบางชีเหล้า และป่าชายเลนคลองท่าจีน พันธุ์ไม้ป่าชายเลน เช่น ไม้โกงกาง แสม ลำพู ตะบูน ตาตุ่ม ปรงทะเล เป้ง เหงือกปลาหมอ เป็นต้น

3.4 ป่าพรุ อาจารย์ฤดี ภูมิภูถาวร กล่าวถึงป่าพรุว่า “เป็นคำปักษ์ใต้ บางท้องถิ่นเรียกว่าโพละ หมายถึง พื้นที่ลุ่ม น้ำแช่ขัง ลักษณะคล้ายมาบในภาคตะวันออก”

ป่าพรุ เป็นป่าที่มีน้ำแช่ขัง เป็นเหตุให้ต้นไม้ในป่าพรุต้องปรับตัวเองให้อยู่รอด โดยสร้างรากโผล่พ้นผิวดิน เพื่อระบายอากาศ รากเหล่านี้เรียกว่า รากหายใจ พรุในเกาะภูเก็ตเกิดจากการเปลี่ยนแปลงของชายฝั่งทะเลในอดีต โดยการเกิดสันทรายในทะเลห่างฝั่งเล็กน้อย ต่อมาสันทรายเหล่านี้จะสูงขึ้นจนปิดกั้นทะเลภายนอก และเกิดแอ่งน้ำเค็มขึ้น ต่อมาน้ำเค็มในแอ่งค่อยๆ จืดลง พืชจำพวกกกและหญ้าต่างๆ เริ่มเจริญงอกงามขึ้น จากนั้นพืชชนิดอื่นๆ และต้นไม้ใหญ่ก็เติบโตและปรับสภาพเข้าสู่ความเป็นพรุ พันธุ์ไม้ที่พบในป่าพรุของภูเก็ต เช่น ผักกูด ลำเพ็ง หม้อข้าวหม้อแกงลิง กำแพงเจ็ดชั้น จูดเสม็ดหญ้างวงช้าง หวาย ตีนเป็ดทะเล บุกเบา เป็นต้น พรุในภูเก็ตมีพื้นที่กระจัดกระจายอยู่บริเวณชายฝั่งตะวันตกของเกาะ พรุที่ยังคงสภาพที่ค่อนข้างสมบูรณ์ในอดีต คือ พรุบริเวณหาดไม้ขาว เช่น พรุทับเคย พรุยายรัตน์ พรุจืด พรุยาว พรุจิก พรุไม้ขาว พรุเจ๊ะสัน ปัจจุบันพรุเหล่านี้ถูกถมเกือบหมด เนื่องจากการ

สร้างสนามบิน นอกจากนี้ยังมีการขุดลอกพรุเพื่อพัฒนาเป็นแหล่งเก็บน้ำ ปัจจุบันจึงยังคงเหลือพรุจิก คาดว่าในอนาคตพรุในจังหวัดภูเก็ตอาจหมดไปอย่างแน่นอน

ทรัพยากรแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญทั้งในด้านการรักษาคุณภาพน้ำ สภาพแวดล้อมและการวางแผนพัฒนา ภูเก็ตมีพื้นที่แหล่งน้ำทั้งสิ้น 24 แหล่ง คลองบางใหญ่เป็นสายน้ำแห่งเดียวในภูเก็ตที่มีน้ำไหลตลอดทั้งปีและยังมีลำธารต่างๆ ที่ไม่ไหลตลอดทั้งปีอีก 118 สาย อ่างเก็บน้ำบางวาดเป็นอ่างเก็บน้ำที่สำคัญเพียงแห่งเดียวของภูเก็ต จึงส่งผลให้ภูเก็ตขาดแคลนแหล่งนำจืดที่มีคุณภาพสูงที่นำมาใช้บริโภค รวมทั้งเพื่อการพัฒนาจังหวัดภูเก็ต

ทรัพยากรแร่ธาตุ

เนื่องจากสภาพทางธรณีวิทยาของภูเก็ตประกอบด้วยหิน 3 ชนิด คือ หินชั้น หินแปร และหินอัคนี หินทั้ง 3 ชนิดนี้ หินอัคนี เป็นหินที่มีแร่ดีบุก หินอัคนีที่พบเป็นประเภทหินแกรนิต ซึ่งพบมากทางตอนกลางและตะวันตกของเกาะภูเก็ต มีการพบดีบุกในภูเก็ตเป็นแห่งแรกของประเทศไทย ภูเก็ตจึงกลายเป็นแหล่งแร่ดีบุกที่สำคัญ มีการสัมปทานแร่ทั้งบนบกและในทะเล แร่ดีบุกเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญในการกำหนดฐานะทางเศรษฐกิจของคนภูเก็ตมาโดยตลอด จนกระทั่งปัจจุบันจำนวนแร่ดีบุกลดน้อยลงและราคาแร่ดีบุกตกต่ำ การทำเหมืองแร่ดีบุกจึงหมดความสำคัญลงไป ในขณะเดียวกันความสวยงามทางธรรมชาติของเกาะภูเก็ตได้เข้ามามีบทบาททดแทนกลายเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวที่สำคัญและสร้างรายได้หลักให้ชาวภูเก็ตในปัจจุบัน

5. การคมนาคม

ภูเก็ตอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 862 กิโลเมตร นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดภูเก็ตได้หลายวิธี ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง และเครื่องบิน ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดภูเก็ต

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนพระราม 2 หรือถนนธนบุรี-ปากท่อ) ผ่านสมุทรสาคร สมุทรสงคราม อำเภอปากท่อ แล้วแยกซ้ายเข้าทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) ผ่านจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ จนถึงชุมพร แล้วใช้ทางหลวงหมายเลข 41 ผ่านอำเภอหลังสวน อำเภอท่าฉาง แล้วแยกขวาเข้าสู่ทางหลวงหมายเลข 401 ไปจนบรรจบกับทางหลวงหมายเลข 4 ที่อำเภอตะกั่วป่า แยกซ้ายผ่านอำเภอท้ายเหมือง บ้านโคกกลอย แล้วข้ามสะพานสารสินเข้าสู่จังหวัดภูเก็ต

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนพระราม 2 หรือถนนธนบุรี-ปากท่อ) ผ่านสมุทรสาคร สมุทรสงคราม อำเภอปากท่อ แล้วแยกซ้ายเข้าทางหลวงหมายเลข 4

(เพชรเกษม) ผ่านจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ระนอง พังงา ไปจนถึงภูเก็ต รวมระยะทางประมาณ 862 กิโลเมตร

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-ภูเก็ต ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน วันละหลายเที่ยว ใช้เวลาเดินทางประมาณ 12 ชั่วโมง

1.3 รถไฟ ไม่มีบริการรถไฟจากกรุงเทพฯ ไปภูเก็ตโดยตรง หากต้องการเดินทางโดยรถไฟต้องไปลงที่สถานีรถไฟสุราษฎร์ธานี (อยู่ที่อำเภอพุนพิน) แล้วต่อรถโดยสารประจำทางเข้าจังหวัดภูเก็ต ใช้เวลาประมาณ 4 ชั่วโมง

2. ทางอากาศ ท่าอากาศยานภูเก็ตตั้งอยู่ลองจิจูด 98° 18' 45" และ ละติจูด 08° 06' 38" มีเนื้อที่รวม 1,382 ไร่ อยู่สูงกว่าระดับน้ำทะเล 82 ฟุต และอยู่ห่างจากตัวเมืองภูเก็ต 32 กิโลเมตร ท่าอากาศยานนานาชาติภูเก็ต ถือว่าเป็นประตูสู่เกาะภูเก็ต สวรรค์ของนักท่องเที่ยว สำหรับการเลือกเดินทางมาพักผ่อนยังภาคใต้ของประเทศไทย มีรหัสสนามบินคือ "HKT" ซึ่งอยู่ภายใต้การดำเนินงานของการท่าอากาศยานแห่งประเทศไทย (AOT) เปิดให้บริการเที่ยวบินทั้งในและต่างประเทศ มีเครื่องบินจำนวนมากลงจอดทุกวัน รวมทั้งยังมีบริการเครื่องบินเช่าเหมาลำไปยังเกาะต่างๆ จากที่นี่อีกด้วย ในปัจจุบันมีสายการบินที่ให้บริการที่สนามบินแห่งนี้รวม 38 สายการบิน รองรับผู้โดยสารมากกว่า 2,900,000 คน มีเที่ยวบิน 27,000 เที่ยว และการบรรทุกสินค้า 28,500 ตัน มีสายการบินภายในประเทศเปิดให้บริการเที่ยวบินโดยสารมายัง สนามบินนานาชาติภูเก็ต ทุกวัน จากกรุงเทพฯ ใช้เวลาบินประมาณ 1 ชั่วโมง 20 นาที

- การบินไทย (Thai Airways) มีบริการเที่ยวบินจาก กรุงเทพฯ (สนามบินสุวรรณภูมิ) และ เชียงใหม่ (เฉพาะขาเข้า) ทุกวัน

- บางกอกแอร์เวย์ (Bangkok Airways) มีบริการเที่ยวบินจาก กรุงเทพฯ (สนามบินสุวรรณภูมิ) และ เกาะสมุย

- ไทยแอร์เอเชีย (Air Asia) มีบริการเที่ยวบินจาก กรุงเทพฯ (สนามบินสุวรรณภูมิ), เชียงใหม่ และ อุดรธานี

- นกแอร์ (Nok Air) มีบริการเที่ยวบินจาก กรุงเทพฯ (สนามบินดอนเมือง) ทุกวัน

- โอเรียนไทยแอร์ไลน์ (1-2-Go) มีบริการเที่ยวบินจาก กรุงเทพฯ (สนามบินดอนเมือง) ทุกวัน

- แฮปปี้แอร์ (Happy Air) มีบริการเที่ยวบินจาก ท่าอากาศยานนานาชาติหาดใหญ่

3. ทางน้ำ จังหวัดภูเก็ตมีท่าเรือน้ำลึก 1 แห่ง ได้แก่ ท่าเรือน้ำลึกภูเก็ต อยู่บริเวณอ่าวมะขาม ใช้เป็นท่าเรือเพื่อการขนส่งสินค้าและเพื่อการท่องเที่ยว นอกจากนั้น ยังมีท่าเทียบเรือท่องเที่ยว และ เรือขนาดเล็กอีก 14 แห่ง

การเดินทางภายใน ภูเก็ต

ในตัวจังหวัดภูเก็ตมีรถชนิดต่างๆ ให้บริการ นักท่องเที่ยวสามารถเลือกใช้บริการยานพาหนะต่างๆ ได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสม

มอเตอร์ไซค์รับจ้าง มีจอดอยู่ตามจุดต่างๆ และมีรถตุ๊กตุ๊กและรถสองแถวบริการไปตามสถานที่ต่างๆ ทั่วเกาะภูเก็ต สามารถขึ้นรถได้บริเวณตลาดสดใกล้วงเวียนน้ำพุ ถนนระนอง ค่าโดยสารขึ้นอยู่กับระยะทาง นักท่องเที่ยวอาจเหมารถสองแถวไปเที่ยวได้ทั้งในเมืองและต่างอำเภอ คิดราคาขึ้นอยู่กับระยะทางและการต่อรอง

จากสนามบิน สามารถใช้บริการรถแท็กซี่เข้าตัวเมืองภูเก็ตหรือไปยังหาดต่างๆ ในอัตราค่าบริการตามระยะทาง และมีบริการ Airport Bus เข้าตัวเมืองภูเก็ต ส่วนในตัวเมืองก็มีบริการรถตู้ปรับอากาศและรถแท็กซี่รับส่งไปสนามบิน

ระยะทางจากอำเภอเมืองภูเก็ตไปยังอำเภอต่างๆ คือ

อำเภอกะทู้ 10 กิโลเมตร

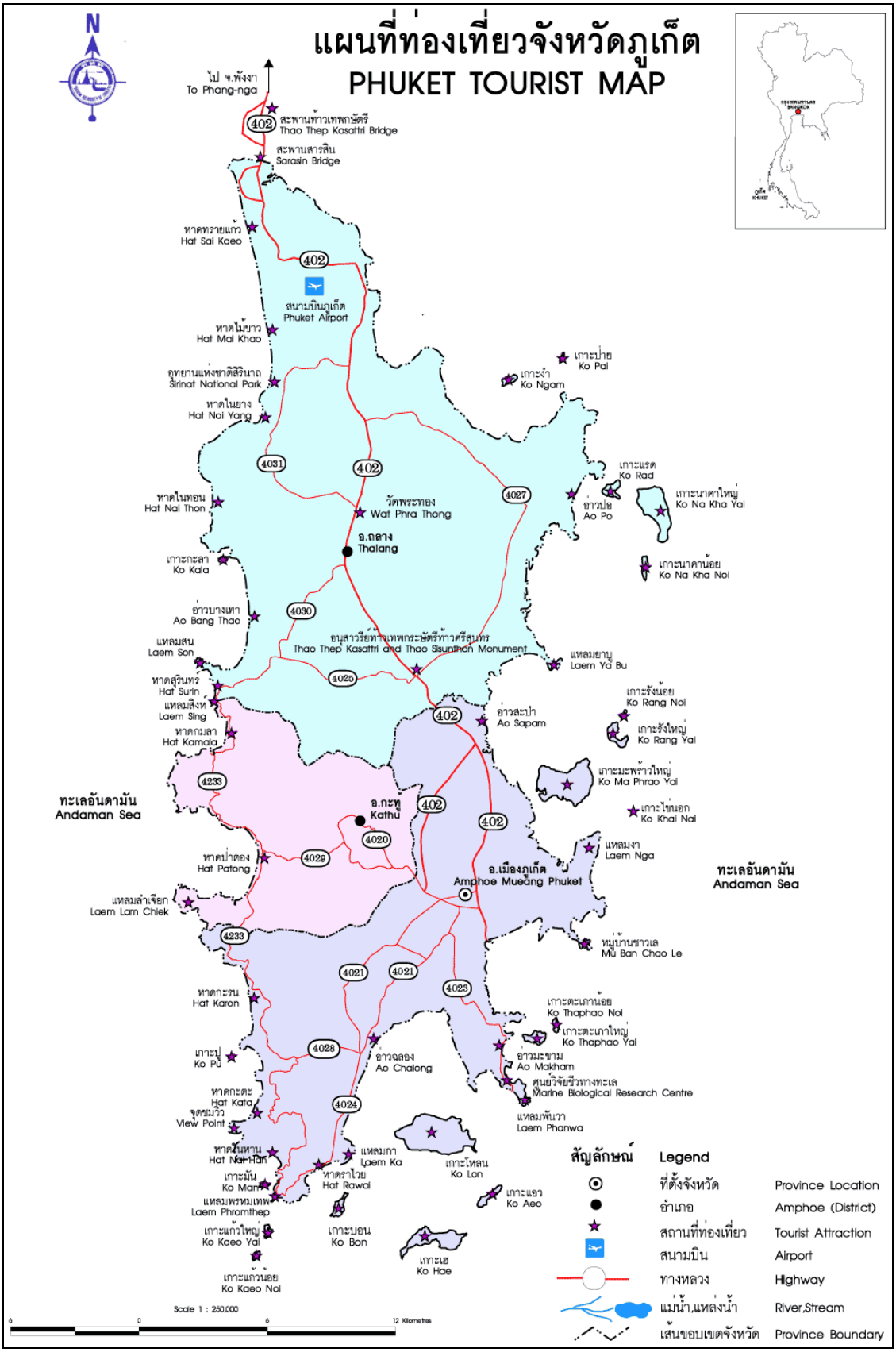
อำเภอถลาง 19 กิโลเมตร

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดภูเก็ตมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 378,364 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 3 อำเภอ 17 ตำบล 103 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อำเภอเมืองภูเก็ต มี 8 ตำบล 44 หมู่บ้าน
2. อำเภอกะทู้ มี 3 ตำบล 13 หมู่บ้าน
3. อำเภอถลาง มี 6 ตำบล 46 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://www.andamanguide.com/info/phuket.html , http://www.phuketdata.net/main/index.php?option=com_content&task=view&id=40&Itemid=5 และ http://www.sawadee.co.th/phuket/weather.htm)



ภาพที่ 2.16 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดภูเก็ต

(ที่มา: http://www.novabizz.com/Map/img/map-68-phuket.gif)

2.19 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดพังงา

คำขวัญจังหวัดพังงา : แร่หมื่นล้าน บ้านกลางน้ำ ถ้ำงามตา ภูผาแปลก แมกไม้จำปูน บริบูรณ์ด้วยทรัพยากร

1. สภาพภูมิศาสตร์

พังงาตั้งอยู่ในภาคใต้ชายฝั่งทะเลด้านตะวันตก อยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 8º 27′ 52″ เหนือ กับเส้นลองจิจูด ที่ 98º 32′ ตะวันออก ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 788 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 4,170.897 ตารางกิโลเมตร (2,606,810.625 ไร่) พื้นที่เกษตร 1,806.112 ตารางกิโลเมตร (1,128,824 ไร่) พื้นที่ป่าไม้ 1,722.55 ตารางกิโลเมตร (1,076,594 ไร่) เนื้อที่อื่นๆ 642.227 ตารางกิโลเมตร (401,392.625 ไร่) มีพื้นที่เป็นอันดับที่ 53 ของประเทศ และอันดับที่ 9 ของภาคใต้ มีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อ จังหวัดระนอง

ทิศใต้ ติดต่อ จังหวัดภูเก็ต ตรงช่องแคบปากพระ เชื่อมกันโดย สะพานสารสิน และสะพานเทพกระษัตรี

ทิศตะวันออก ติดต่อ จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจังหวัดกระบี่

ทิศตะวันตก ติดต่อ ติดต่อกับทะเลอันดามันและมหาสมุทรอินเดีย

2. ขนาดและรูปร่าง

จังหวัดพังงา เป็นภูเขาสลับซับซ้อนทอดเป็นแนวยาวจากทิศเหนือไปทิศใต้ มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 239.25 กิโลเมตร มีพื้นที่ป่าไม้ เป็นป่าไม้ประเภทไม้ผลัดใบ มีชนิดป่าที่สำคัญ ได้แก่ป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น และป่าชายเลน สำหรับบริเวณที่เป็นที่ราบจะลาดลงจากทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตก ลงสู่ทะเลอันดามัน ตามชายฝั่งทะเลจะมีป่าชายเลนเกือบตลอด พื้นที่ประกอบด้วยเกาะประมาณ 105 เกาะ และมีเกาะอยู่ในทะเลอันดามันจำนวนมาก เช่น เกาะยาว หมู่เกาะสุรินทร์ และหมู่เกาะสิมิลัน

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดพังงาเป็นจังหวัดที่อยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก และมีฝนตกชุกในฤดูฝน เพราะอยู่ทางด้านรับลม จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ซึ่งพัดผ่านมหาสมุทรอินเดียอย่างเต็มที่ ส่วนฤดูหนาวอากาศไม่หนาวจัด เพราะอยู่ไกลจากอิทธิพลของอากาศหนาวพอสมควร และบางครั้งอาจมีฝนตกได้ เนื่องจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ที่พัดผ่านอ่าวไทยพาเอาฝนมาตกแต่มีปริมาณน้อยกว่าจังหวัดที่อยู่ทางด้านตะวันออกของภาคใต้

ฤดูกาล ของจังหวัดพังงาพิจารณาตามลักษณะของลมฟ้าอากาศของประเทศไทยออกได้เป็น 3 ฤดูคือ

- ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ระยะนี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม ทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไป เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดคือมีนาคม

- ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และมีร่องความกดอากาศต่ำปกคลุมภาคใต้เป็นระยะๆ อีกด้วย จึงทำให้มีฝนตกมากตลอดฤดู และเดือนกันยายนจะมีฝนตกมากที่สุด

- ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนมกราคม ซึ่งเป็นฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ จะมีลมเย็นและแห้งจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน ทำให้มีอากาศเย็นทั่วไป แต่เนื่องจากจังหวัดพังงาอยู่ใกล้ทะเล อุณหภูมิจะลดลงเพียงเล็กน้อยอากาศจึงไม่สู้หนาวเย็นมากนัก และตามชายฝั่งมีฝนตกทั่วไปแต่มีปริมาณไม่มาก อุณหภูมิ จังหวัดพังงาอยู่ใกล้ทะเล ฤดูร้อนจึงไม่ร้อนมาก ส่วนฤดูหนาวไม่ถึงกับหนาวจัด

อุณหภูมิ เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.84 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 33.60 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 22.08 องศาเซลเซียส เดือนที่มีอากาศร้อนอบอ้าวที่สุดคือเดือนมีนาคม เนื่องจากพังงาอยู่ทางด้านฝั่งตะวันตกของภาคใต้ ซึ่งรับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้อย่างเต็มที่ในฤดูฝน จึงเป็นจังหวัดที่มีฝนอยู่ในเกณฑ์ดีมากเมื่อเทียบกับจังหวัดอื่นๆ ในภาคเดียวกัน ส่วนในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือมีฝนตกน้อย เพราะถูกทิวเขาทางด้านตะวันออกของภาคใต้ปิดกั้นลมไว้

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรป่าไม้

โดยรวมแล้วจังหวัดพังงา มีสภาพป่าที่อุดมสมบูรณ์มากกว่าอีกหลายจังหวัดในอดีต พื้นที่ป่ามีปริมาณ 2,990 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,870,000 ไร่ ประมาณร้อยละ 72 ของพื้นที่จังหวัด ประกอบด้วยป่าบก ประมาณ 2,555 ตารางกิโลเมตร และป่าชายเลนประมาณ 438 ตารางกิโลเมตร สภาพป่าดังกล่าวถูกบุกรุกทำลายอย่างรวดเร็ว จนเหลือสภาพป่าสมบูรณ์อยู่ประมาณ 1,225 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 766,000 ไร่ ประมาณร้อยละ 29 ของพื้นที่จังหวัด

– ป่าดงดิบ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดงดิบ ประกอบด้วยป่าดิบชื้น ป่าดิบเขา และป่าไผ่ มีสภาพเป็นป่าแน่นทึบ สภาพป่าค่อนข้างสมบูรณ์ ประกอบด้วยพันธุ์ไม้มีค่านานาชนิด มีพื้นที่ประมาณ ๕๒๐ ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 575,000 ไร่ ประมาณร้อยละ 22 ของพื้นที่จังหวัด

– ป่าชายเลน จังหวัดพังงาเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ป่าชายเลนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดต่าง ๆ ด้านฝั่งทะเลอันดามัน และยังเป็นป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์กว่าจังหวัดอื่นๆ มีพันธุ์ไม้มีค่าหลายชนิด มีพื้นที่ป่าชายเลนประมาณ 307 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 192,000 ไร่

– ป่าสงวนแห่งชาติ มีอยู่รวม 73 ป่ามีพื้นที่ประมาณ 2,475 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,547,000 ไร่

– อุทยานแห่งชาติ มีอยู่ 7 แห่ง เป็นพื้นที่ประมาณ 1,106 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 691,000 ไร่ ประกอบด้วยอุทยานแห่งชาติทางบก และอุทยานแห่งชาติทางทะเลคือ อุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา (400 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติศรีพังงา (246 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ (135 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสิมิลัน (118 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติเขาลำปี – หาดท้ายเหมือง (72 ตารางกิโลเมตร) อุทยานแห่งชาติหาดแหลมสน (พื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเขตจังหวัดระนอง) และอุทยานแห่งชาติเขาหลัก – เขาลำรู่ (125 ตารางกิโลเมตร)

– วนอุทยาน มีอยู่ 2 แห่ง มีพื้นที่ประมาณ 0.5 ตารางกิโลเมตร คือ วนอุทยานนางมโนราห์ และวนอุทยานน้ำตกรามัญ

ทรัพยากรแหล่งน้ำ

พื้นที่ส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำรหัสที่ 25 (พื้นที่ลุ่มน้ำภาคใต้ฝั่งตะวันตกมีต้นน้ำเกิดจากแนวเทือกเขาภูเก็ตที่เป็นเทือกเขาต่อเนื่องกับเทือกเขาตะนาวศรี ไปลงสู่ทะเลอันดามันและเว้งอ่าวพังงา

– แม่น้ำพังงา มีต้นกำเนิดจากภูเขากระทะคว่ำในเขตอำเภอกะปง ไหลมาบรรจบกับคลองหรา และไหลลงสู่ทะเลที่อ่าวพังงา มีความยาวประมาณ 45 กิโลเมตร เดิมเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่สำคัญเคยมีเรือสำเภาเข้ามาขนถ่ายสินค้าถึงตัวเมืองพังงา แต่ปัจจุบันแม่น้ำสายนี้อยู่ในสภาพตื้นเขิน เรือไม่สามารถแล่นเข้ามาได้ และไม่ได้รับการพัฒนาใช้ประโยชน์ในการเกษตร และอุปโภคบริโภค

– คลองตะกั่วป่า เกิดจากเทือกเขาในเขตอำเภอกะปง ไหลมาบรรจบกับคลองเหล คลองรมณีย์ และไหลลงสู่ทะเลอันดามัน ที่อำเภอตะกั่วป่า มีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร สมัยก่อนเป็นแม่น้ำที่มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์ และคมนาคม เคยมีเรือแล่นเข้าไปถึงอำเภอกะปงได้ แต่ปัจจุบันมีสภาพเช่นเดียวกับแม่น้ำพังงาที่อยู่ในสภาพตื้นเขินอันเป็นผลมาจากการทำเหมืองแร่ ก่อให้เกิดปัญหาน้ำท่วมในเขตอำเภอตะกั่วป่าเป็นประจำทุกปี จำเป็นที่จะต้องขุดลอกเพื่อให้ระบายน้ำได้ทันในฤดูที่ฝนตกหนัก

– คลองนางย่อม มีต้นกำเนิดจากเขาพระหนี หรือเขานมสาวและเขาพ่อตาหลวงแก้ว ไหลลงสู่ทะเลอันดามันที่ตำบลทุ่งรัก อำเภอคุระบุรี มีความยาวประมาณ 24 กิโลเมตร คลองสายนี้เป็นแหล่งน้ำสำคัญเพื่อการเกษตรกรรมบริเวณสองฝั่งคลอง คลองสายนี้หากได้รับการพัฒนาจะสามารถนำน้ำมาใช้เพื่อการเกษตรได้ถึง 16,000 ไร่

– คลองนาเตย มีต้นกำเนิดจากทิวเขาโตนย่านไทร เขาหม่น เขาตีนโตนใน ไหลลงสู่ทะเลอันดามันที่ตำบลท้ายเหมือง มีความยาวประมาณ 15 กิโลเมตร ปัจจุบันคลองสายนี้เป็นแหล่งน้ำต้นทุนของโครงการคลองนาเตย อำเภอท้ายเหมือง

– คลองถ้ำ มีต้นกำเนิดจากทิวเขาแสกเพิง เขาวังกอ ไหลลงสู่อ่าวพังงาที่ตำบลถ้ำ อำเภอตะกั่วทุ่ง ยาวประมาณ 13 กิโลเมตร ปัจจุบันเป็นแหล่งน้ำต้นทุนของโครงการฝายคลองถ้ำ ตำบลตากแดด อำเภอเมือง ฯ

– คลองลำไตรมาศ มีต้นกำเนิดจากท่าเขาทำหมอน ไหลลงสู่ทะเลอันดามันที่ตำบลปะรุ่ย อำเภอทับกุด ยาวประมาณ 23 กิโลเมตร ปัจจุบันเป็นแหล่งน้ำต้นทุนของโครงการฝายคลองลำไตรมาศ อำเภอทับปุด

นอกจากนี้ยังมีแหล่งน้ำลำธาร และคลองหลายสายที่มีความยาวตั้งแต่ 4-20 กิโลเมตร อื่นๆ อีก

5. การคมนาคม

พังงาอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 788 กิโลเมตร นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดพังงาได้หลายวิธี ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง และเครื่องบิน ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดพังงา

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว

- จากกรุงเทพฯ ไปตามทางหลวงหมายเลข 4 ผ่านจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร ระนอง จากนั้นจึงเข้าสู่ตัวเมืองจังหวัดพังงา รวมระยะทาง 788 กิโลเมตร ใช้เวลาในการเดินทาง 12 ชั่วโมง

- จากกรุงเทพฯ ใช้เส้นทางหลวงหมายเลข 4 ไปจนถึงจังหวัดชุมพร และจากจังหวัดชุมพรให้ตรงไปใช้ทางหลวงหมายเลข 41 ผ่านอำเภอท่าฉาง จังหวัดสุราษฎร์ธานี แล้วแยกขวาเข้าทางหลวงหมายเลข 401 จนถึงอำเภอบ้านตาขุน จังหวัดสุราษฎร์ธานี จากนั้นใช้ทางหลวงหมายเลข 415 ผ่านอำเภอทับปุดเข้าสู่ตัวเมืองพังงา

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-พังงา ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน ใช้เวลาเดินทางประมาณ 10 ชั่วโมง นอกจากนั้นจากจังหวัดพังงา มีรถโดยสารไปยังจังหวัดต่างๆ คือ ภูเก็ต กระบี่ ตรัง พัทลุง หาดใหญ่ สงขลา ปัตตานี นราธิวาส สุไหง-โกลก อำเภอบ้านตาขุน อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี และจากอำเภอเมืองมีรถประจำทางจากตลาดไปท่าเรือท่าด่านศุลกากร ที่สามารถเช่าเรือไปอุทยานแห่งชาติอ่าวพังงาได้อีกด้วย

1.3 รถไฟ การรถไฟแห่งประเทศไทย มีขบวนรถไฟออกจากกรุงเทพฯ ไปลงที่สถานีพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี แล้วต่อรถโดยสารประจำทางไปจังหวัดพังงาอีกประมาณ 2 ชั่วโมง

2. ทางอากาศ เครื่องบิน ไม่มีเที่ยวบินบินตรงไปจังหวัดพังงา แต่สามารถใช้บริการเที่ยวบินไปลงจังหวัดภูเก็ต จากนั้นต่อรถโดยสารประจำทางไปจังหวัดพังงา ระยะทางประมาณ 58

กิโลเมตร หรือเทียวบินไปจังหวัดระนอง จากนั้นต่อรถโดยสารประจำทางไปจังหวัดพังงา โดยใช้เวลาเดินทางต่อประมาณ 3 ชั่วโมง

3. ทางน้ำ การคมนาคมทางน้ำในจังหวัดพังงาส่วนใหญ่เป็นการเดินทางในระยะสั้นระหว่างเกาะต่างๆ เช่น อำเภอเกาะยาวกับตัวจังหวัด หรือเพื่อการท่องเที่ยว เช่น การเดินทางไปหมู่เกาะสุรินทร์ หมู่เกาะสิมิลัน เกาะปันหยี หรือแหล่งท่องเที่ยวอื่น โดยมี ท่าเรือที่สำหรับการขนส่งพาณิชย์ ท่าเทียบเรือขนส่งสินค้าและท่าเทียบเรือ เพื่อการท่องเที่ยว ซึ่งดำเนินการท่องเที่ยวโดยภาครัฐ

การเดินทางภายใน พังงา

ในตัวเมืองพังงามีรถโดยสารประจำทางไปยังอำเภอต่างๆ ได้อย่างสะดวก นักท่องเที่ยวสามารถเลือกใช้บริการยานพาหนะได้หลายรูปแบบตามอัธยาศัย

นอกจากนี้ยังมีรถสองแถวไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เช่น ถ้ำพุงช้าง ถ้ำฤาษีสวรรค์ คิวรถสองแถวและรถตู้ส่วนใหญ่อยู่ในตัวเมืองและบริเวณสถานีขนส่งพังงา

นอกจากเส้นทางบนบก ยังมีท่าเรือสำหรับไปเที่ยวเกาะหลายแห่ง เช่น ไปเที่ยวอ่าวพังงา ติดต่อเรือได้ที่ท่าเรือบริเวณที่ทำการอุทยานแห่งชาติอ่าวพังงา ท่าเรือท่าด่านศุลกากร เป็นท่าที่อยู่ใกล้ตัวเมืองที่สุด ท่าเรือสุระกุล (ท่าเรือกระโสม) อยู่ในอำเภอตะกั่วทุ่ง ไปหมู่เกาะสุรินทร์หรือเกาะพระทอง ติดต่อเรือได้ที่ท่าเรือคุระบุรี ไปหมู่เกาะสิมิลัน ติดต่อเรือได้ที่ท่าเรือทับละมุ ไปเกาะยาวน้อย-เกาะยาวใหญ่ ติดต่อเรือได้ที่ท่าเรือท่าด่านศุลกากร เป็นต้น

ระยะทางจากอำเภอเมืองพังงาไปยังอำเภอต่างๆ คือ

อำเภอตะกั่วทุ่ง 12 กิโลเมตร

อำเภอทับปุด 26 กิโลเมตร

อำเภอกะปง 47 กิโลเมตร

อำเภอท้ายเหมือง 57 กิโลเมตร

อำเภอตะกั่วป่า 65 กิโลเมตร

อำเภอคุระบุรี 125 กิโลเมตร

อำเภอเกาะยาว 138 กิโลเมตร

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดพังงามีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 261,370 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 8 อำเภอ 48 ตำบล 314 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

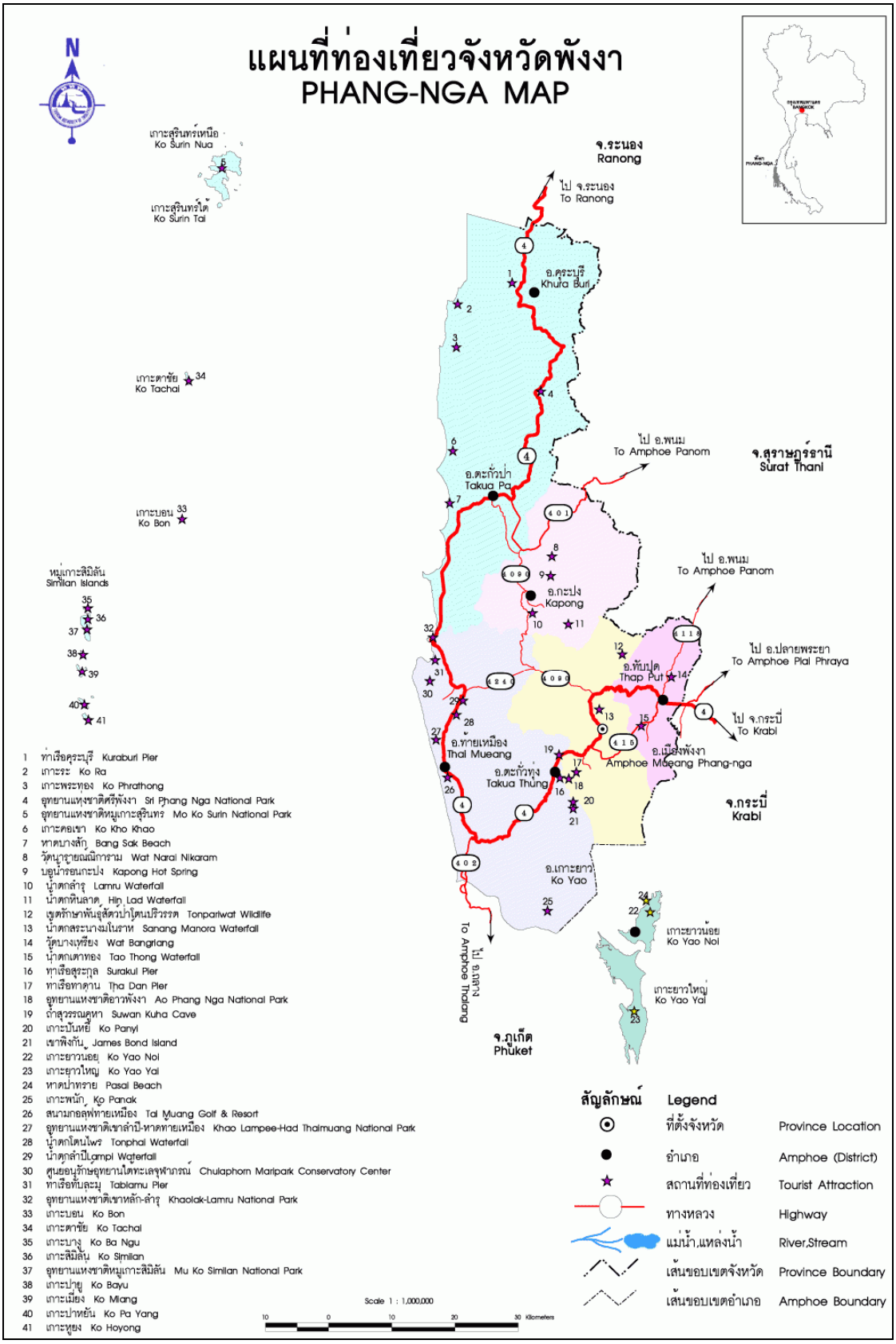
1. อำเภอเมืองพังงา มี 9 ตำบล 42 หมู่บ้าน
2. อำเภอตะกั่วทุ่ง มี 7 ตำบล 68 หมู่บ้าน
3. อำเภอท้ายเหมือง มี 6 ตำบล 49 หมู่บ้าน
4. อำเภอตะกั่วป่า มี 8 ตำบล 51 หมู่บ้าน
5. อำเภอคุระบุรี มี 4 ตำบล 33 หมู่บ้าน

6. อำเภอกะปง มี 6 ตำบล 24 หมู่บ้าน

7. อำเภอทับปุด มี 6 ตำบล 38 หมู่บ้าน

8. อำเภอเกาะยาว มี 3 ตำบล 18 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://tourtalay.com/Phangnga-howtogo.php , https://cinima8560.wordpress.com/ และ http://thai.tourismthailand.org/home)



ภาพที่ 2.17 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดพังงา

(ที่มา: http://paiduaykan.com/76_province/south/phangnga/maptravel.gif)

2.20 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดระนอง

คำขวัญจังหวัดระนอง : คอคอดกระ ภูเขาหญ้า กาหยูหวาน ธารน้ำแร่ มุกแท้เมืองระนอง

1. สภาพภูมิศาสตร์

จังหวัดระนองเป็นจังหวัดภาคใต้ตอนบน ด้านทิศตะวันตกติดกับทะเลอันดามัน และประเทศพม่า โดยมีระยะทางจากกรุงเทพมหานคร ผ่านทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) ประมาณ 568 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 3,298.045 ตารางกิโลเมตร (2,061,278 ไร่) เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากเป็นอันดับที่ 60 ของประเทศไทย เป็นพื้นที่ราบ 14% และภูเขา 86% มีเกาะใหญ่น้อยในทะเลอันดามัน จำนวน 62 เกาะ และมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ อำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร

ทิศตะวันออก ติดต่อกับ อำเภอเมือง, อำเภอสวี, อำเภอพะโต๊ะ จังหวัดชุมพร และอำเภอไชยา, อำเภอท่าฉาง, อำเภอบ้านตาขุน และกิ่งอำเภอวิภาวดี จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ทิศใต้ ติดต่อกับ อำเภอคุระบุรี จังหวัดพังงา และอำเภอคีรีรัฐนิคม จังหวัดสุราษฎร์ธานี

ทิศตะวันตก ติดต่อกับ ติดต่อกับ ประเทศพม่า และทะเลอันดามัน

2. ขนาดและรูปร่าง

จังหวัดระนองมีลักษณะรูปร่างเรียวยาว แคบ จากทิศเหนือสุดจดใต้สุดยาว 169 กิโลเมตร มีส่วนที่กว้างที่สุดที่เป็นพื้นดิน ประมาณ 25 กิโลเมตร และมีส่วนที่แคบที่สุด 9 กิโลเมตร ลักษณะภูมิประเทศประกอบด้วย ทิวเขา หุบเขาสลับซับซ้อน และเป็นป่าปกคลุม ทางทิศตะวันออกของจังหวัดพื้นที่ลาดเอียงลงสู่ทะเลอันดามันทางทิศตะวันตก ภูเขาที่สูงที่สุดของจังหวัด คือ ภูเขาพ่อตาโชงโดง สูง 975 เมตร

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดระนองอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีฝนตกชุกเกือบตลอดปี เฉลี่ยประมาณ 200 วัน ต่อปี ปีหนึ่งมี 2 ฤดู คือ

- ฤดูร้อน ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤษภาคม มีอากาศร้อนมากและนับวันจะร้อนมากขึ้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป

- ฤดูฝน แบ่งออกเป็น 2 ช่วง เพราะได้รับอิทธิพลของลมแตกต่างกัน ช่วงที่หนึ่ง ระหว่างเดือนมิถุนายนถึงตุลาคม มีฝนตกชุกมาก เนื่องจากได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากทะเลอันดามัน ช่วงที่สอง ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงมกราคม ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดมาจากฝั่งอ่าวไทย ทำให้มีฝนตกเบาบาง อุณหภูมิไม่สูงนัก อากาศเย็นสบาย อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันไม่มากนักระหว่างเดือนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดกับเดือนที่มีอุณหภูมิต่ำที่สุด มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 26-28 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยประมาณ 4,100 มิลลิเมตรต่อปี

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรดิน

จากการจำแนกกลุ่มดินของกรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ดินของจังหวัดระนอง จัดอยู่ในกลุ่มที่ 51 (Ranong series: Rg) เกิดจากการผุพังสลายตัวอยู่กับที่ และ/หรือเคลื่อนย้ายมาเป็นระยะทางใกล้ๆ โดยแรงโน้มถ่วงของโลกของหินทรายและหินในกลุ่มสภาพพื้นที่ ลูกคลื่นลอนลาดถึงเนิน เขา มีความลาดชัน 5-35% การระบายน้ำดีการไหลบ่าของน้ำบนผิวดินเร็วการซึมผ่านของน้ำเร็ว พบ ทั่วไปในบริเวณที่มีหินพื้นเป็นหินทรายและหินเขี้ยวหนุมาน ซึ่งส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเนินเขา เทือกเขา หรือเชิงเขาการจัดเรียงชั้น A-AC-C-R ลักษณะและสมบัติดิน เป็นดินตื้น ดินบนเป็นดินร่วนปนทราย มีสี น้ำตาลหรือสีน้ำตาลปนเหลืองดินล่างเป็นดินร่วนถึงเป็นดินร่วนเหนียวปนก้อนหินและมีชั้นหินพื้นภายใน ความ ลึก 50 ซม.จากผิวดิน ปฏิกิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงกรดจัด (pH 4.5-5.5) ในดินบนแล้วลดลงตาม ความลึก

ชุดดินที่คล้ายคลึงกัน ชุดดินพะโต๊ะ และชุดดินท่ายางข้อจำกัดการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นดินตื้น ที่มีสภาพความลาดชันสูง ข้อเสนอแนะในการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นดินที่ไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ถ้าหากมีความจำเป็นต้องนำมาใช้ในการปลูกยางพารา จะต้องมีการทำขั้นบันได ปลูกพืชคลุมดิน และมีการให้ปุ๋ยเคมีเพื่อเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน

ทรัพยากรป่าไม้

จังหวัดระนองมีป่าไม้อยู่ 2 ประเภท

(1) ป่าบก เป็นป่าที่ปรากฏให้เห็นอยู่โดยทั่วไป ปี 2549 จังหวัดระนองมีพื้นที่ป่าบกเหลืออยู่ 875,512.50 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 42.47 ของพื้นที่จังหวัด เมื่อรวมพื้นที่ป่าชายเลนอีกจำนวน 156,812.50 ไร่ แล้วจะมีพื้นที่ป่าทั้งสิ้น 1,032,325 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.08 ของพื้นที่จังหวัดทั้งหมด

(2) ป่าชายเลน จังหวัดระนองอยู่ติดกับทะเลอันดามัน ชายฝั่งมีน้ำทะเลท่วมถึง ทำให้เกิดสภาพป่าอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า ป่าชายเลน เป็นป่าที่มีสภาพทางนิเวศน์วิทยาที่สำคัญมากเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำวัยอ่อน มีไม้ที่สำคัญ ได้แก่ โกงกาง ปรง ถั่ว ตะบูน ประสัก และอื่นๆ จากภาพถ่ายดาวเทียม ปี 2546 จังหวัดระนองมีพื้นที่ป่าชายเลนที่คงสภาพประมาณ 158,301.25 ไร่ คิดเป็น 8.09 % ของพื้นที่จังหวัด แต่ในปี 2547 มีเนื้อที่ป่าชายเลนเหลืออยู่ 156,822 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.61

ทรัพยากรแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำผิวดิน ประกอบด้วย แม่น้ำกระบุรี และคลองสำคัญอีก 8 สาย ดังนี้

- แม่น้ำกระบุรี เป็นแม่น้ำสายสำคัญของจังหวัดระนอง เป็นแม่น้ำที่กั้นพรมแดนระหว่างประเทศ ไทยกับประเทศพม่า ต้นกำเนิดจากเขาน้ำตุ่น และเขาจอมแหทางทิศเหนือ ไหลผ่านอำเภอกระบุรีลงสู่ทะเล อันดามัน มีความยาวประมาณ 95 กิโลเมตร

- คลองปากจั่น ต้นกำเนิดจากปลายคลองบางนา ทางทิศเหนือ ไหลไปบรรจบแม่น้ำกระบุรี ที่ บ้านนาน้อย มีความยาวประมาณ 30 กิโลเมตร คลองลำเลียง ต้นกำเนิดจากเขาบางใหญ่และเขาแดน ทาง ทิศเหนือ ไหลผ่านอำเภอกระบุรี แล้วไหลลงสู่ทะเลอันดามัน มีความยาวประมาณ 20 กิโลเมตร

- คลองวัน ต้นกำเนิดจากเขาหินลุ ทางด้านทิศเหนือ ไหลไปบรรจบแม่น้ำกระบุรีที่บ้านทับหลี มีความยาวประมาณ 20 กิโลเมตร คลองกระบุรี มีต้นกำเนิดจากเขาผักแว่นในเขตจังหวัดชุมพร และ จังหวัดระนองไหลไปบรรจบแม่น้ำกระบุรี มีความยาวประมาณ 20 กิโลเมตร

- คลองละอุ่น ต้นกำเนิดจากเทือกเขาห้วยเสียด และเขาหินด่าน ไหลไปบรรจบแม่น้ำกระบุรี มีความยาวประมาณ 35 กิโลเมตร

- คลองกะเปอร์ ต้นกำเนิดจากเขายายหม่อน ไหลลงสู่ทะเลอันดามัน ที่บ้านบางลำพู อำเภอ กะเปอร์ มีความยาวประมาณ 32 กิโลเมตร

- คลองกำพวน ต้นกำเนิดจากเขาพรตานี ไหลลงสู่ทะเลอันดามัน ที่ตำบลกำพวน อำเภอสุข สำราญ

แหล่งน้ำใต้ดิน จากแผนที่อุทกธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี พบว่าแหล่งน้ำใต้ดินในจังหวัด ระนอง มีดังนี้

(1) น้ำใต้ดินในรูพรุนของหิน แหล่งน้ำเจ้าพระยา (Chao Phraya aquifers: QCp) พบ เฉพาะแห่ง มีปริมาณน้ำน้อย ประกอบด้วยดินเหนียวที่ไม่อัดแน่น ทรายและกรวดที่เกิดจากการทับถมโดย น้ำ อยู่บริเวณที่ราบน้ำท่วมแคบๆ และหุบเขาเล็กๆ ความลึกของชั้นน้ำไม่เกิน 200 ฟุต มีปริมาณน้ำ 20-100 แกลลอนต่อนาที น้ำมีคุณภาพดี

(2) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณรอยต่อของหินเนื้อแน่นแหล่งน้ำจากหินปูน (Carbonate aquifers: Pc) ประกอบด้วย หินปูนในยุคเพอร์เมียน ของหน่วยหินราชบุรี น้ำใต้ดินพบอยู่ในโพรง และ รอยเลื่อนของหินปูน และหินดินดาน มีปริมาณน้ำ 50-100 แกลลอนต่อนาที แต่บางแห่งที่เป็นโพรง หินปูนขนาดใหญ่อาจมีปริมาณน้ำมากถึง 500 แกลลอนต่อนาที คุณภาพน้ำเป็นน้ำกระด้าง และแหล่งน้ำที่ เกิดจากชั้นหินแปรของหินตะกอน (meta sediment aquifers :PQms) ยุคเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส ซึ่งประกอบไปด้วยหินกลุ่มราชบุรี และแก่งกระจานเป็นส่วนใหญ่เป็นหินทรายที่มีควอร์ต และเฟลสปาร์สูง หรือหินแปรของหินดินดาน และหินแกรนิต จะพบชั้นของน้ำใต้ดินบริเวณรอยแตก และรอยต่อของชั้นหิน ซึ่งมีความลึกไม่แน่นอน โดยทั่วไปพบว่ามีปริมาณน้ำ 35-50 แกลลอนต่อนาที และมีคุณภาพดี

ทรัพยากรแร่

ในอดีตจังหวัดระนองเป็นแหล่งผลิตแร่ดีบุกที่สำคัญแหล่งหนึ่งของประเทศไทย ต่อมาเมื่อแร่ ดีบุกมีราคาต่ำลง เหมืองแร่ดีบุกจึงปิดตัวลงเป็นจำนวนมาก แล้วหันมาผลิตแร่ดินขาวแทน โดยมีแร่ดีบุกเป็น แร่พลอยได้ จังหวัดระนองมีทรัพยากรแร่และหินจำนวน 4 ชนิด คือ ดีบุก ดินขาว หินปูน และ

ทรายแก้ว ปัจจุบันในจังหวัดระนองมีประทานบัตรทำเหมืองแร่รวมทั้งสิ้น 7 แปลง เนื้อที่รวม 807 ไร่ 2 งาน 80 ตารางวา ซึ่งทั้งหมดเป็นแร่ดินขาว

ทรัพยากรแร่ในจังหวัดสามารถกำหนดขอบเขตเป็นพื้นที่แหล่งแร่ได้ 3 ชนิด คือ หินปูน ดีบุก ดินขาว มีเนื้อที่รวมกันประมาณ 456 ตารางกิโลเมตร และจำแนกตามลักษณะการใช้ประโยชน์ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1) กลุ่มแร่เพื่อการพัฒนาสาธารณูปโภคพื้นฐาน และโครงการขนาดใหญ่ของรัฐ ได้แก่ หินปูนเพื่อ อุตสาหกรรมก่อสร้าง และหินปูนที่ยังจำแนกประเภทไม่ได้เนื่องจากไม่มีผลวิเคราะห์ทางเคมี

2) กลุ่มแร่เพื่อสนับสนุนเศรษฐกิจและอุตสาหกรรม แบ่งเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มแร่โลหะ ได้แก่ ดีบุก และกลุ่มแร่อุตสาหกรรม ได้แก่ ดินขาว และหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมอื่นๆ

3) กลุ่มแร่เพื่อการเกษตร ได้แก่ โดโลไมต์

5. การคมนาคม

ระนองอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 568 กิโลเมตร นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดระนองได้ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัวและรถประจำทาง ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดระนอง

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 35 (ถนนพระราม 2 หรือ ถนนธนบุรี-ปากท่อ) ผ่านจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม อำเภอปากท่อ แล้วแยกซ้ายเข้าสู่ทางหลวงหมายเลข 4 (ถนนเพชรเกษม) ผ่านจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ถึงสี่แยกปฐมพร (จังหวัดชุมพร) ไปจนถึงจังหวัดระนอง หรือสายรอง คือ ทางหลวงหมายเลข 4006 จากสามแยกราชดกรูด อำเภอเมืองระนอง ไปจดทางหลวงหมายเลข 41 อำเภอหลังสวน จังหวัดชุมพร

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-ระนอง ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน ใช้เวลาเดินทางประมาณ 8 ชั่วโมง

1.3 รถไฟ จากกรุงเทพฯ ไม่มีรถไฟไประนองโดยตรง นักท่องเที่ยวที่ประสงค์จะเดินทางโดยรถไฟ สามารถลงรถไฟที่สถานีรถไฟชุมพร แล้วต่อรถโดยสารประจำทางชุมพร – ระนอง ระยะทาง 122 กิโลเมตร

2. ทางอากาศ จังหวัดระนองมีท่าอากาศยานพาณิชย์ 1 แห่ง ทางวิ่งขนาด 45x2,000 เมตร เปิดเส้นทางบินตรงกรุงเทพฯ -ระนอง ผู้ให้บริการรายล่าสุด คือ สายการบินระนองแอร์ (บริษัท แฮปปี้แอร์) ซึ่งเริ่มให้บริการเมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ.2553 และประกาศหยุดบินเมื่อวันที่ 29 เม.ย. 2554 เป็นต้นมา การเดินทางไปยังจังหวัดระนองจะต้องเดินทาง จากท่าอากาศยานกรุงเทพฯ ไปลงที่ท่าอากาศ

ยาน จังหวัดสุราษฎร์ธานี โดยสายการบินไทย สายการบินวัน-ทู-โก และสายการบินแอร์เอเชีย แล้วต่อรถโดยสารจากจังหวัดสุราษฎร์ธานีไป จังหวัดระนอง ระยะทางประมาณ 219 กิโลเมตร

การเดินทางภายใน ระนอง

การเดินทางภายในจังหวัดระนองจะมีรถสองแถวบริการในเขตเทศบาลเมือง และวิ่งรอบเมืองไปบ่อน้ำร้อนและโรงแรมจันทร์สมฮอทสปา การเดินทางระหว่างต่างอำเภอของจังหวัดระนองมีรถสองแถวขนาดใหญ่เป็นพาหนะหลัก หรืออาจจะไปใช้บริการรถโดยสารที่วิ่งระหว่างจังหวัดที่สถานีขนส่ง มีบริการให้เช่ารถยนต์และรถมอเตอร์ไซด์สำหรับผู้ต้องการความเป็นส่วนตัว หรืออาจจะเช่าเหมารถตู้พร้อมคนขับสำหรับผู้ที่มากันเป็นหมู่คณะ นอกจากนั้นการเดินทางจากจังหวัดระนองไปจังหวัดใกล้เคียงสามารถขึ้นรถที่สถานีขนส่งจังหวัดระนอง ซึ่งมีรถโดยสารประจำทางไปยังชุมพร หลังสวน สุราษฎร์ธานี ตะกั่วป่า และภูเก็ต

การคมนาคมภายในตัวเมืองระนอง ใช้รถสองแถวโดยสารวิ่งรอบเมือง ดังนี้

สายที่ 1 : ตลาดท่าเมือง – หมู่บ้านกิจติมา

สายที่ 2 : รอบเมือง – สถานีขนส่งผู้โดยสารจังหวัดระนอง

สายที่ 3 : บ้านปากคลอง – สามแยกเขาพริกไทย

สายที่ 4 : บ้านปากคลอง – บ้านบางนอน

สายที่ 5 : หมู่บ้านพรเทพ – ท่าเทียบเรือชาวเกาะ

สายที่ 6 : หมู่บ้านปากคลอง – โรงเรียนสตรีระนอง

การคมนาคมจากจังหวัดระนองไปจังหวัดใกล้เคียง มีรถบัสประจำทางรถธรรมดา รถปรับอากาศ ตามเส้นทางดังนี้

ระนอง – ชุมพร ระยะทาง 122 กิโลเมตร

ระนอง – หาดใหญ่ ระยะทาง 508 กิโลเมตร

ระนอง – ตะกั่วป่า ระยะทาง 174 กิโลเมตร

ระนอง - หลังสวน – สุราษฎร์ธานี ระยะทาง 223 กิโลเมตร

ระนอง - ตะกั่วป่า – ภูเก็ต ระยะทาง 300 กิโลเมตร

ระนอง – กระบี่ ระยะทาง 318 กิโลเมตร

ระนอง – นครศรีธรรมราช ระยะทาง 356 กิโลเมตร

การเดินทางทางน้ำไปเกาะช้างและเกาะพยาม

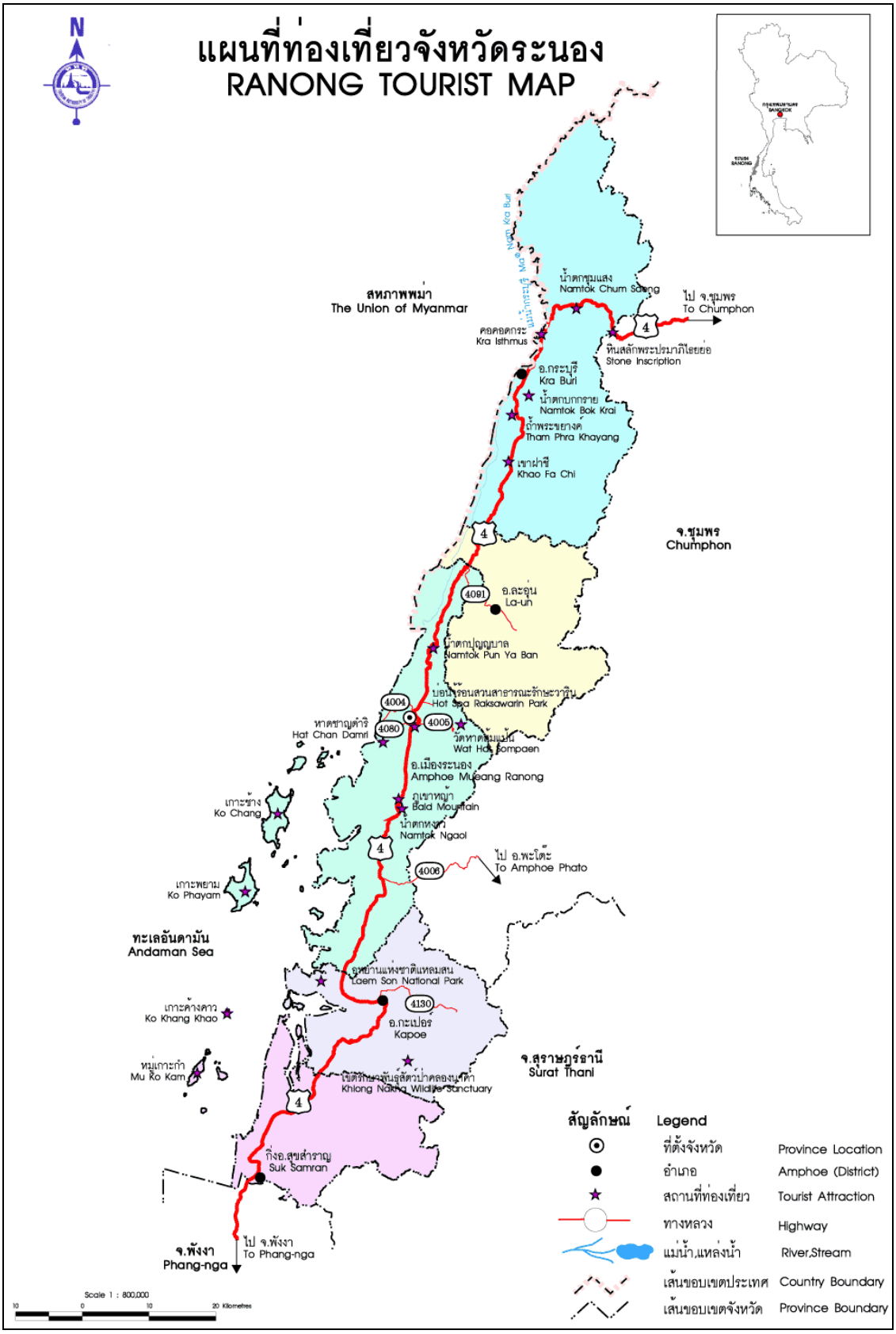
ช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางไปเกาะเป็นช่วงเดือนมกราคม – เมษายน เพราะเป็นช่วงที่ไม่มีมรสุม การเดินทางมีความปลอดภัยกว่า เรือจะมีให้บริการ 2 เที่ยว เช้าเวลา 9.00 น. และบ่ายเวลา 15.00 น.

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดระนองมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 177,089 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 5 อำเภอ 30 ตำบล 167 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อำเภอเมืองระนอง มี 9 ตำบล 39 หมู่บ้าน
2. อำเภอสุขสำราญ มี 2 ตำบล 15 หมู่บ้าน
3. อำเภอกะเปอร์ มี 5 ตำบล 34 หมู่บ้าน
4. อำเภอละอุ่น มี 7 ตำบล 30 หมู่บ้าน
5. อำเภอกระบุรี มี 7 ตำบล 60 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://www.jobpub.com/articles/showarticle.asp?id=1750, http://thai.tourismthailand.org/home และ http://103.28.101.10/briefprovince/filedoc/85000000.pdf)



ภาพที่ 2.18 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดระนอง

(ที่มา: http://www.novabizz.com/Map/img/map-63-ranong.gif)

2.21 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดตรัง

คำขวัญจังหวัดตรัง : เมืองพระยารัษฎา ชาวประชาใจกว้าง หมูย่างรสเลิศ ถิ่นกำเนิดยางพารา เด่นสง่าดอกสีตรัง ปะการังใต้ทะเล เสน่ห์หาดทรายงาม น้ำตกสวยตระการตา

1. สภาพภูมิศาสตร์

จังหวัดตรัง หรือเมืองทับเที่ยง เป็นจังหวัดท่องเที่ยวอีกแห่งหนึ่งของภาคใต้ ในอดีตเคยเป็นเมืองท่าค้าขายกับต่างประเทศ และเป็นศูนย์กลางการคมนาคมไปสู่จังหวัดนครศรีธรรมราช เมืองสิบสองนักษัตรในสมัยก่อน ตรัง เป็นเมืองแรกที่มีต้นยางพารามาปลูก โดยพระยารัษฎานุประดิษฐมหิศรภักดีนำพันธุ์มาจากมาเลเซียมาปลูกเป็นแห่งแรกของภาคใต้ เมืองตรังมีแหล่งท่องเที่ยวทั้งน้ำตกและเกาะกลางทะเลอันงดงามเป็นจำนวนมาก ตรังตั้งอยู่ทางภาคใต้ฝั่งตะวันตกติดทะเลอันดามันมีพื้นที่ตลอดแนวเขตจังหวัดยาว 119 กิโลเมตร อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานครตามเส้นทางสายเพชรเกษม 828 กิโลเมตร มีเนื้อที่ทั้งสิ้น 4,941.439 ตารางกิโลเมตร เป็นลำดับที่ 4 ของภาคใต้ และลำดับที่ 33 ของประเทศ มีอาณาเขตติดต่อจังหวัดต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ จดจังหวัดนครศรีธรรมราชและจังหวัดกระบี่

ทิศใต้ จังหวัดสตูลและทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

ทิศตะวันออก จดจังหวัดพัทลุง (มีเทือกเขาบรรทัดกั้นอาณาเขต)

ทิศตะวันตก จดจังหวัดกระบี่และทะเลอันดามัน มหาสมุทร

2. ขนาดและรูปร่าง

จังหวัดตรัง สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่โดยทั่วไปจะเป็นเนินสูงๆ ต่ำๆ สลับด้วยภูเขาใหญ่เล็กกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป พื้นที่ราบเรียบมีจำนวนน้อยซึ่งใช้เพาะปลูกข้าว ทางทิศตะวันออกมีเทือกเขาบรรทัดยาวจากเหนือจดใต้ และเป็นเส้นแบ่งเขตแดนระหว่างตรังกับพัทลุง มีพื้นที่ป่าประมาณร้อยละ 20 ของพื้นที่จังหวัด สภาพป่าเป็นป่าดิบชื้น สำหรับท้องที่ที่อยู่ติดกับทะเลมีป่าชายเลนที่ยังคงมีความอุดมสมบูรณ์ และมีพื้นที่เป็นเกาะจำนวน 46 เกาะ อยู่ในพื้นที่อำเภอกันตัง 12 เกาะ อำเภอปะเหลียน 13 เกาะ และอำเภอสิเกา 21 เกาะ

3. ลักษณะภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น แบ่งได้เป็น 2 ฤดูกาล คือ

- ฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม
- ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์

จังหวัดตรังอยู่ภายใต้ อิทธิพลของลมมรสุมที่พัดเป็นประจำ 2 ชนิด คือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ช่วงกลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม และลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนพฤษภาคม

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

1). ยางพารา เป็นพืชเศรษฐกิจที่ทำรายได้ให้แก่ประชาชนเป็นอย่างมาก ปลูกมากที่สุดที่อำเภอ ปะเหลียน

2). สัตว์น้ำ จังหวัดตรังมีอาณาเขตติดต่อกับชายฝั่งทะเลอันดามันมหาสมุทรอินเดีย ในเขตอำเภอสิเกา, กันตัง, ปะเหลียน, ย่านตาขาว และ กิ่งอำเภอหาดสำราญ มีความยาวประมาณ 119 กิโลเมตรจึงอุดมสมบูรณ์ไปด้วยสัตว์ทะเลนานาชนิด

3). แร่ธาตุสำคัญ ได้แก่ หินปูน หินอ่อน โดโลไมต์ ถ่านหิน ดีบุก ทังสเตน เฟลด์สปาร์ ทรายแก้ว และแบไรท์ มีมากที่อำเภอห้วยยอด โดยมีพื้นที่แหล่งแร่รวมประมาณ 352.6 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็น 7.17 % ของเนื้อที่จังหวัด นอกจากนี้ยังมีทรัพยากรธรณีอีกประเภทหนึ่ง คือ ทรายก่อสร้าง

4). ปาล์มน้ำมัน ปลูกมากที่อำเภอสิเกาและอำเภอวังวิเศษ ซึ่งมีพื้นที่ติดต่อกับจังหวัดกระบี่

5). รังนก มีตามเกาะต่าง ๆ ในเขตอำเภอกันตัง อำเภอปะเหลียน อำเภอสิเกา ซึ่งเอกชนได้รับสัมปทานเก็บในแต่ละปี

5. การคมนาคม

ตรังอยู่ห่างจากกรุงเทพฯ ประมาณ 828 กิโลเมตร นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดตรังได้หลายวิธี ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง รถไฟ และเครื่องบิน ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดตรัง

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว ไปตรังได้ 2 เส้นทาง คือ

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) ผ่านจังหวัดเพชรบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร จากนั้นเข้าทางหลวงหมายเลข 41 ผ่านสุราษฎร์ธานี ทุ่งสง แล้วแยกเข้าทางหลวงหมายเลข 403 สู่อำเภอห้วยยอด จากนั้นเลี้ยวซ้ายเข้าทางหลวงหมายเลข 4 ไปจนถึงตรัง ระยะทางประมาณ 828 กิโลเมตร

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) จนถึงจังหวัดชุมพร แล้วแยกเข้าระนอง พังงา กระบี่ ตรัง ระยะทางประมาณ 1,020 กิโลเมตร

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-ตรัง ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน ใช้เวลาเดินทางประมาณ 12 ชั่วโมง

1.3 รถไฟ สำหรับการเดินทางโดยรถไฟ มีรถด่วนและรถเร็วออกจากสถานีกรุงเทพฯ ถึงสถานีตรังทุกวัน วันละ 2 ขบวน คือ

– รถเร็ว กันตัง-ตรัง-กรุงเทพฯ ทุกวันทั้งไปและกลับ

– รถด่วน ตรัง-กรุงเทพฯ ทุกวันทั้งไปและกลับ

2. ทางอากาศ สายการบินที่ให้บริการเส้นทางกรุงเทพฯ-ตรัง คือ นกแอร์และแอร์เอเชีย

3. ทางน้ำ ท่าเทียบเรือกันตังจัดเป็นท่าเทียบเรือสินค้า เรือท่องเที่ยว ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ท่าเทียบเรือสิเกา (ปากเมง) มีเรือให้บริการด้านการท่องเที่ยว

การเดินทางภายใน ตรัง

ในตัวเมืองตรังมีรถโดยสารประจำทางไปยังอำเภอต่างๆ ได้อย่างสะดวก นักท่องเที่ยวสามารถเลือกใช้บริการยานพาหนะได้หลายรูปแบบ ทั้งรถตุ๊กตุ๊กหน้ากบ รถสองแถว รถโดยสารประจำทาง ฯลฯ

นอกจากเส้นทางบนบก การเดินทางทางเรือก็เป็นอีกเส้นทางสำคัญสำหรับการท่องเที่ยว เพราะตรังเป็นเสมือนศูนย์กลางเดินทางไปท่องเที่ยวในหมู่เกาะต่างๆ ทั้งในพื้นที่จังหวัดตรังและจังหวัดกระบี่ ซึ่งมีน่านน้ำต่อเนื่องกันหลายท่าเรือของตรังมีเรือโดยสารให้บริการไปยังแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เช่น ท่าเรือปากเมง ท่าเรือหาดยาว เป็นต้น

ระยะทางจากอำเภอเมืองตรังไปยังอำเภอต่างๆ คือ

อำเภอนาโยง 12 กิโลเมตร

อำเภอย่านตาขาว 20 กิโลเมตร

อำเภอกันตัง 24 กิโลเมตร

อำเภอห้วยยอด 28 กิโลเมตร

อำเภอสิเกา 33 กิโลเมตร

อำเภอปะเหลียน 44 กิโลเมตร

อำเภอรัษฎา 57 กิโลเมตร

อำเภอหาดสำราญ 59 กิโลเมตร

อำเภอวังวิเศษ 60 กิโลเมตร

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดตรังมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 638,746 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 10 อำเภอ 87 ตำบล 723 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อำเภอเมืองตรัง มี 15 ตำบล 121 หมู่บ้าน

2. อำเภอกันตัง มี 14 ตำบล 83 หมู่บ้าน

3. อำเภอสิเกา มี 5 ตำบล 40 หมู่บ้าน

4. อำเภอวังวิเศษ มี 5 ตำบล 68 หมู่บ้าน

5. อำเภอห้วยยอด มี 16 ตำบล 133 หมู่บ้าน

6. อำเภอรัษฎา มี 5 ตำบล 50 หมู่บ้าน

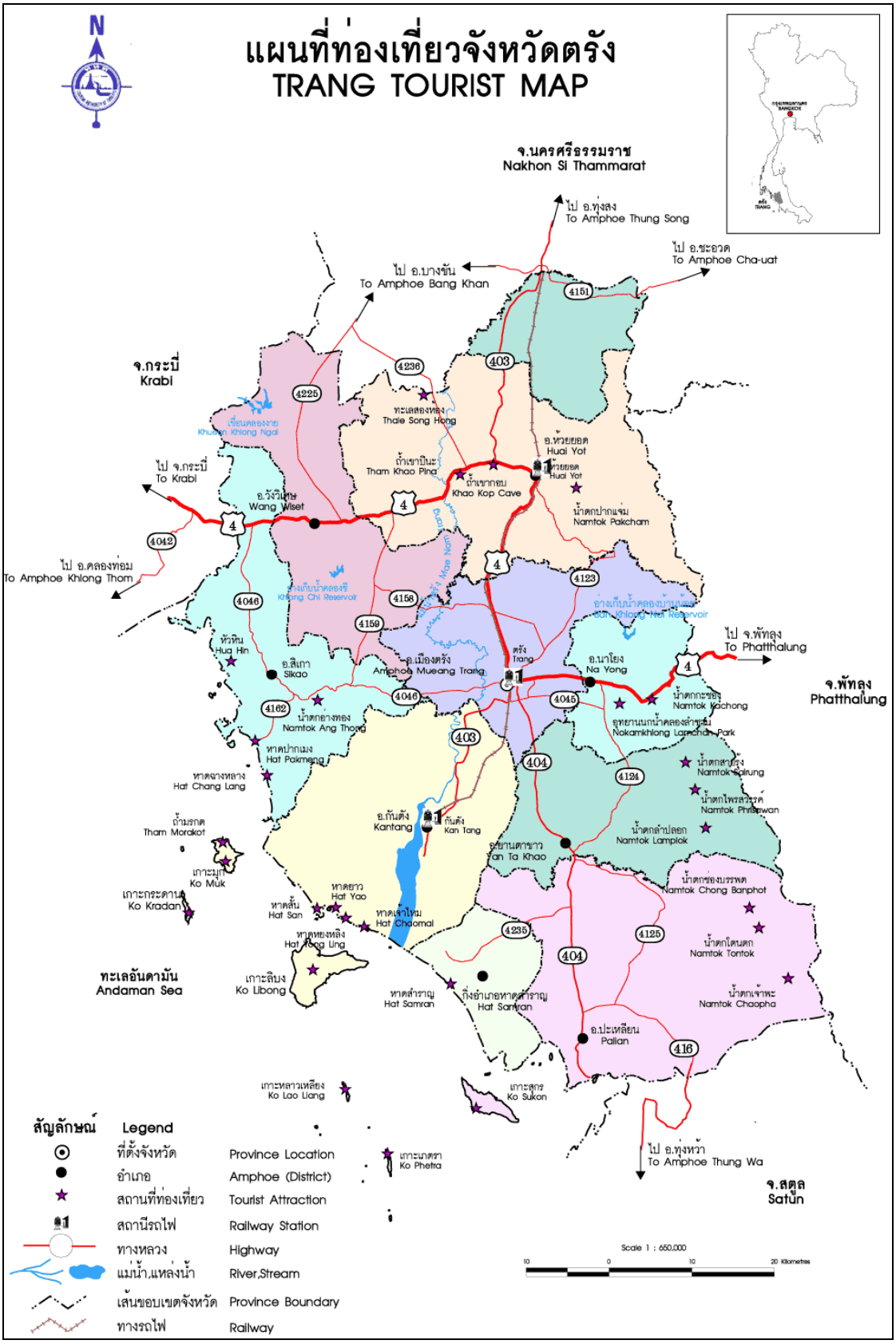
7. อำเภอนาโยง มี 6 ตำบล 53 หมู่บ้าน

8. อำเภอย่านตาขาว มี 8 ตำบล 67 หมู่บ้าน

9. อำเภอปะเหลียน มี 10 ตำบล 86 หมู่บ้าน

10. อำเภอหาดสำราญ มี 3 ตำบล 22 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://thai.tourismthailand.org/home , http://pvlo-trg.dld.go.th/office/Information%20Trang.pdf และ http://www.technictrang.ac.th/?page_id=366)



ภาพที่ 2.19 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดตรัง

(ที่มา: http://www.novabizz.com/Map/img/map-70-trang.gif)

2.22 ข้อมูลพื้นฐานของจังหวัดสตูล

คำขวัญจังหวัดสตูล : สตูล สงบ สะอาด ธรรมชาติบริสุทธิ์

1. สภาพภูมิศาสตร์

จังหวัดสตูล เป็นจังหวัดที่อยู่ใต้สุดของประเทศไทย ทางชายฝั่งทะเลอันดามัน เป็นจังหวัดสุดเขตแดนใต้ของประเทศไทยทางชายฝั่งทะเลอันดามัน ซึ่งเป็นชายฝั่งทะเลทางด้านตะวันตกอยู่ระหว่างเส้นละติจูดที่ 6° 4′ ถึง 7° 2′ เหนือ และเส้นลองจิจูดที่ 99° 5′ ถึง 100° 3′ ตะวันออก อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยเส้นทางรถยนต์ 973 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 2,807,522 ตารางกิโลเมตร หรือเท่ากับ 1,754,701 ไร่ พื้นที่ส่วนที่เป็นเกาะประมาณ 105 เกาะ มีชายฝั่งทะเลยาว 144.80 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อจังหวัดต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ ติดอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา อำเภอป่าบอน จังหวัดพัทลุง และอำเภอปะเหลียนจังหวัดตรัง

ทิศใต้ ติดรัฐเปอร์ลิสและรัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันออก ติดอำเภอสะเดา จังหวัดสงขลา และรัฐเปอร์ลิส ประเทศมาเลเซีย

ทิศตะวันตก ติดทะเลอันดามัน มหาสมุทรอินเดีย

2. ขนาดและรูปร่าง

จังหวัดสตูล พื้นที่ทางทิศเหนือและทิศตะวันออกเป็นเนินเขาและภูเขาสูง โดยมีเทือกเขาสำคัญๆ คือ ภูเขาสันกาลาคีรี พื้นที่ค่อยๆ ลาดเอียงลงสู่ทะเลด้านตะวันตก และทิศใต้มีที่ราบแคบๆ ขนานไปกับชายฝั่งทะเล ถัดจากที่ราบลงไปเป็นป่าชายเลน น้ำเค็มขึ้นถึง มีป่าแสมหรือป่าโกงกางอยู่เป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นจังหวัดสตูล เป็นจังหวัดที่มีลำน้ำสายสั้นๆ ไหลผ่านซึ่งเกิดจากภูเขาโดยรอบพื้นที่ทางตอนเหนือ และทิศตะวันออกของจังหวัด ประกอบด้วยภูเขามากมายสลับซับซ้อนโดยมีทิวเขานครศรีธรรมราชแบ่งเขตจังหวัดสตูลกับจังหวัดสงขลา และทิวเขาสันกาลาคีรีแบ่งเขตประเทศไทยและประเทศมาเลเซีย นอกจากนั้น ยังมีภูเขาน้อยใหญ่อยู่กระจัดกระจายในตอนล่างและชายฝั่งตะวันตก ภูเขาที่สำคัญได้แก่ เขาจีน เขาบารัง เขาหัวกาหมิง เขาใหญ่ เขาทะนาน เขาควนกาหลง และเขาโต๊ะพญาวัง

3. ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดสตูล ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือที่พัดจากประเทศจีนลงมาปกคลุมประเทศไทย และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ที่พัดมาจากมหาสมุทรอินเดีย ลักษณะภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้น มี 2 ฤดู ได้แก่

- ฤดูฝน ช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม และฝนตกชุกในระหว่างเดือนมิถุนายน – พฤศจิกายน

- ฤดูร้อนมีเพียง 4 เดือน เดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน

4. ทรัพยากรธรรมชาติ

ทรัพยากรป่าไม้

จังหวัดสตูลมีพื้นที่ป่าไม้ จำนวน 1,259.48 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 787,175 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 50.81 ของพื้นที่จังหวัด (คิดจากเนื้อที่จังหวัด 2,478.98 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 1,549,363 ไร่ โดยพื้นที่ดังกล่าวไม่นับรวมพื้นที่ที่เป็นส่วนของน้ำทะเล) แบ่งออกเป็น

- ป่าบก เนื้อที่ จำนวน 912.27 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 570,169 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 36.80 ของพื้นที่จังหวัด

- ป่าชายเลน เนื้อที่ จำนวน 347.21 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 217,007 ไร่ หรือคิดเป็นร้อยละ 14.01 ของพื้นที่จังหวัด

ทรัพยากรแร่ธาตุ

แร่ธาตุ สภาพทางธรณีวิทยาของจังหวัดสตูล มีชั้นหินที่อายุแตกต่างกันหลายยุค มีการพบแหล่งแร่ที่สำคัญหลายชนิด ได้แก่

- แหล่งแร่แบไรต์ที่อำเภอทุ่งหว้า

- แหล่งแร่หินอุตสาหกรรมชนิดหินทรายแป้งอุตสาหกรรมก่อสร้างที่อำเภอทุ่งหว้า

- แหล่งแร่พลวงที่อำเภอละงู

- แหล่งแร่หินอุตสาหกรรมชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมซีเมนต์มี่อำเภอละงู

- แหล่งแร่ทองคำที่อำเภอละงู

- แหล่งแร่อุตสาหกรรมชนิดหินปูนเพื่ออุตสาหกรรมก่อสร้างที่อำเภอควนกาหลง

ทรัพยากรน้ำ

1. ลำน้ำตามธรรมชาติที่สำคัญ ได้แก่

- คลองละงู ความยาวประมาณ 73.44 กิโลเมตร ต้นน้ำอยู่บริเวณเทือกเขาด้านใต้ของจังหวัดตรังและสงขลา ไหลมาทางด้านเหนือของจังหวัดตามแนวเส้นแบ่งเขตอำเภอละงู และอำเภอควนกาหลง ความยาวประมาณ 47 กิโลเมตร ไหลมาบรรจบกับคลองปากบารา

- คลองมำบัง ต้นน้ำมีอยู่บริเวณเทือกเขาระหว่างอำเภอควนกาหลงและอำเภอควนโดน

- คลองบาราเกต ความยาวประมาณ 44.58 กิโลเมตร ต้นน้ำอยู่บริเวณเขาสามยอดดอนสีเดน ไหลผ่านอำเภอควนกาหลงเข้าสู่อำเภอท่าแพ และไหลออกสู่ทะเลบริเวณปากอ่าวเกาะแดง

- คลองลำโลนน้อย ความยาวประมาณ 15.17 กิโลเมตร มีต้นน้ำอยู่บริเวณเขาเขียว เขาไคร เขาโต๊ะ ไหลผ่านเขตอำเภอควนกาหลง มาบรรจบกับคลองละงูที่บ้านตาแหลม เป็นคลองที่มีสายน้ำไหลตลอดทั้งปี

- คลองท่าจีน ความยาวประมาณ 33.96 กิโลเมตร ต้นน้ำเกิดบริเวณเทือกเขาติดกับประเทศมาเลเซีย เขตอำเภอเมืองสตูล คลองสายนี้อยู่ทางทิศตะวันออกของอำเภอเมือง ไหลออกสู่ทะเลบริเวณอ่าวท่าจีน

2. แหล่งน้ำ จำนวน 1,046 แห่ง ประกอบด้วย แหล่งน้ำสาธารณะ จำนวน 199 แห่ง แหล่ง น้ำเอกชน จำนวน 776 แห่ง และแหล่งน้ำอื่นๆ จำนวน 71 แห่ง

3. ฝาย จำนวน 28 แห่ง

5. การคมนาคม

จังหวัดสตูล มีเส้นทางคมนาคมทั้งทางหลวงแผ่นดินและทางหลวงจังหวัด ที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัด ระหว่างอำเภอ และระหว่างประเทศเพื่อนบ้าน โดยมีทางหลวงแผ่นดินที่สำคัญ ได้แก่

1. ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 406 สายยนตรการกำธร เป็นทางหลักที่สามารถเดินทางไปยังจังหวัดใกล้เคียง คือ จังหวัดพัทลุง จังหวัดสงขลา และจังหวัดตรัง โดยไปเชื่อมต่อกับถนนเพชรเกษม ที่สี่แยกคูหา เขตอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา แยกซ้ายไปจังหวัดพัทลุง แยกขวาไปอำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระยะทางประมาณ 67 กิโลเมตร

2. ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 416 สายฉลุง-ตรัง เป็นเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างจังหวัดสตูลกับจังหวัดตรัง ระยะทางประมาณ 140 กิโลเมตร เริ่มจากสามแยกฉลุง ผ่านอำเภอท่าแพ อำเภอละงู อำเภอทุ่งหว้า อำเภอปะเหลียน และอำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง นักท่องเที่ยวสามารถเดินทางสู่จังหวัดสตูลได้หลายวิธี ทั้งทางรถยนต์ส่วนตัว รถประจำทาง รถไฟ และเครื่องบิน ดังนี้

การเดินทางไปจังหวัดสตูล

1. ทางบก

1.1 รถยนต์ส่วนตัว

- จากกรุงเทพฯ ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 (เพชรเกษม) หรือทางหลวงหมายเลข 35 (ธนบุรี-ปากท่อ) ไปบรรจบกับทางหลวงหมายเลข 4 ซึ่งเป็นเส้นทางหลักของการเดินทางเข้าสู่ภาคใต้ ผ่านจังหวัดเพชรบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จังหวัดชุมพร จากนั้นใช้เส้นทางหมายเลข 41 ผ่านเข้าจังหวัดสุราษฎร์ธานี จังหวัดนครศรีธรรมราช และสามารถเลือกได้ 2 เส้นทาง คือ

* จากอำเภอทุ่งสง จังหวัดนครศรีธรรมราช แยกขวาเข้าทางหลวงหมายเลข 403 จังหวัดตรัง ต่อด้วยทางหลวงหมายเลข 404 เข้าอำเภอปะเหลียน จังหวัดตรัง จากนั้นเลี้ยวซ้ายไป ทางหลวงหมายเลข 416 ผ่านอำเภอทุ่งหว้าและอำเภอละงู เข้าสู่จังหวัดสตูล

* ใช้เส้นทางหมายเลข 41 เข้าสู่จังหวัดพัทลุง จากจังหวัดพัทลุงไปอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา ใช้ทางหลวงหมายเลข 4 แล้วแยกขวาไปทางหลวงหมายเลข 406 ถึงจังหวัดสตูล ระยะทางประมาณ 973 กิโลเมตร

1.2 รถโดยสารประจำทาง มีรถโดยสารธรรมดาและรถโดยสารปรับอากาศของบริษัท ขนส่ง จำกัด และของเอกชน สายกรุงเทพฯ-สตูล ออกจากสถานีขนส่งสายใต้ ถนนบรมราชชนนี ทุกวัน ใช้เวลาเดินทางประมาณ 15 ชั่วโมง

1.3 รถไฟ สตูลไม่มีสถานีรถไฟ แต่สามารถเดินทางโดยรถไฟ ขบวนกรุงเทพฯ-ยะลา หรือกรุงเทพฯ-หาดใหญ่ ลงที่สถานีหาดใหญ่ จากนั้นจึงต่อรถแท็กซี่ รถตู้โดยสาร หรือรถโดยสารประจำทาง ไปยังจังหวัดสตูล ระยะทาง 97 กิโลเมตร

2. ทางอากาศ ไม่มีเที่ยวบินตรงจากกรุงเทพฯ ต้องนั่งเครื่องบินไปลงที่หาดใหญ่ แล้วต่อรถแท็กซี่หรือรถโดยสารประจำทาง เข้าสู่ตัวเมืองสตูล ระยะทาง 97 กิโลเมตร

การเดินทางภายใน สตูล

ในตัวเมืองสตูลมีรถโดยสารประจำทางไปยังอำเภอต่างๆ ได้อย่างสะดวก นักท่องเที่ยวสามารถเลือกใช้บริการยานพาหนะได้หลายรูปแบบตามอัธยาศัย รถสองแถวและรถรับจ้างจอดอยู่ตามจุดต่างๆ ในจังหวัด เช่น หน้าตลาดเทศบาล หน้าสถานีขนส่ง และสถานีรถไฟ ค่าบริการมีทั้งแบบตกลงกันตามแต่ระยะทางและแบบเหมาจ่าย

ระยะทางจากอำเภอเมืองสตูลไปยังอำเภอต่างๆ คือ

อำเภอควนโดน 21 กิโลเมตร

อำเภอท่าแพ 28 กิโลเมตร

อำเภอควนกาหลง 32 กิโลเมตร

อำเภอละงู 50 กิโลเมตร

กิ่งอำเภอมะนัง 50 กิโลเมตร

อำเภอทุ่งหว้า 76 กิโลเมตร

การติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้าน (มาเลเซีย)

1. ทางบก ใช้ทางหลวงหมายเลข 4184 สายควนสะตอ-บ้านวังประจัน เป็นทางหลวงที่เชื่อมกับทางหลวงของประเทศมาเลเซีย เริ่มจาก สามแยกควนสะตอ ไปถึงหลักเขตแดนที่บ้านวังประจัน ระยะทางประมาณ 22 กม. เดินทางจากวังประจัน ถึงปาดังเบซาร์ และจากปาดังเบซาร์ ไป ปีนัง หรือเดินทางไปจังหวัดสงขลา ผ่านด่านสะเดา อำเภอสะเดา-ไปอำเภอหาดใหญ่ (ปาดังเบซาร์ - หาดใหญ่) ระยะทางประมาณ 61 กม. และจากชายแดนวังประจันถึงเมืองกางา รัฐเปอร์ลิส ระยะทางประมาณ 36 กม. และจากรัฐเปอร์ลิส ไปปีนัง ระยะทาง 130 กม.

2. ทางน้ำ จากอำเภอเมือง ไปรัฐเปอร์ลิส โดยเรือโดยสารขนาดเล็ก และปัจจุบันมีเรือเฟอร์รี่ ของบริษัทเอกชนวิ่งระหว่างอำเภอเมือง-เกาะลังกาวี รัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย มีบริการ วันละ 4 เที่ยวโดยใช้เวลาในการเดินทางประมาณ 1.15 ชม. ออกจากท่าเทียบเรือตำมะลังบริเวณด่านศุลกากรตำมะลัง

6. จำนวนประชากรและการปกครอง

จังหวัดสตูลมีจำนวนประชากรทั้งสิ้น 312,673 คน (สำรวจเมื่อ ปี พ.ศ. 2557) และมีการปกครองส่วนภูมิภาค โดยแบ่งออกเป็น 7 อำเภอ 36 ตำบล 279 หมู่บ้าน ดังมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. อำเภอเมืองสตูล มี 12 ตำบล 70 หมู่บ้าน

2. อำเภอท่าแพ มี 4 ตำบล 31 หมู่บ้าน

3. อำเภอละงู มี 6 ตำบล 61 หมู่บ้าน

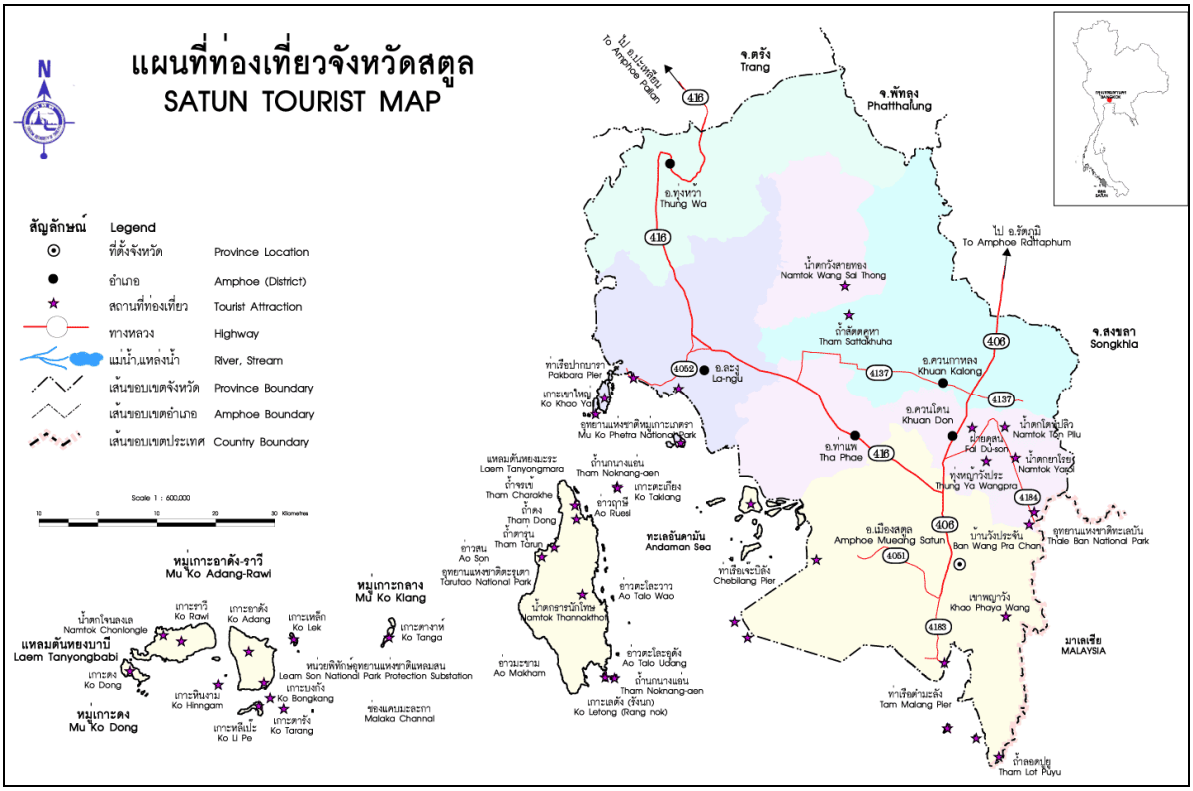
4. อำเภอทุ่งหว้า มี 5 ตำบล 35 หมู่บ้าน

5. อำเภอมะนัง มี 2 ตำบล 19 หมู่บ้าน

6. อำเภอควนกาหลง มี 3 ตำบล 32 หมู่บ้าน

7. อำเภอควนโดน มี 4 ตำบล 31 หมู่บ้าน

(ที่มา: http://thai.tourismthailand.org/home , http://www.osmsouth-border.go.th/provinces/detail/21/ และ http://www.satunpao.go.th/general_data/?page=2&g=1)



ภาพที่ 2.20 แผนที่ท่องเที่ยว จังหวัดสตูล

(ที่มา: http://www.novabizz.com/Map/img/map-72-satun.gif)