



台灣地理百科

taiwan 23

台灣的溫泉

宋聖榮・劉佳玟◎著

台灣大學地質科學系榮譽教授——王執明◎推薦

或許嘶嘶作響，

或許淅淅無聲，

每個溫泉，

都在訴說著自己萬年來身世的秘密…，

是關於這塊土地的水、岩石、酸鹼，和溫度。

台灣的溫泉 / 宋聖榮、劉佳玫著 -- 第一版. --

臺北縣新店市：遠足文化，民 92

面：公分. -- (台灣地理百科：23)

參考書目：面

ISBN 957-28031-7-4 (精裝)

1.溫泉 2.- 臺灣 - 地理

354.3

92000522

台灣地理百科 23

台灣的溫泉

推 薦
作 者
攝 影

王執明

宋聖榮、劉佳玫

宋聖榮、陳育賢、吳志學、呂理昌、林茂耀、黃兆慧、李昭興、林漢章、陳柏州、劉川宏、郭双富、陳慶芳、葉益青、林義貴、許丁文、陳駿逸、曾文鵬、林文智、陳永森、楊建夫、黃光瀛、邱意然、廖俊彥、廖泰基攝影工作室（廖泰基、黃國耀）

插 畫
電腦繪圖

王顧明、吳淑惠

許丁文工作室

總 編 輯

陳雨嵐

副總編輯

胡文青

主 編

吳麗雯、賴佩茹

美術主編

吳雅惠

編 輯

施雅棠、楊惠敏

助理美術編輯

黃珍潔

特約美編

許丁文工作室

社 長

郭重興

發行人兼
出版總監

曾大福

顧 問

黃德強 陳振楠

出 版 者

遠足文化事業股份有限公司

地 址

231 台北縣新店市中正路 506 號 4 樓

電話：02-22181417

傳真：02-22188057

E-mail：service@sinobooks.com.tw

郵撥帳號：19504465

0800221029

<http://www.walkers.com.tw>

北辰著作權事務所 蕭雄淋律師

成陽印刷股份有限公司 電話：02-22651491

客服專線

網 址

法律顧問

印 製

定 價 400 元

第一版第一刷 中華民國 92 年 03 月

第一版第四刷 中華民國 94 年 01 月

ISBN 957-28031-7-4

© 2003 Walkers Cultural Print in Taiwan

版權所有 翻印必究

本書如有缺頁、破損、裝訂錯誤，請寄回更換

23

台灣地理百科

台灣的溫泉

Taiwan

宋聖榮／劉佳玫◎著



遠足文化
Walkers Cultural

從亂象談起

近年來溫泉浴與溫泉水療(SPA)的休閒風席捲全台，溫泉成為觀光業者最熱門的產業、最賺錢的利器，於是不管是原有的溫泉徵兆區，或是連一點徵兆都沒有的地方，都有人在嘗試鑽井抽取溫泉，一夕之間台灣好像變成到處都有溫泉，隨處都可以泡湯的地方。

事實上，溫泉出露的地方有一定的地質和水文條件；熱源、靜水壓力差和地底深處向地表延伸的裂隙等，這些都是供應源源不絕溫泉的必備條件，但是卻沒有多少人真正了解與關心，甚至連政府機關也是一樣，以至於在沒有溫泉的地區到處亂鑽井，浪費有限的資源，或是在開發溫泉徵兆區時，未考慮到有限的溫泉水之永續利用，並造成溫泉區土地的超限及不當利用等等問題。

台灣自然湧出之溫泉徵兆區已知的最少有128處，遍布於各種地質岩層，其中以變質岩區的中央山脈及雪山山脈分布最多，火成岩區的大屯火山群及龜山島和綠島次之，而第三紀沉積岩區的西部丘陵、海岸山脈、蘭陽平原等地區最少。

台灣溫泉之所以會如此分布，主要還是受到地質和水文的條件影響。

溫泉出露在地表的徵兆區，多數與地質構造中的斷層、節理或是褶皺軸破碎帶息息相關，例如大屯火山群的溫泉區主要沿著金山斷層分布、中央山脈板岩區的溫泉常常是出露在節理發達的地區、烏來溫泉與平行南勢溪流向的忠治斷層有關、礁溪溫泉與礁溪斷層有關…等等，這些事實都說明了溫泉與台灣的地質密切相關。

但坊間近幾年來出版的溫泉書籍，甚少從地質的觀點來談論溫泉，以至於一般民眾只知道那裡有溫泉、如何去，但對於什麼是溫泉、溫泉的種類、化學組成和如何形成的種種知識，卻是相當的貧乏。看到宋聖榮先生從地質的觀點出發，書寫有關溫泉的種種知識，以及台灣溫泉的分布、種類和各種成因等，覺得很欣慰，認為早該有地質界的學者來完成此書，故特別推薦本書給讀者。

另外，特別呼籲一件事，請各界支持，速立「溫泉法」。根據溫泉水的定年研究結果，台灣多數的溫泉水都是屬於岩層中古老的水，而國內對於溫泉的開發利用卻漫無章法，因此亟需如其他國家（像日本）訂立管理溫泉的「溫泉法」，並實施總量管制；否則按照目前的狀況，將會造成台灣溫泉資源的污染或快速枯竭。

台灣大學地質科學系榮譽教授

王執明



溫泉： 滴滴珍貴的老水

溫泉，是來自地底下的天然珍貴寶物。古時候我們的老祖宗，在一天辛勤工作之後，將浸泡溫泉視為紓解身心疲勞、養精蓄銳的最佳享受。而現代人將泡溫泉稱為泡湯，其訴求的目的不僅僅是紓解身心而已，也講求養身的功效。

自民國八十五年觀光局開始提倡泡湯，訂該年為溫泉觀光年以提振台灣觀光業以來，泡湯在國內已漸漸蔚為一股風潮，全省各地的休閒渡假中心有溫泉出露的地方便以泡湯、美容、養身為號召，沒有溫泉出露的地方也大量的鑽探地下深井，有一些建商更在建造房屋時，希望能鑽取到溫泉水來吸引買氣，因而衍生了不少問題。

台灣目前已知的自然湧出之溫泉徵兆區最少有128處，其中以變質岩區分布最多，火成岩區次之，而第三紀的沉積岩區最少。然因有些溫泉較難到達，取樣不易，有些資料則未完成分析，故本書介紹的溫泉約有109處。

從最近的放射性碳十四及氬定年資料顯示，台灣不論是自然湧出的溫泉，或是鑽取深井的溫泉，其溫泉水形成的年代都相當久遠，除了一、兩個地方的溫泉水形成年代小於幾千年外，大部分已分析的溫泉水年代都老於一、兩萬年，且目前尚未測到年齡小於五十歲以下的溫泉水。

也就是說，目前所使用的溫泉水都是自然界在一、兩萬年前所形成的。

溫泉雖然可以源源再生，但是再生的速率卻相當慢。我們現在所使用的溫泉，是在花費自然界留下來的祖產，若再開發利用不當，則溫泉水可能受污染而

不能使用，或是快速地枯竭，這是身為後代子孫的我們不得不謹慎戒惕的。

本書第一章將概述溫泉的形成，及台灣形成溫泉的地質概況；第二章討論溫泉的定義、一般的成因和種類；第三章探討形成溫泉所需的地質條件——分別從火成岩區、沉積岩區和變質岩區等三大岩石種類的地質，來說明溫泉如何形成；第四章述說溫泉水中的化學組成——其陰、陽離子成分，以及這些成分組成的意義；第五章描述台灣現有一百多個溫泉的分布，並從不同的分類標準來探討台灣溫泉的種類；第六、七、八章則分別介紹台灣火成岩區、變質岩區和沉積岩區個別溫泉的位置、地質岩層、溫泉泉質和屬於何種溫泉等。最後一章是描述溫泉的利用現況，並試著探討溫泉資源的永續經營。



劉聖柔
劉佳玫



目錄

Contents

推薦序 從亂象談起 2

作者序 溫泉：滴滴珍貴的老水 4

壹 概述 8

前言 10 | 台灣的地體構造環境 12

台灣的岩石地層分布 14 | 台灣的地熱 18

貳 溫泉的定義、成因及分類 20

溫泉的定義 22 | 溫泉的成因 24 | 溫泉的分類 32

參 形成溫泉的地質條件 40

熱源的地質條件 42 | 水循環的地質條件 46

形成裂隙的地質條件 50 | 溫泉地熱系統的模式 54

大屯火山群的地熱系統 56

肆 溫泉的地球化學特性 58

溫泉的離子成分 60 | 溫泉的地球化學意義 66

伍 台灣溫泉的分布及分類 72

台灣溫泉的分布 74 | 台灣溫泉的分類 80

陸 台灣火成岩區的溫泉 90

台灣火成岩的分布 92 | 大屯火山群 96

龜山島 118 | 綠島 122



柒、台灣變質岩區的溫泉 124

台灣變質岩的分布 126 | 雪山山脈帶 128

中央山脈板岩區 140

中央山脈大南澳片岩區 164

捌、台灣沉積岩區的溫泉 172

台灣沈積岩的分布 174 | 西部麓山帶 176

海岸山脈 184 | 蘭陽平原 188

玖、溫泉的利用及永續經營 190

溫泉的利用 192 | 溫泉的永續經營 196

附錄

台灣百大溫泉速查表 200 | 參考文件 204



地球之所以為活生生的星球，乃是地球內部有大量的熱，不斷地從地球內部釋出地表，促使地球表面進行各種的地殼運動——大如板塊運動、大規模岩漿的噴發與侵入作用、引發大地震的斷層錯動等；小如局部地區的噴氣、溫泉等現象，都與地球內部的熱作用息息相關。





壹 概述

前言

人類自古以來就知道如何利用地熱來改善生活，例如引進溫泉來保暖和洗滌。近幾十年來更利用地熱水及蒸氣為能源，供作發電之用，北歐的冰島和南太平洋的紐西蘭，是兩個利用地熱能源最成功的國家。

溫泉就是天水（雨水）向地底下滲透，在地殼深處被岩漿的熱，或因「地溫梯度」加熱，然後經由岩層裂隙循環上升，自然湧出地表，形成溫度高於一般泉水最少 5°C 的熱水。

形成溫泉的最重要條件，是地底下要有地熱存在。也就是說，溫泉是地熱的煙囪，地底下是否有高溫的地熱，可由地表上是否有高溫的溫泉來判斷。所以，各種精密儀器未發明前，探勘地熱最直接簡便的方法就是調查該地溫泉的分布，以及其物理和化學性質。

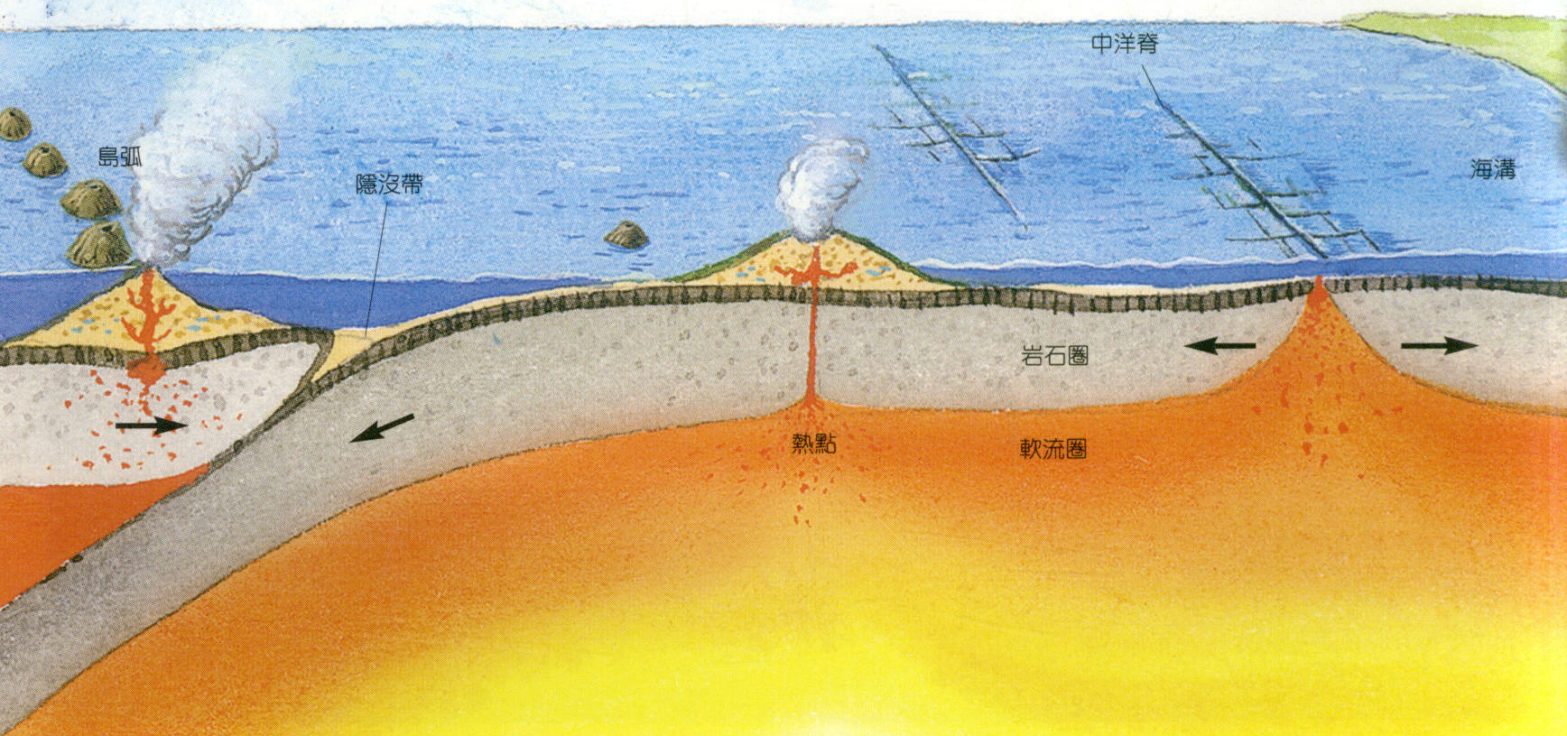
溫泉在地球表面的分布並不平均，有些地方到處都有溫泉，像台灣中央山脈的變質岩區、紐西蘭和日本的火山區域；但有些地方則是難得一見，例如南非和澳洲西部。

溫泉在地球表面之所以有這麼不均勻的分布，主要是因為地質環境不同所致。不同的地質條件影響到溫

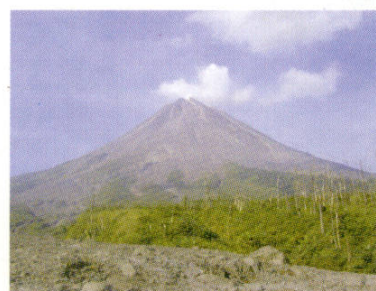
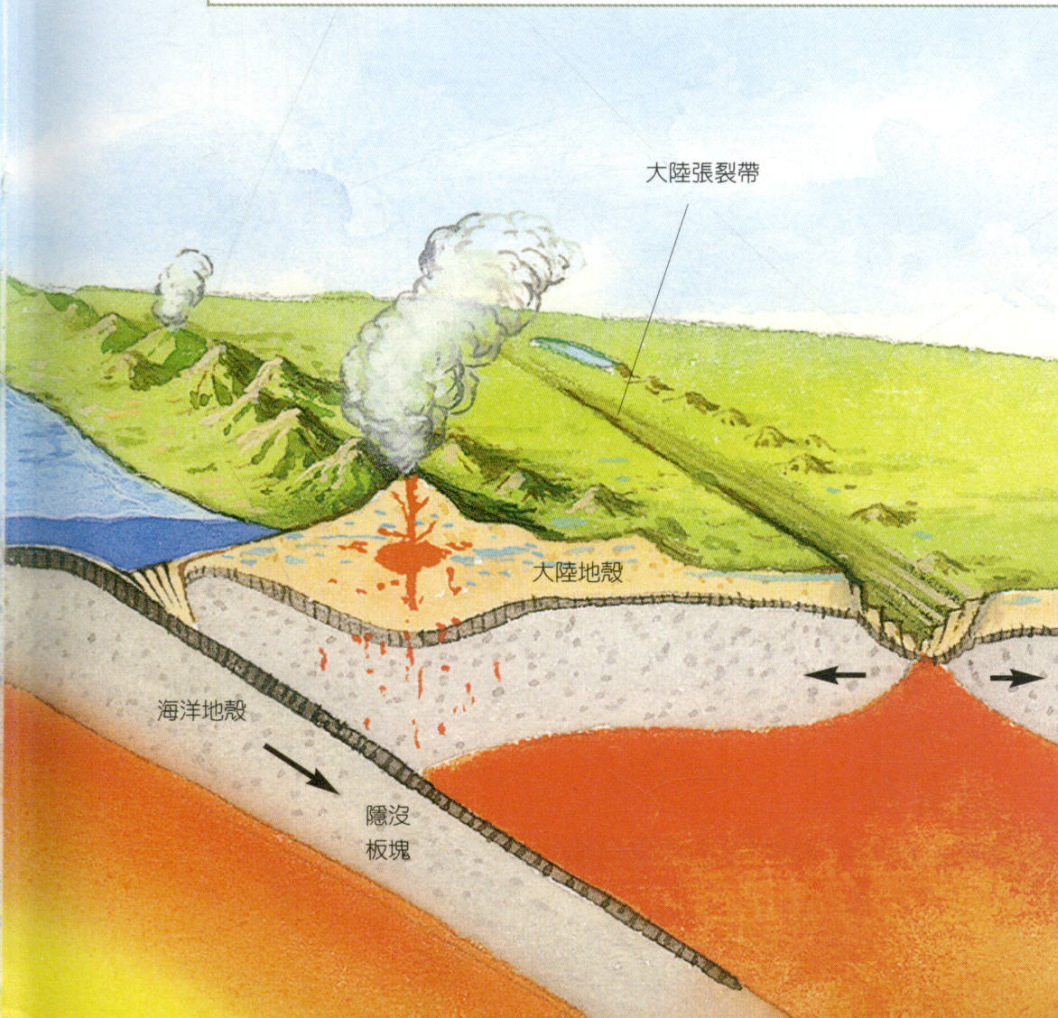
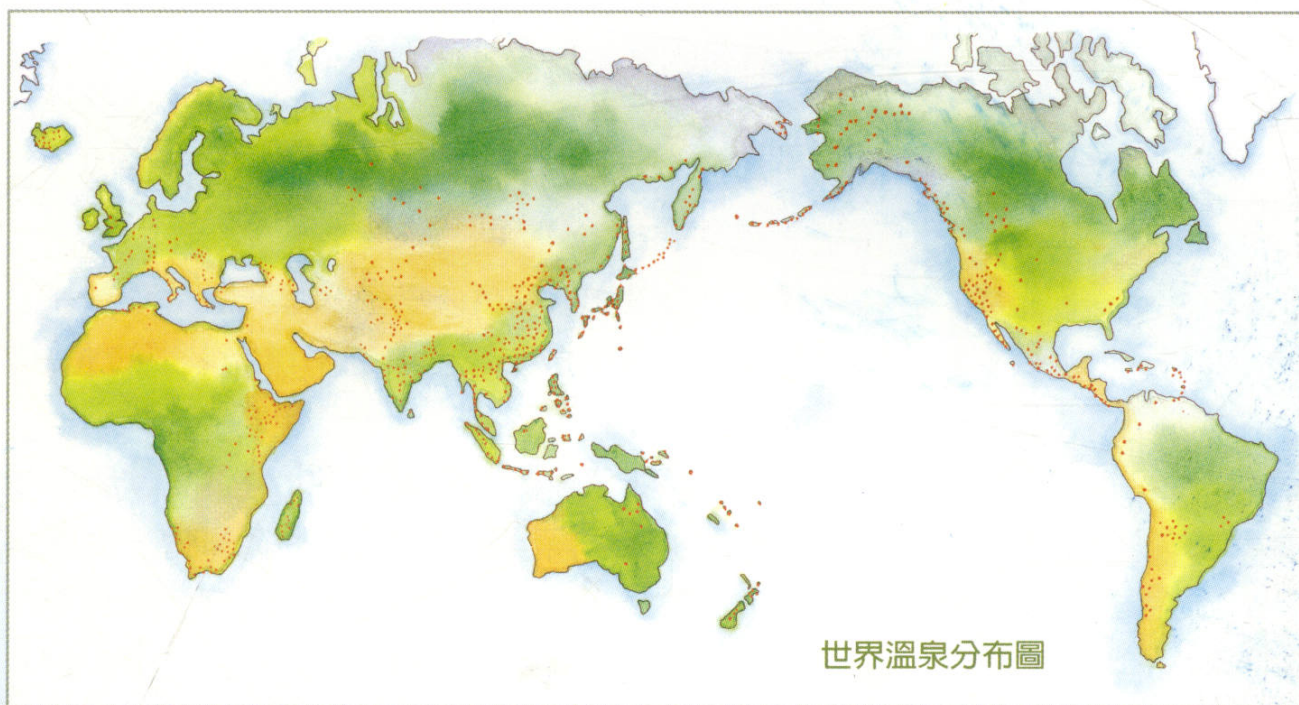
地溫梯度

地球內部越往深處，溫度就越高，即所謂的地溫梯度；地質學界常用「往地下每深入一公里所增加的溫度」來描述之。例如台灣西部的地溫梯度約為 $20^{\circ}\text{C}/\text{每公里}$ ，而中央山脈的地溫梯度則超過 $30^{\circ}\text{C}/\text{每公里}$ 。

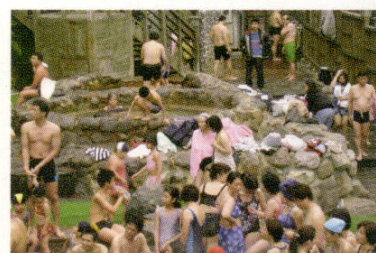
地球的地熱與板塊運動



泉的分布，也影響了溫泉的種類，像火山區域多硫化物泉，變質岩區多碳酸氫鈉泉，而沉積岩區則多為氯化物泉。



特徵顯著的印尼火山及其噴氣



泡湯，是多數民衆對溫泉的唯一認知。圖為北投的露天溫泉。

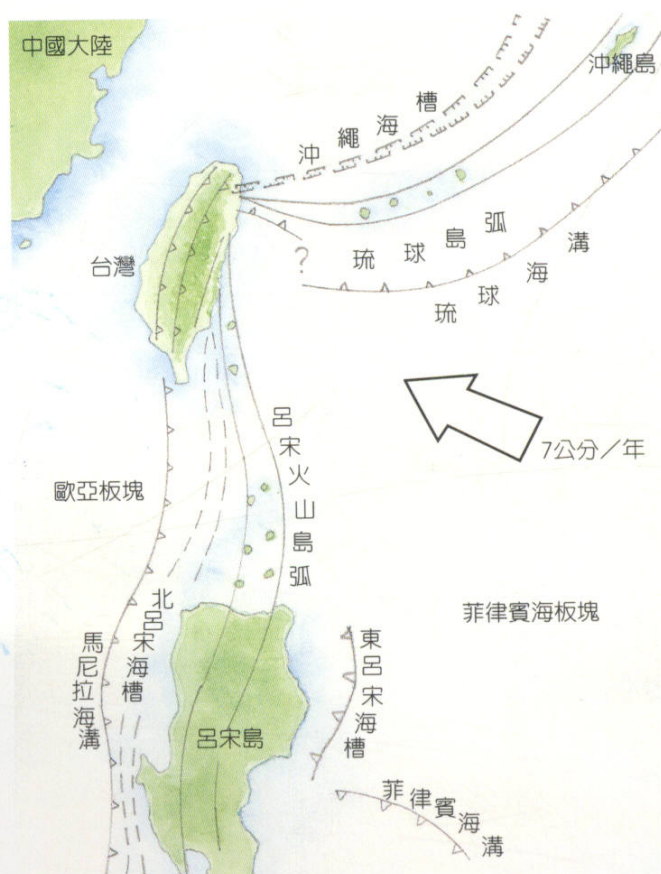
台灣的地體構造環境

台灣位於以大陸地殼為主的歐亞板塊和以海洋地殼為主的菲律賓海板塊之交界處。菲律賓海板塊每年以7公分左右的速度朝西北移動，位於其前緣的海岸山脈火山島弧，在大約500萬年前與歐亞大陸邊緣碰撞，使得原先堆積在中國大陸東部、台灣島未抬升前的大陸斜坡之沉積物，在過去的500萬年間被迅速地抬升隆起，形成了台灣地區超過3,000公尺的雪山山脈和中央山脈。

此碰撞作用現在仍持續向南進行著，故台灣島會繼續向南成長，若推擠的速度不變，預計未來的500萬年後，台灣島的面積就會倍增。

在台灣東北部，菲律賓海板塊向北隱沒入歐亞板塊底下，形成了琉球島弧和其北方的沖繩海槽。琉球島弧的火山活動向西延伸，可能形成了台灣北部的重要

火山活動，如大屯火山群、觀音山火山、基隆火山群和其外海的幾個小島，以及龜山島的火山活動，而沖繩海槽向西延伸張裂，則形成了台灣東北部的蘭陽平原。



台灣及鄰近地區的板塊構造與運動模式



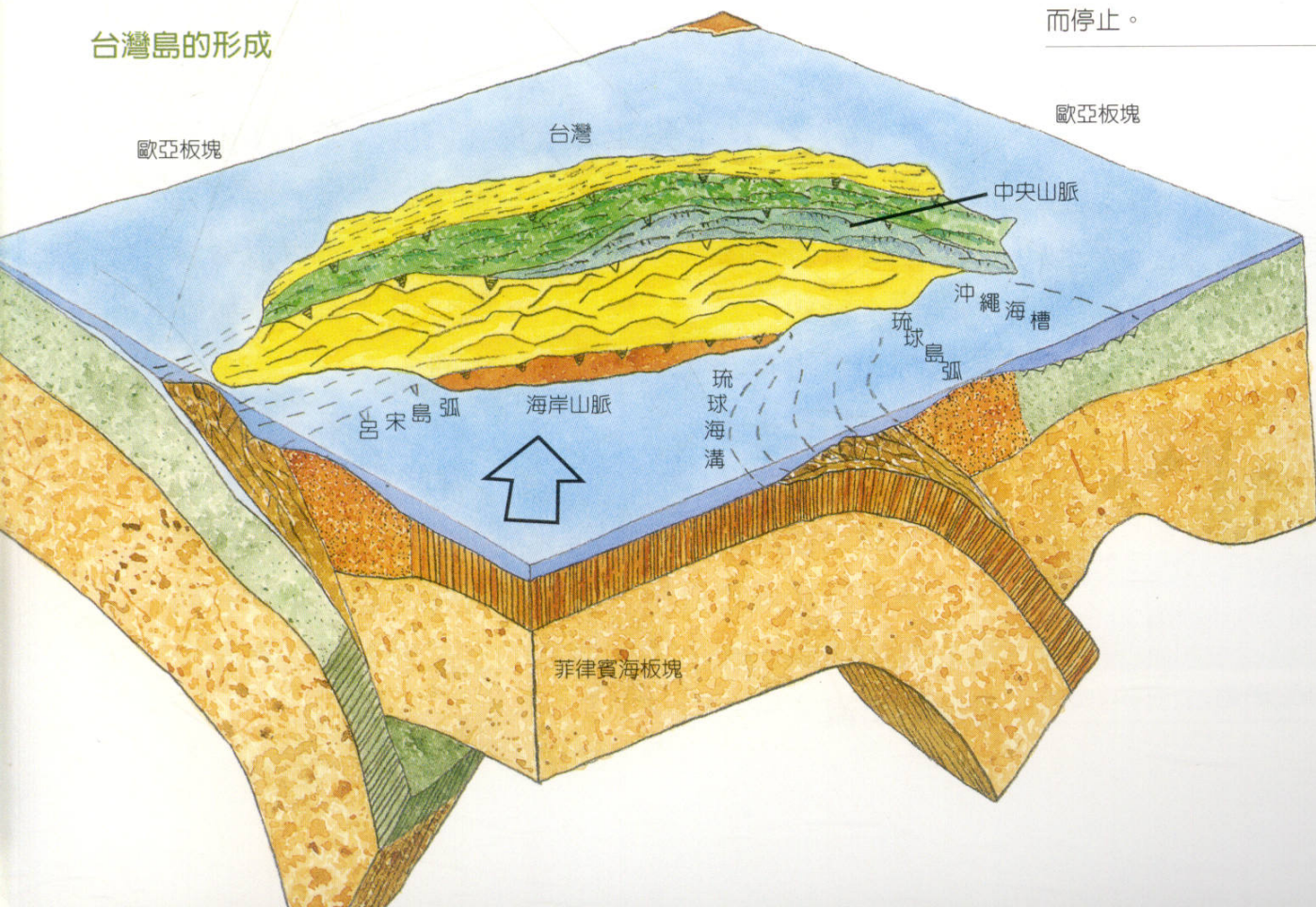
在台灣南部外海，歐亞板塊前緣的南海板塊在馬尼拉海溝處向東隱沒入菲律賓海板塊，發育了呂宋火山島弧，而台灣東部的海岸山脈即是呂宋火山島弧向北延伸的一段，只不過其已與歐亞板塊相碰撞，不再有火山活動。

龜山島看似一隻靜伏的海龜，其實是座隨時可能噴發的活火山。

海岸山脈火山活動的停止

海岸山脈的火山活動，主要是因為板塊的隱沒，引發上部地函熔融，形成岩漿上升所引發的；後來因為弧陸碰撞，使隱沒作用停止，故火山活動也因而停止。

台灣島的形成



台灣的岩石地層分布

台灣本島是以先第三紀變質雜岩系為基磐，上面覆蓋著第三紀到第四紀沉積盆地所堆積的沉積岩，和部分火山活動所形成的火成岩，全部的厚度可能達到一萬公尺以上。島上主要的地層都呈長而狹的帶狀分布，大致和台灣島的長軸平行。地層的年代從中央的脊樑山脈東側開始，向西部麓山帶逐漸變年輕。

在台灣本島上出露的岩層，因受到來自東邊呂宋島弧的海岸山脈碰撞擠壓影響，都呈現一個狹長的弧形。台灣弧的北翼較短，呈東北東的走向；較長的南翼是主要的一翼，走向為南北。台灣本島的所有主要構造線，包括地層的走向以及主要的斷層線和褶皺軸等，都和這個基本弧形構造一致。

台灣最早形成的岩石，為發生在古生代後期以及中生代的變質雜岩體，主要出露在中央山脈的東斜面，北端從蘇澳南邊的烏岩角開始，南延可以到達臺東縣太麻里溪的北岸，全長約240公里，寬度自10到30公里不等。

這個變質岩系主要由各種片岩和變質石灰岩所組成，其次有片麻岩及角閃岩，但後兩種岩類大多出露於北部；基性到超基性火成岩岩塊零星分布於變質岩中，多數是來自海洋地殼殘留的岩石。片岩可以分為三大類：綠色片岩、黑色片岩，和矽質片岩。由於缺乏化石，這些岩石大多缺少定年依據。

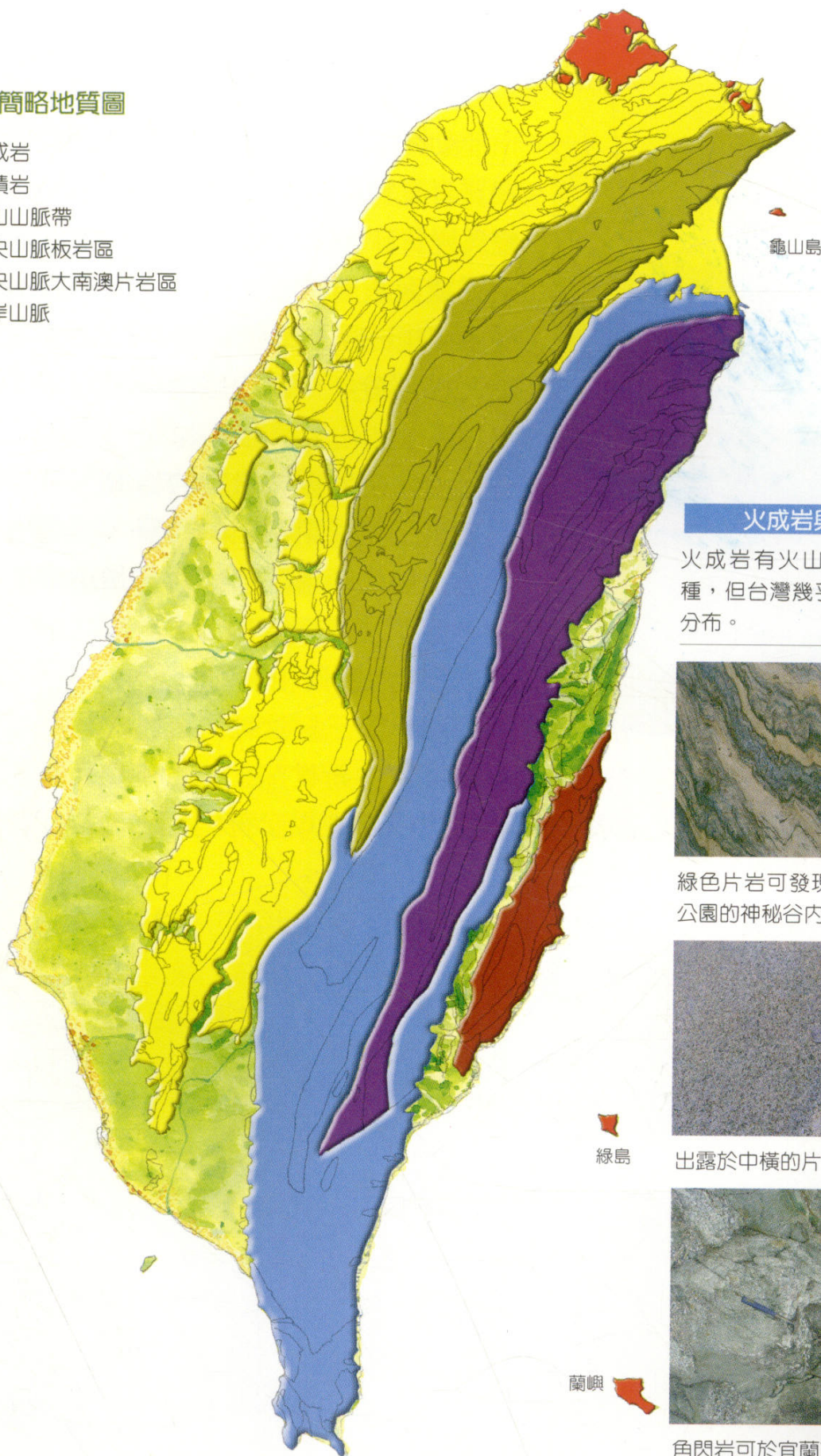
最早沉積在第三紀盆地中的岩層，是古第三紀到中新世巨厚的灰黑色頁岩或泥岩，有時夾有砂岩的互層，而靠近盆地的西側，則沉積了白色砂岩和炭質岩層，偶夾有灰黑色頁岩的互層。當時的盆地中尚有局部的火山活動，產生散布各處的玄武岩質凝灰岩和少量的熔岩流。

第三紀

第三紀距今約6,500萬年至200萬年之間；先第三紀則泛指老於第三紀的時期。

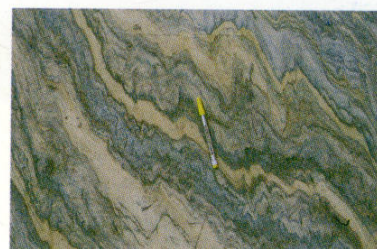
台灣簡略地質圖

- 火成岩
- 沈積岩
- 雪山山脈帶
- 中央山脈板岩區
- 中央山脈大南澳片岩區
- 海岸山脈



火成岩與火山岩

火成岩有火山岩及侵入岩二種，但台灣幾乎沒有侵入岩的分布。



綠色片岩可發現於太魯閣國家公園的神秘谷內



出露於中橫的片麻岩



角閃岩可於宜蘭東澳發現