

海沙的故鄉 — 臺灣北濱海沙的認識

高小組地球科學科第三名

台北市仁愛國民小學

作者：邱慧珍、黃士怡、劉又嘉、葉志慧

指導教師：趙曉燕、詹益正

一、研究動機

臺灣北部海濱有許多美麗的沙灘。有一天，爸爸帶我們到北濱遊玩，令我感到好奇的是，沙灘上的沙是從哪裡來的呢？我們又發現，白沙灣海水浴場的沙灘是一片雪白的，而金山沙灘看起來是灰黑色；來到福隆海水浴場，沙灘卻又是整片金黃色的，仔細觀察，這些沙灘的沙不論顏色或粗細都不太一樣，是否它的成分有差異呢？這些差異又代表了什麼意義呢？不禁想舀一些沙回家觀察。就讓我們來一起認識這些沙灘的海沙吧！

二、研究目的

我們在北部海濱的研究範圍，是由台北縣淡水的白沙灣到貢寮鄉的福隆海灘，橫跨北部和東北部的海岸線。

依照陸地上岩石的分布情形可分為兩個區域：淡水到金山是由大屯火山群噴出的火山岩鋪蓋成的；基隆到福隆則是由古老的沉積岩所形成的。淡水到金山之間河流密度是北濱沿線最高的，河流大都發源自大屯火山群，呈扇形向海岸開展流去。金山到福隆海岸的沉積物是數萬年以來，由沉積岩山區沖刷下來的泥沙，在淺海與海岸地區逐漸堆積，再由河流、風、浪等力量的長期侵蝕下，終於展現出今天我們在這些沙灘所見到的面貌（黃盛璘：北部海濱之旅，認識篇）。

由波浪和沿岸流的搬運將沉積物沉積在海岸邊，常見的沉積地方就是海灘。沙是海灘上最常見的沉積物，但是也有較粗的礫石和較細的黏土（何春蓀：普通地質學，第十六章、海岸的地質作用）。

沉積物可以簡單的分為二大類：岩石碎屑沉積物及生物碎屑沉積物。岩石碎屑沉積物再依顆粒的粒徑大小分為礫（大於 2 mm）、砂（2~1/16 mm）、粉砂（1/16~1/256 mm）及黏土（小於 1/256 mm）。沙粒大小在2~1/16公厘的碎屑沉積物，可以在河流與海洋中沉積。若將今日在海灘或砂丘的沙固結後就會形成砂岩（高級中學基礎地球科學：第三章沉積作用與沉積岩）。

所以我們想去認識台灣北濱不同沙灘上將形成砂岩的海沙。

我們的研究目的如下：

- (一) 瞭解海沙的來源。
- (二) 比較北部海濱之不同沙灘的海沙成分。
- (三) 比較不同沙灘的海沙成分比例，探討它是否造成外觀上的差異。
- (四) 探討鄰近河流流域的地質對沙灘海沙成分的影響。

三、設備器材

野外：地質地形圖、指南針、望遠鏡、放大鏡、標本袋、標籤紙、小杓子、十元銅幣、照相機、底片、野外記錄簿、筆。

室內：燒杯、烘乾機、40號分析篩、50號分析篩、80號分析篩、標本袋、標籤紙、培養皿、鑷子、紙黏土、立體顯微鏡、記錄簿、筆、載玻片、蓋玻片、卡紙、高倍立體顯微鏡、照相機、底片、磁鐵、稀鹽酸、五萬分之一地形圖（三芝、台北、雙溪、礁溪）、五萬分之一地質圖（三芝、台北、雙溪、頭城）、描圖紙、方格紙、彩色鉛筆、個人電腦。

四、研究過程

(一) 野外採集

1. 採集地點：由北部濱海的地形圖，選定北海岸的白沙灣、金山灣和東北角金沙灣、福隆灣四個沙灘。
2. 觀察地形、地質：從地形圖及地質圖上瞭解沙灘附近一帶的地理及地質概況，以做採集、研究的參考。
3. 採集方式：退潮時在淺灘處，由每個組員各採集沙灘表面沙子約100公克。

(二) 室內分析

1. 分類前處理

- (1) 把各採集地的沙樣分別倒入燒杯中浸水除去鹽分後烘乾。
- (2) 將烘乾後的沙分別倒入40號分析篩（篩孔直徑0.42 mm）、50號分析篩（0.297 mm）、80號分析篩（0.177 mm）、分別篩出四種不同大小顆粒的沙，再用立體顯微鏡觀察。我們發現大於0.42 mm的沙樣大多數是生物碎屑，小於0.297 mm的沙樣就較難判別屬於何種成分的沙，因此選擇大小適中且在各沙灘皆含量最多的

『大於0.297 mm小於0.42 mm的沙樣』作為樣本。

2.分類

- (1)決定在四個採集地分別隨機取大於0.297 mm小於0.42 mm的沙樣400顆，由每個組員數出兩個沙灘各200顆沙樣。
- (2)將沙樣放在立體顯微鏡下逐一觀察，依沙粒的顏色、形狀、破裂面、光澤與透明度等特徵，可以將沙粒分成石英、沉積岩碎屑、火成岩碎屑、重礦物、生物碎屑及其他類，分別排列在紙黏土上，以便作為計算。
- (3)再將相同沙灘的沙樣分類結果整合，並計算各類顆粒數。
- (4)選取原始沙樣中的石英、沉積岩碎屑、火成岩碎屑、重礦物、生物碎屑之標本各數顆，置於載玻片用高倍立體顯微鏡拍照。

3.磁鐵鐵沙實驗

用磁鐵分別貼近四個採集地的沙，觀察磁鐵吸附鐵沙的情況。

4.觀察沙樣中的生物碎屑

在四個採集點的沙樣中滴入稀鹽酸，觀察各沙灘的沙所產生的現象。

(三)製作四個採集地的沙樣成分統計圖表

- 1.四個採集地的沙樣可以分成石英、沉積岩碎屑、火成岩碎屑、重礦物、生物碎屑、其他各類，我們觀察、分類後，統計各沙灘中沙粒成分的顆粒數與比例。
- 2.將石英及沉積岩碎屑歸入沉積岩的來源，因為這個地區火成岩的岩性是安山岩，風化後產生的石英顆粒較少；將重礦物及火成岩碎屑歸入火成岩的來源。因此我們的研究區域的海灘沙可以大區分為三種來源：一為陸地上的沉積岩區；二為陸地上的火成岩區；三為海洋中的生物。

(四)繪製四個採集地河流域的地質圖，並計算其沉積岩與火成岩所涵蓋面積之比例。

每個組員負責一個河流域的繪製工作。我們依五萬分之一地形圖（三芝、台北、雙溪、礁溪）將四個採集點的流域面積繪出，再對照五萬分之一地質圖（三芝、台北、雙溪、頭城），分別計算出各流域中沉積岩與火成岩所涵蓋的面積比例，來討論沙灘沉積物的種類及比例與它的關係。

五、研究結果

結果一：組成分析

1.立體顯微鏡下觀察的結果，四個不同採集點海沙的組成以生物沉積物及碎屑沉積物為主。

(1)種類：生物沉積物有珊瑚、貝殼、有孔蟲與海膽骨針等碎屑。碎屑沉積物有石英、沉積岩碎屑、火成岩碎屑與重礦物等。

(2)特徵：

a.生物沉積物

生物碎屑：呈白色或棕色細薄片狀，不太透明，表面有的光滑，有的有花紋，呈珍珠狀光澤，硬度3，最重要的是滴稀鹽酸會起泡。

b.碎屑沉積物：

石英：表面粗糙，透明或呈白色，破裂面光滑，有光澤，硬度7，與生物碎屑最重要的區別是滴稀鹽酸不會起泡。

沉積岩碎屑：顏色呈灰黑或黃棕色，成分較均勻。

火成岩碎屑：顏色、形狀、質地都較不均勻，含有較大顆粒的礦物。

重礦物：顏色為紅色、深綠色或黑色，晶型較為清楚，有金屬光澤。

(3)成因：

a.生物沉積物：此類沉積物都屬於海洋中生物的殼體。在本地發現的生物殼體，如有孔蟲、貝殼、珊瑚與海膽等，這些生物死後，它的殼體被打碎後搬運沉積在沙灘上。

b.碎屑沉積物：陸地上的沉積岩與火成岩的岩層受到風化與侵蝕作用而生成岩石或礦物碎屑。之後再經由水流、風的搬運而沉積在海灘上。

2.不同篩目下沙樣的差異：含生物碎屑多的沙較粗，其他碎屑沉積物則多出現在較小的篩目。

3.以磁鐵分別貼近各採集地的沙樣，發現金山、白沙灣的黑色重礦物較多。

4.在各採集點的沙樣中滴入數滴稀鹽酸，可發現白沙灣與金沙灣的沙有明顯的起泡現象。這是因為含碳酸鈣成分的生物碎屑，遇到稀鹽酸就會產生二氧化碳的化學變化。此結果顯示白沙灣與金沙灣海灘沙中含有較多的生物碎屑。

結果二：四個採集地附近的地理概況考察結果

1.白沙灣沙灘

位於台北縣石門鄉，夾在麟山鼻和富貴角之間。白沙灣沙灘沙的特點是生物碎屑與火成岩顆粒相對較多。沙灘表面一層顏色較白的顆粒大多是生物碎屑，由於生物碎屑比重較輕，在風浪、海水的淘選下，會覆蓋在其他沙粒上而鋪在沙灘表層，所以遠望之下沙灘顏色較白。在沙灘近麟山鼻處，可發現數堆灰黑色的

大岩塊，是大屯火山系的產物—安山岩，應該是距今200萬至20萬年前火山爆發時，竹子火山大量熔岩噴發所造成的。岩石上可觀察到許多黑色的礦物斑晶。我們又發現白沙灣沙灘附近藻礁發達，在安山岩塊上可觀察到許多海洋小生物的殘骸。以上我們所觀察到的現象，可說明白沙灣的生物碎屑與火成岩顆粒相對較多的原因。

2. 金山灣沙灘

我們在金山灣的採集點是位於台北縣金山鄉東北方、金山海岬東側員潭溪出海口水尾漁港沙灘。這個沙灘是由磺溪和員潭溪沖積而成的。我們的採集點就在員潭溪出海口的附近。肉眼觀察此地沙灘的特徵為沙的顆粒較細、顏色較灰黑，沙灘上某些地方覆蓋黑色細顆粒，是海浪作用時所富集的重礦物沙。沙灘附近可發現許多含有黑色礦物斑晶的安山岩。

3. 金沙灣沙灘

位於台北縣貢寮鄉和美村與真理村之間，由兩條不知名小溪沖積而成。我們的採集點就在其中一條河口。沙灘附近安山岩岩塊密佈，有部分的藻礁。沙樣的特徵與白沙灣類似，因含有較多的生物碎屑而呈現顆粒較粗、顏色較白的外觀。

4. 福隆灣沙灘

位於台北縣貢寮鄉福隆海邊，為雙溪的出海口。沙灘往北一直延伸到鹽寮，是北濱最長的沙灘。福隆灣沙灘的沙，主要是被雙溪沖刷、攜帶下來。雙溪是東北角最主要的河川，同時，也因為雙溪橫切出海，沙灘被分割為二，而形成「內河外海」的特殊景觀。沙灘因為含有較多石英與沉積岩碎屑而呈現出顏色較黃的特徵。

結果三：四個採集點的流域地質圖繪製結果及其代表的意義

四個採集點的沙分別由不同的河流從它的流域搬運而來。我們依所繪出的四個採集點的流域地質圖（中央地質調查所：三芝、台北、雙溪、頭城5萬分之一地質圖）所計算出的各流域沉積岩與火成岩所占面積的比例（表1）得知，由北向南沉積岩所涵蓋面積的比例逐漸增多：白沙灣的流域約占18%、金山：27%、金沙灣：65%、福隆：99%；反之，火成岩所涵蓋面積的比例逐漸減少：白沙灣：82%、金山：73%、金沙灣：35%、福隆：1%。

結果四：四個採集點沙樣組成的差異

四個採集點沙樣初步分類結果如表2。將石英歸入沉積岩，重礦物歸入火成岩後統計結果如表3。

1. 我們從碎屑沉積物及生物沉積物顆粒數量調查統計結果得知（表3）：北部海濱沙的組成顆粒比例有很大的變化：白沙灣的沉積岩來源的顆粒有：169

顆 (42%、金山：209顆 (52%)、金沙灣：238顆 (58%)、福隆：378顆 (94%)。火成岩組成的顆粒：白沙灣142顆 (36%)、金山：168顆 (42%)、金沙灣：51顆 (13%)、福隆：6顆 (1%)。生物碎屑的顆粒數量上，白沙灣的生物碎屑有：86顆 (22%)、金山：17顆 (4%)、金沙灣：117顆 (29%)、福隆：22顆 (5%)。

2. 四個採集點沉積岩組成與火成岩組成的顆粒比例在統計上表現出有明顯的不同。
3. 以陸地來源的沉積物所占的比例來看，此統計結果顯示北濱白沙灣與金山灣的沙深受火成岩的影響，反之金沙灣與福隆灣的沙則深受沉積岩的影響。這與大屯火山系噴發後岩漿主要涵蓋在北部濱海地區北側的事實不謀而合。
4. 各採集點沙樣的顏色和它的成分有關：含生物碎屑多的沙顏色較白，如金沙灣、白沙灣；石英含量多的沙顏色較黃，如福隆；火成岩碎屑多的沙較為灰黑，如金山。
5. 以上結果與四個採集點的河流流域的火成岩與沉積岩所涵蓋的面積比例有一致性。北濱北側白沙灣、金山灣所含的火成岩碎屑多，同時它的流域火成岩所涵蓋的面積較大，約占82%與73%；而北濱南側金沙灣、福隆灣所含的沉積岩碎屑多，它的流域沉積岩所涵蓋的面積也較大，約占65%與99%。

六、討論

- (一) 根據我們的研究數據可知，白沙灣、金山灣、金沙灣、福隆灣由北向南的北濱各沙灘，從白沙灣起到福隆灣，沉積岩漸漸增多，可見北濱越靠南邊的海岸沙灘，沉積岩碎屑堆積成海岸沙灘的情形越多，尤其以福隆灣沙灘的沉積岩碎屑含量最多，這是由於福隆灣附近的雙溪流域沉積岩所涵蓋的面積比例較大。金沙灣沙灘也是由附近河水攜帶泥沙，在河口一帶堆積而成。因此金沙灣和福隆灣沙灘的沉積岩碎屑含量相對較多。
- (二) 石英在我們四個採集點中都是數量最多的成分，這是因為石英的硬度較高，不易風化或磨損，容易留存在沉積物中。還有一個可能的原因是四個採集點附近的河流流域的岩石以沉積岩為主或部份為沉積岩。福隆灣的沙樣中石英的比例甚至高達74%，這也有可能是雙溪的流域較大，岩石以沉積岩（砂岩）為主，加上風化後，搬運距離較遠，所以沙灘上的沉積，就以石英為主。
- (三) 火成岩碎屑以金山灣沙灘及白沙灣沙灘最多。金山灣附近的磺溪和白

沙灣附近的小溪均流經大屯火山區，使得沙裡含有許多火成岩碎屑，以致這兩處沙灘的火成岩碎屑所佔的比例遠大於金沙灣和福隆灣。

- (四) 重礦物的來源大都來自火成岩，從我們調查統計結果顯示福隆灣沙灘火成岩碎屑佔沙樣的0%或非常非常的少，但重礦物佔沙樣的1%，可見重礦物亦可能出現在沉積岩區。
- (五) 金沙灣、白沙灣沙灘的生物碎屑最多，沙灘顏色較白，可能與金沙灣與白沙灣一帶海域有較多的生物生長有關。此外，我們實地觀察到金沙灣和白沙灣一帶的藻礁較發達，即可說明此兩地生物碎屑何以較多的原因。
- (六) 我們所研究的四個沙灘沙顏色的不同是因為組成比例不同所導致，含生物碎屑多的沙顏色較白，如白沙灣及金沙灣；石英含量多的沙顏色較黃，如福隆灣；火成岩碎屑及重礦物多的沙多呈灰黑色，如金山灣。

七、結論

- (一) 沙灘上的沙主要的來源為附近的河流搬運沖積而成，還有部分是來自海洋中生物的碎屑殼體。
- (二) 從沙灘中沙的成分可推測附近河流上游岩石的種類。
- (三) 沙粒的主要成分是由不易受風化的石英所組成，它是地球表面上最普遍與較堅硬的礦物。
- (四) 沙灘顏色和沙灘中沙的成分有關。含生物碎屑多的沙顏色較白，石英含量多的沙顏色較黃或較白，火成岩碎屑及重礦物多的沙比較容易呈灰黑色。
- (五) 沙粒度的大小可能和海浪的能量有關，也可能和河流搬運石頭經過的距離和時間或與岩石的軟硬有關。
- (六) 北部海濱的沙由北向南沉積岩碎屑顆粒所占比例逐漸增多；反之，火成岩碎屑顆粒所占比例逐漸減少。此因為大屯火山系噴發後岩漿主要涵蓋在北濱地區的北側。
- (七) 根據我們所繪製的溪河流域地質類別圖，得知白沙灣、金山灣、金沙灣、福隆灣由北向南沉積岩面積所占比例逐漸增多；反之，火成岩面積所占比例逐漸減少。上述地質特性與四個沙灘所採集沙樣成分比例分析的結果互相印證。

八、未來展望

前一陣子海沙屋新聞頻傳，人人自危。我們請教老師，得知海沙的危害主要是氯離子會與水泥起鹼性反應，致使混凝土強度退化所致。海沙如果經過淡水的沖洗，去除其中的鹽分，也可以成為建築用沙。一般建築用沙又以石英沙較佳，重礦物及生物碎屑較不適合。我們由研究結果得知，海灘的沙絕大部分是來自於陸地，而從海沙成分分析，可以讓我們大致窺得該處河川流域的岩石結構，進而尋找到較理想的沙源。

在這次研究海沙的過程中，我們不但看到北濱特殊的地形景觀，更認識了海沙的奧秘。美中不足的是，我們的沙灘有著太多的垃圾，受到了太多的污染。希望藉著這個機會，喚起大家的重視：沙灘是國家及人民的資產，要保護，先要認識；教育國民，從小作起。期盼在我們的鄉土教材中加入類似單元，教導學生去認識海灘形成的過程及來源，並教育國民去珍惜它、愛護它。

九、謝詞

研究過程中承蒙台灣大學地質系陳文山教授、中央大學地質系李錫堤教授、台北市立師範學院許民陽教授指導，特此致謝。

十、參考資料

1. 小牛頓兒童科學園地第43號。台北市。牛頓出版有限公司。1987年。
2. 小牛頓兒童科學園地第94號。台北市。牛頓出版有限公司。1991年。
3. 高級中學基礎地球科學。國立台灣師範大學科學教育中心主編。國立編譯館出版。1995年。
4. 黃盛璘：北部海濱之旅，初版。台北市。遠流出版公司。1994年。
5. 王鑫：台灣的地形景觀。台北市。渡假出版社有限公司。1992年。
6. 何春蓀：普通地質學，三版。台北市。國立編譯館主編。1992年。
7. 王鑫：地形學。大學科學叢書。1988年。
8. 中華民國台灣地區三芝、台北、雙溪、礁溪五萬分之一地形圖。內政部版。1996年。
9. 三芝、台北、雙溪、頭城五萬分之一地質圖。經濟部中央地質調查所出版。1981年。

表1.北部海濱四個沙灘上游河流流域中火成岩與沉積岩所涵蓋的面積比例表
(數字表示面積平方公里，括號內數字表示百分比)

地質 \ 地點	白沙灣(%)	金山灣(%)	金沙灣(%)	福隆灣(%)
沉積岩	1 (18)	21 (18)	4.7 (65)	136.3 (99)
火成岩	4.7 (82)	56.4 (73)	2.5 (35)	2 (1)
總面積	5.7 (100)	77.4 (100)	7.2 (100)	138.3 (100)

表2.北部海濱四個沙灘的沙粒成分分析表
(數字表示沙的顆粒數，括號內數字表示百分比)

成份 \ 地點	白沙灣(%)	金山灣(%)	金沙灣(%)	福隆灣(%)
石 英	158 (39)	175 (43)	201 (49)	298 (74)
沉積岩碎屑	11 (3)	34 (9)	37 (9)	80 (20)
火成岩碎屑	108 (27)	141 (35)	23 (6)	0 (0)
重 礦 物	34 (9)	27 (7)	28 (7)	6 (1)
生 物 碎 屑	86 (22)	17 (4)	117 (29)	22 (5)
其 他	0 (0)	6 (2)	0 (0)	0 (0)
合 計	397 (100)	400 (100)	406 (100)	406 (100)

註：此表中的沉積岩碎屑不包含石英；火成岩碎屑不包含重礦物

表3.北部海濱四個沙灘的沙粒成分分析表
(數字表示沙的顆粒數，括號內數字表示百分比)

將石英與沉積岩碎屑歸入沉積岩，火成岩碎屑與重礦物歸入火成岩

成份 \ 地點	白沙灣(%)	金山灣(%)	金沙灣(%)	福隆灣(%)
沉積岩碎屑	169 (42)	209 (52)	238 (58)	378 (94)
火成岩碎屑	142 (36)	168 (42)	51 (13)	6 (1)
生 物 碎 屑	86 (22)	17 (4)	117 (29)	22 (5)
其 他	0 (0)	6 (2)	0 (0)	0 (0)
合 計	397 (100)	400 (100)	406 (100)	406 (100)

評語

- 1.海沙的故鄉取材甚佳，能利用身邊的環境作為研究材料，主意甚佳，值得鼓勵。
- 2.在實驗的設計及取樣上考慮周詳，因此調查的砂源環境能涵蓋不同比率的火成岩及沈積岩環境，並由海砂的分析相互印証，因此研究內容尚稱嚴謹。
- 3.參與人員能習得野外環境的取樣及實驗室之分析方法，相當難得，而且研究報告及壁報展示能利用電腦製作，難能可貴。
- 4.實際繪製研究區域地質分布圖，對內容的瞭解甚有助益。
- 5.美中不足者若干實驗觀測，如顯微鏡照相，可能出自指導教授幫忙才得以完成。