

# 以航空相片分析海岸變遷之應用

喻新<sup>1</sup> 吳至誠<sup>2</sup> 崔國強<sup>1</sup> 徐輝明<sup>1</sup>

1. 國立宜蘭大學土木工程學系副教授
2. 國立宜蘭大學土木工程學系助理教授

## 摘 要

海岸變遷為國土保持之重要課題，本研究係利用圖像資料中精度較高之航空相片為基礎先建立民國 81 年宜蘭蜜月灣海岸之高低潮位等潮位海岸線，並據以與其他年度之實際海岸線作一比較，以決定海岸是否有侵蝕或淤積現象。結果顯示各年度海岸線與 81 年為基準之海岸線相比較，82 年至 88 年間海岸均呈現稍微後退現象，但比較 86 年與 88 年之海岸線變化則顯示微幅突出狀況；若比較潮高尚未校正之各年度海岸線，發現海岸線均與當時的潮高相當，可以說明海岸在長期並無明顯變化情形。因為海岸具季節性動態變化行為，所以長期定時與野外現地實測可得到更精確之分析結果。

**關鍵詞：**航空相片、海岸變遷。

# The Application of Aerial Photos for Analysis on the Coast Variation

Hsin Yu<sup>1</sup> Jee-Cheng Wu<sup>2</sup> Gwo-Chyang Tsuei<sup>1</sup> Hui-Mi Hsu<sup>1</sup>

1. Associate Professor, Department of Civil Engineering, National Ilan University

2. Assistant Professor, Department of Civil Engineering, National Ilan University

## Abstract

The coast variation is important in the conservation of land. The project analyzed aerial photos, which is more precise among image data, of Honey Moon Beach in Ilan at 1992 to establish coast contour lines of tidal level. The contour lines of 1992 was compared with the coast line photographed with different tidal level at various years. The coast variation was discussed based on above comparisons to decide the decrement or increment of the coast land. Although the decrement of coast was found during period between 1993 and 1999, an insignificant increment of coast was recognized by comparing the coast line of 1997 and 1999. The comparisons of coast lines without amendment of the tidal level at various years showed that the coast line was compatible with the tidal level. It was concluded that no significant coast variation was found in the study area. A long term field investigation with finite frequency is helpful for more precise results.

**Key words :** Aerial photos, Coast variation.

## 一、前言

海岸地帶為海洋與陸地之交界處，受到海浪、風力、潮汐等自然作用之綜合影響而形成動態的平衡。海岸地帶不僅是漁業、航運及遊憩等經濟活動的場所，也負有國土保育、自然生物生活空間之生態責任；台灣本島四面臨海，所以對海岸的維護與保育成為極重要的工作。

宜蘭平原北起頭城外澳，南至蘇澳，主要為由蘭陽溪在山麓出海處所沖積出來的沖積扇三角洲平原，習稱之為蘭陽平原，海岸線全長 90 公里。砂質海濱在蘭陽溪河口以北成雙弧形，河口以南成單弧形。由於蘭陽溪河床砂石經年採用，河口砂源供應不足，海濱灘線有逐年倒退現象，民國 85 年限採後，逐漸恢復[1]；但是確實的海岸變遷狀況，仍有待釐清。

海岸變遷的量測可以利用圖像資料（例如地圖、航空相片和衛星影像）或現地量測來判斷海岸線的變化情形。圖像資料的比對可以獲得過去較長期的記錄，但是因為出版間隔或資料精度的限制，短期變化資訊不易獲得；相對地，野外實測精度較高，而且可以在短期內重複施測，但是費時費力；所以在處理較大區域或需討論過去較長時期發生的狀況時仍以圖像資料為主[2]。

宜蘭縣所位在的蘭陽平原，數十年來對海岸變遷的研究，最常用的方法是利用歷年來各種地圖的套疊比對，例如郭金棟（1990）[3]曾以電腦數位化有關宜蘭 1904、1919、1958、1987 年之歷年地形圖，並以 1987 年為基準，繪製宜蘭縣歷年之侵、淤量圖。呂美玉依據大正 15 年（1926 年）台灣堡圖與 1984 年之像片基本圖比對宜蘭海岸的地形變化，發現蘭陽平原因地質條件、颱風、海浪等自然因素，加上人為採砂、抽取地下水等而發生海岸後退的現象[4]。但是使用歷年各期地圖的成果品質有異，其比例尺的縮放統一與定位點的精確度控制並不容易，因此有些計算的結果不盡符合事實認知。

航空相片的來源主要為林務局農林航空測量所自 1970 年代開始為執行產地作物調查所進行之空飛拍攝工作，花東地區幾乎每年都有拍攝，但是未必都涵蓋海岸地區。這些航空相片的比例多在 1：17,000 左右，是目前圖像資料中精度較高的資料來源。利用航空相片製作之相片基本圖，因未特別考慮潮位狀況，繪圖員原則上是以水陸交界處為濱線，所以對海岸變遷的準確性降低。衛星影像具有涵蓋區域廣泛的特性，資料容易取得，而且可以經常性的獲得新影像。但是解析度較低，涵蓋時距較短，對辨識較長時間或者較小規模的區域變化較為不利。第一顆地球資源衛星 LANDSAT 在 1972 年發射，解析度僅 80 公尺，而 SPOT 衛星影像解析度可達 10 公尺（多光譜為 20 公尺），但是在 1986 年才發射，缺乏較長久資料[2]。

此外，利用海岸實測資料為瞭解海岸短期變化最有效方法。張政亮及許民陽於民國 88 年至 89 年在宜蘭海岸選擇 17 處實施現地觀測海岸線變化工作，觀測範圍北

起頭城鎮烏石港北側，南至蘇澳鎮澳仔角；觀測結果，平原全段海岸仍以侵蝕現象最為明顯，許多堆積原因也多為因侵蝕影響所採取的人工防護措施所造成的。經濟部水利處第一河川局從民國 84 年起對宜蘭海岸北起頭城外澳段，南至蘇澳之砂丘海岸從事海岸地形觀測，結果發現宜蘭縣沿海海岸砂丘於近十數年來受海潮侵蝕情況頗為嚴重，海岸線內移約數十公尺不等，尤以頭城鎮之竹安、壯圍鄉之大福為甚，甚至高灘地亦明顯流失，造成持續性海岸內移及國土流失[5]。

另依據行政院農業委員會委託國立成功大學水利及海洋工程學系之研究顯示，宜蘭海岸沿岸之漂砂量在 81 年至 83 年體積仍有增加，其優勢方向為由北向南；從 83 年至 86 年經濟部水利處第一河川局海灘斷面量測發現宜蘭海岸呈現全面緩慢侵蝕的情形[6]。

本計畫的海岸（蜜月灣）研究範圍係位於東北角海岸風景特定區計畫（大溪海岸地區）之都市計畫範圍內，在本省之東北隅，台北盆地之東，蘭陽平原的東北方。本計畫區中心之經緯度為東經 120°52'30"，北緯 24°56'，依山面海，並與龜山島遙望（距離 5 海里）（圖 1）；在行政劃分上屬宜蘭縣頭城鎮管轄，包括大溪里及合興里之一部份，其範圍北以大溪國小至天后宮以南為界，南止於合興隧道之南端，西面之坡地則至海拔高度約 125 公尺為界，北距基隆 59 公里，南距頭城 12 公里，宜蘭 27 公里。

因為蜜月灣海岸並不屬於前述宜蘭海岸地形實測範圍，所以研究本區的海岸變遷係以圖像資料為主；並選擇圖像資料中精度較高的航空相片為分析本區海岸變遷的資料來源，希望藉由比對不同年度航空相片，瞭解本區近年的海岸變遷狀況，做為國土保安與土地利用之參考。

## 二、研究方法

利用圖像資料在分析海岸變遷之應用時，必須先校正正在不同角度及高度攝影之航空相片成為相同尺度之正射投影像片，再配合不同高低潮位進行定量修正，然後才能作進一步的土地變遷之分析[7]。各步驟說明如下：

### （一）航空相片校正

因為航空相片在攝影時是從不同角度及高度拍攝，所得到的圖像比例尺及投影角度均不相同，所以必須校正為相同比例尺及正射投影之圖像資料才能進行分析。本研究係依林務局農林航空測量所出版的比例尺 1：5000 之像片基本圖為基準，在圖面上選取道路交叉點數處為控制點，將掃描航空相片之數位檔利用軟體進行校正工作，使各航空相片均為相同比例尺之正射投影像片。

### （二）高低潮位校正

因為航空相片攝影時間之潮位均不相同，且會影響海岸之水陸交界位置，所以必須將潮位因素予以考慮

後，才能對海岸變遷予以分析。本研究之潮位資料係採用距本區最近之中央氣象局梗枋潮位站的數據比對。潮位校正首先需收集在短時間內不同高低潮位之航空相片或衛星影像，並假設在此短時間內海底地形沒有任何變化，因此海岸線的變化只是因潮汐所引起的。利用影像處理技術找出不同潮位的水與陸之邊界。每一邊界線基本上可視為不同高低潮高時的零水位線，然後利用內插法或外插法可得到在任何潮位的海陸邊界，因此可得到一類似「等潮位」地形圖。

### (三) 海岸變遷分析

將過去航空相片或衛星影像資料的水陸邊界線重疊在上述的「等潮位」地形圖，因所對應的潮位是已知的，因此如果長期以來海岸地區沒有變化，則此衛星的水陸邊界線必定落在等潮位地形圖中所對應潮位的線段上。如果對應位置有所偏差，則必然是由海岸地形變化而來，同時由偏差的位置及方向亦可量出海岸沖淤變化的面積大小及方向。例如由圖 2 所示之分析方法，先依過去高低潮位建立高低潮位海岸線，現在的海岸線可依潮位及等潮線地形圖內插或外插而得到理論海岸線位置，再將現在的實際海岸線與理論海岸線比較後即可得到海岸變遷的結果，例如圖中若實際海岸線較理論海岸線外移，即表示海岸有淤積現象，反之則表示有侵蝕現象。

海岸線位置的判定因無法於航空相片上辨識水陸交界線的確實位置，故以肉眼可辨識的碎波浪花為依據。一般海灘之典型斷面如圖 3 所示[8]，外灘係指外海海底坡度較平坦之區域，平常在外灘區無碎波發生。內灘則是外灘之內側至干潮灘線間之區域，在此區內易生碎波，形成沿岸沙洲或台梯。通常由干潮灘線至波浪瀾上所及之範圍稱為前灘，前灘之陸側至海岸線之間稱為後灘。前後灘合稱為海灘，在天氣惡劣時潮位上升可溯上至後灘區。本研究係依碎波上溯至前灘的最高處視為水陸交界線。

## 三、結果與討論

### (一) 航空相片

本研究收集從民國 81 年至 88 年止，林務局農林航空測量所的航空相片資料，因為攝影的目的係為作物調查建立資料，所以並非每年的攝影範圍均涵蓋本區域，故僅能以顯示蜜月灣海岸之 81 年、82 年、84 年、86 年及 88 年之航空相片為分析資料，各年度攝影時間與潮位變化情形如表 1 所示。

### (二) 颱風歷史

在分析航空相片資料時，颱風因素佔有極大影響，所以依據中央氣象局颱風歷史紀錄將攝影期間之颱風歷史列如表 2。若以 81 年之高低潮位為繪製等潮位地形圖之依據，在兩次攝影期間僅有一次芭比颱風經過台灣本

島的東方，依據颱風歷史之資料顯示該颱風形成後，以西北方向行進向本省南部接近，至恆春東方海面轉向北，再轉向東北朝那霸方向離去，為中度颱風；其行進路線如圖 4 所示，距離台灣本島約 3、4 百公里之距離，且對本島並未帶來任何災害，所以推斷其對海灘地形的變化影響有限。

其餘航空相片之攝影時間多在夏季颱風季節來臨之前，僅 82 年之航空相片攝影時間係在颱風季節後約一個月，但當年所產生的三個颱風（塔莎、楊希、亞伯）均離台灣本島有相當距離，且均未登陸；其中塔莎及楊希颱風並未造成任何災害，亞伯颱風所形成災害則僅在花東地區雨量豐沛，中橫、南橫及東海岸公路均有部份崩塌，災情輕微；故颱風對利用航空相片判斷本區海岸地形的海岸變遷之影響有限。

### (三) 等潮位海岸線

等潮位海岸線係依民國 81 年兩次攝影期間之航空相片而繪製，在此期間假設海岸地形並無明顯變化，且兩次攝影時間的潮位高低相差甚大，足以表現海岸線在高低潮位之變化情形，其等潮位海岸線如圖 5 所示，其中高低潮位線分別代表潮高 555 公厘及-282 公厘之等潮位線。

### (四) 各年度海岸線

依據所收集之各年度航空相片圖（民國 82 年、84 年、86 年及 88 年），依其碎波現況所繪製之水陸交界線如圖 6 所示。因為圖中各年度之海岸線並未經潮高校正，所以無法確實決定海岸變化情形。但依圖中顯示 82 年海岸線最低，86 年海岸線最高，84 年與 88 年之海岸線介於前述兩者之間，恰與其所對應潮高相符。海岸線與潮高相對應，亦可顯示地形並未有明顯變化。

### (五) 歷年海岸變遷比較

由民國 81 年航空相片圖為基準所建立之等潮位海岸線為依據，可以建立各年度蜜月灣海灘在不同潮位時應具有之理論海岸線，再與各年度（民國 82 年、84 年、86 年及 88 年）之實際海岸線做一比較，可以判斷當年度之海岸與 81 年之海岸變遷情形。

由圖 7 顯示民國 82 年之實際海岸線與理論海岸線互相交錯，也表示海灘侵淤交錯。在蜜月灣砂灘北半部實際海岸線後退部分較多，可達約 41 m。在大溪國小前方海灘突出部分最多亦達約 27m。民國 84 年之航空相片顯示蜜月灣砂灘北半部至大溪國小前之海灘較民國 81 年之等潮位海岸線退後，最高可達約 32m，海灘南部侵淤互見。民國 86 年之圖形則顯示蜜月灣海灘較 81 年之理論等潮位海岸線均稍呈後退現象，最多可達約 20m，但大溪國小前海灘則呈現淤積現象，最多可達約 39m。民國 88 年之比較顯示蜜月灣海灘較 81 年之等潮位海岸線有後退現象，最多可達約 32m，但大溪國小前實際海岸線與理論海岸線極為接近。

綜合歷年之海岸變遷比較雖然均顯示海灘在 81 年

之後至 88 年間稍有後退現象，但若選擇 86 年及 88 年之航空相片圖作比較，其潮高分別為 605mm 及 -15mm，比較後發現在 86 年及 88 年間，蜜月灣海灘中段顯示稍有突出現象（圖 8），最高可達約 22m，在大溪國小前方海灘則侵淤互見；其餘部分海岸線均極為接近，顯示蜜月灣海灘在 86 至 88 年間，並無侵蝕現象；且因 86 年之潮位較高，所以 88 年之海岸應有淤積現象，但淤積程度依現有資料不易判定。

#### 四、結 論

本研究係以民國 81 年 5 月及 7 月兩次航空相片之海岸線為基礎，建立高低等潮位海岸線，並據此與其他年度之實際海岸線作一比較，以得到各年度海岸線與 81 年之海岸線相比較，蜜月灣海灘是否有侵蝕或淤積現象。

結果發現在 82 年至 88 年海岸雖然呈現稍微後退現象，但自 86 年與 88 年之海岸線比較則反顯示微幅突出狀況。可以說明蜜月灣海岸自 81 年至 86 年雖有少許變化，但在 86 年至 88 年間則無海岸退縮現象。若以尚未校正潮位之航空相片比較各年度之海岸線變化情形，則可發現海岸線與當時的潮高相當，亦可顯示海岸地形在攝影年間並未有明顯變化。

此外，海灘地形的變化原屬動態行為，依據訪談當地從事衝浪活動已有 20 年之業者表示，在夏季颱風季節，蜜月灣海灘會因浪潮捲走大量砂灘而使海灘露出石頭，但在次年春季前陸續回淤，所以長期定時的監測才能瞭解海灘的變動情形，而野外現地實測又較圖像資料可掌握更精確之分析結果。

#### 參考文獻

- [1] 孫培基 (2003)，「海岸變遷觀察與潮流觀測報告 (90.4-90.12)」，水利，第 12 期，第 86-109 頁。
- [2] 沈淑敏 (1997)，「圖像資料在討論花東地區海岸地形變遷上的應用」，地圖，第 8 期，第 219-232 頁。
- [3] 郭金棟 (1990)，台灣海岸地形變化及其未來之開發利用，國立成功大學水利及海洋工程研究所，行政院科技顧問組委託計畫。
- [4] 呂美玉 (1994)，「近百年來蘭陽地區海岸的變遷初探」，宜蘭文獻雜誌，第 12 期，第 18-30 頁。
- [5] 經濟部水利處第一河川局 (1998)，宜蘭縣海岸地

形觀測研究計畫報告，經濟部水利處第一河川局。

- [6] 許泰文 溫志中 (1997)，河川與海岸線穩定對策之研究-宜蘭海岸侵蝕防護對策之研究(III)，農業水利科技研究八十五年度計畫成果發表會。
- [7] 莊甲子 (1999)，「衛星遙測在海岸侵蝕偵測之應用」，土木技術，第 2 卷，第 3 期，第 94-101 頁。
- [8] 侯和雄 (1983)，海岸、港灣規劃與設計，台灣省政府交通處港灣技術研究專利第九號。
- [9] 中央氣象局資訊服務網站  
<http://www.cwb.gov.tw/V4/index.htm>

93 年 00 月 00 日投稿

93 年 00 月 00 日接受

表 1 航空相片攝影時間與潮位變化情形

攝影時間	梗枋舊港逐時潮位觀測資料		估計潮高 (公厘)
	時間	潮高(公厘)	
81年05月07日10時35分	81年05月07日10時	660	555
	81年05月07日11時	480	
81年07月13日9時26分	81年07月13日9時	-160	-221
	81年07月13日10時	-300	
82年10月28日10時25分	82年10月28日10時	-240	-282
	82年10月28日11時	-340	
84年05月31日10時40分	84年05月31日10時	160	-27
	84年05月31日11時	-120	
86年05月27日9時52分	86年05月27日9時	640	605
	86年05月27日10時	600	
88年02月10日10時05分	88年02月10日10時	-20	-15
	88年02月10日11時	40	

資料來源 1.林務局農林航空測量所  
2.中央氣象局

表 2 颱風歷史紀錄

年	月	日	颱風名稱	近中心最大風速(kt)	近中心最低氣壓(hpa)
1992	6	26-29	BOBBIE,芭比	120	922
1992	8	15-19	MARK,馬克	50	987
1992	8	26-31	POLLY,寶莉	60	975
1992	9	2-5	OMAR,歐馬	130	915
1992	9	21-23	TED,泰德	65	975
1993	8	17-18	TASHA,塔莎	60	970
1993	8-9	31-2	YANCY,楊希	130	910
1993	9	9-13	ABE,亞伯	90	945
1995	6	5-9	DEANNA,荻安娜	40	995
1995	7	29-31	GARY,蓋瑞	65	985
1995	8	22-24	JANIS,珍妮絲	55	980
1995	8	29-30	KENT,肯特	100	950
1995	9	21-23	RYAN,賴恩	90	955
1997	8	16-18	WINNIE,溫妮	140	900
1997	8	27-29	AMBER,安珀	110	930
1997	8	29-30	CASS,卡絲	45	990
1997	10	20-23	IVAN,艾文	160	885
1999	6	4-6	MAGGIE,瑪姬	75	965
1999	8	19-21	SAM,山姆	60	970
1999	10	4-9	DAN,丹恩	70	968

資料來源：中央氣象局



圖 1 蜜月灣位置圖

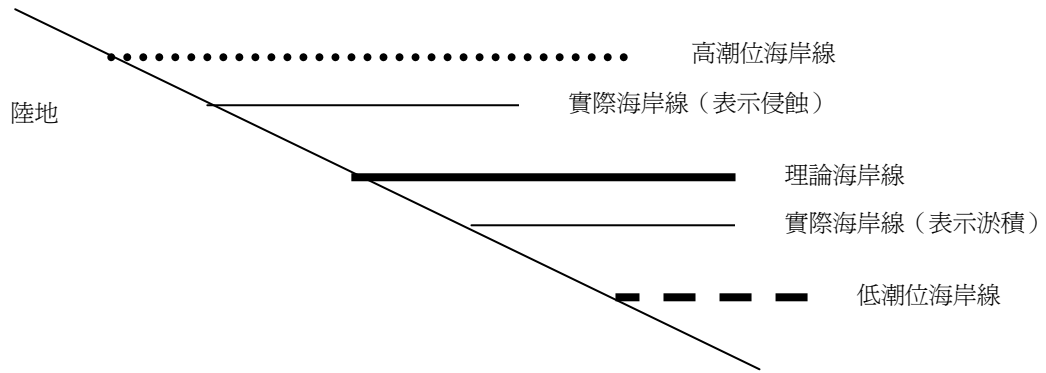


圖 2 海岸變遷分析說明圖

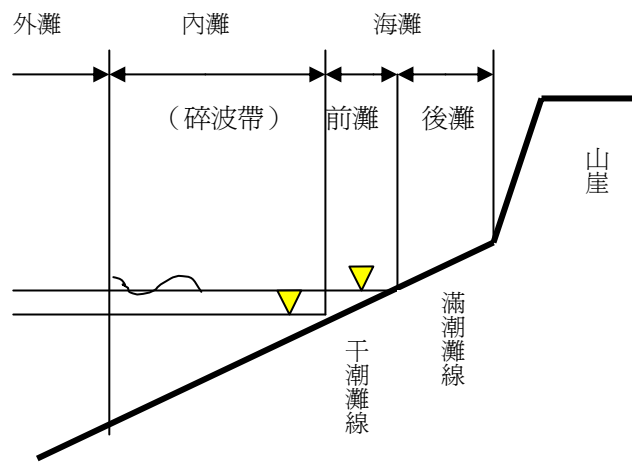


圖 3 典型海灘各部之名稱[8]



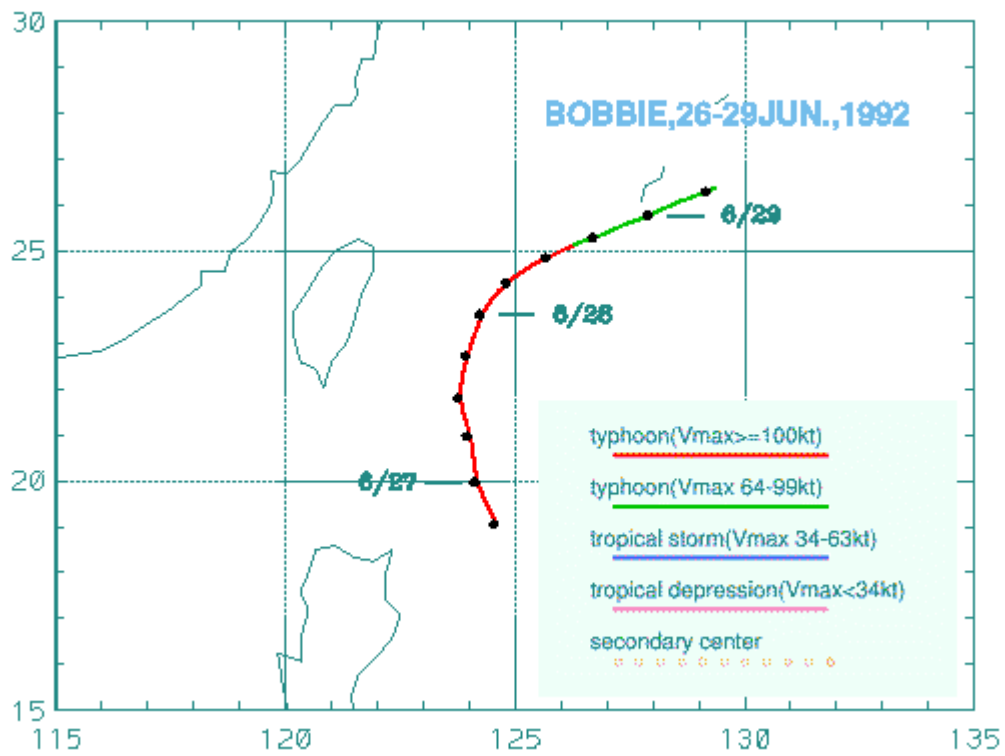


圖 4 芭比颱風行進路線圖[9]

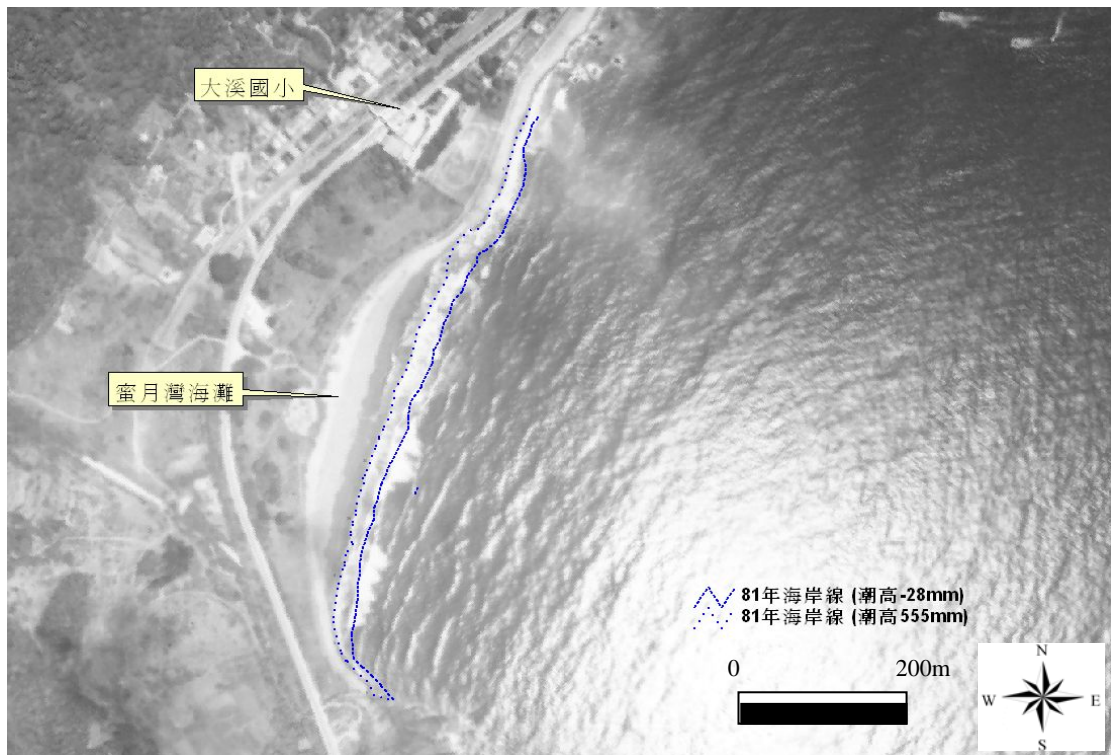


圖 5 蜜月灣海岸等潮位線圖(底圖為 81 年 5 月 7 日航空相片圖)

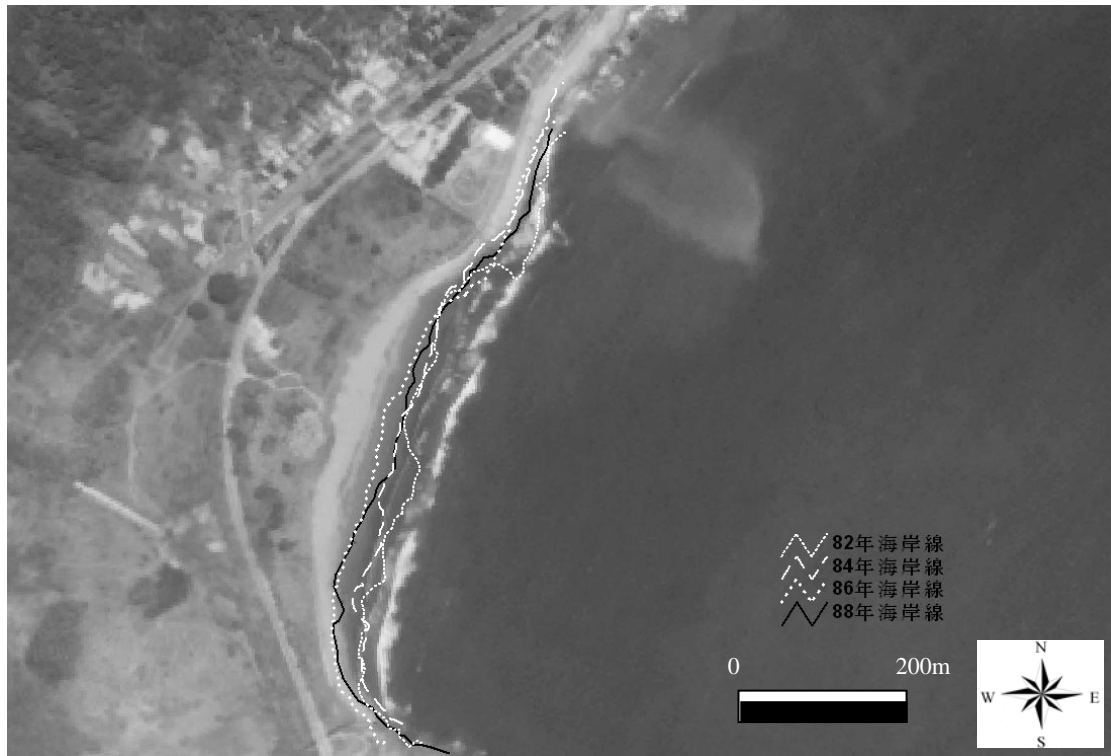


圖 6 蜜月灣海岸各年度海岸線圖(底圖為 81 年 7 月 13 日航空相片圖)



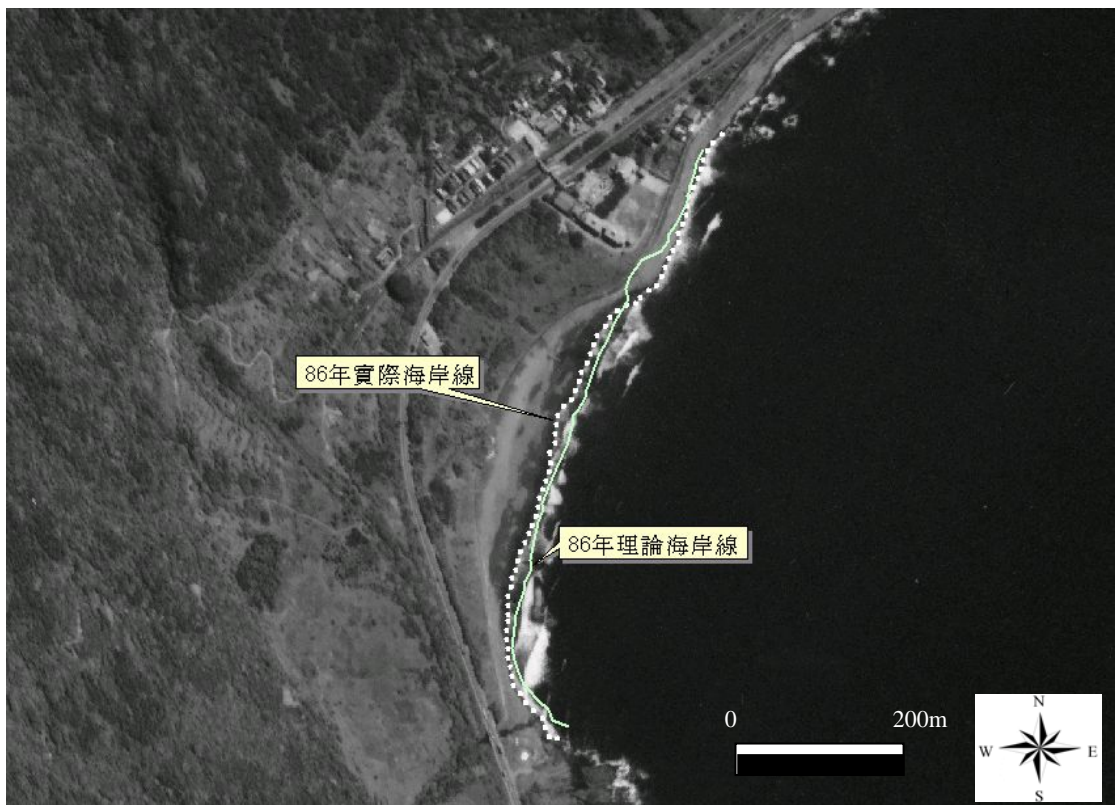
A.民國 82 年

圖 7 以民國 81 年航空相片為基準之歷年蜜月灣海岸變遷情形





B.民國 84 年



C.民國 86 年

圖 7 (續)



D.民國 88 年

圖 7 (續)

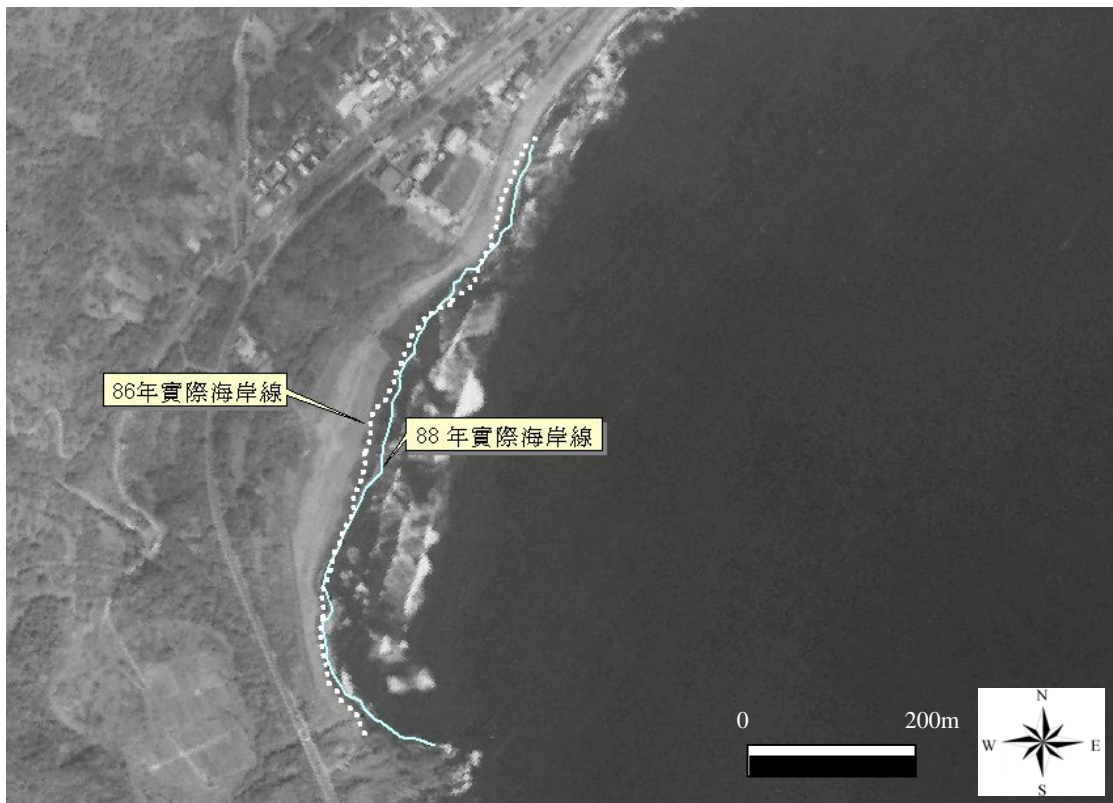


圖 8 民國 86 年及 88 年之蜜月灣海岸變遷情形