

# 「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」

## 成果報告書



台江國家公園管理處

中華民國103年12月

# 「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」

## 成果報告書

計畫主持人：張裕弦 博士

研究人員：黃翔瑜

委託機關：台江國家公園管理處

受託單位：財團法人成大研究發展基金會

中華民國 103 年 12 月

## 摘要

網仔寮沙洲位處台南七股潟湖外海側，為台江國家公園的一部分，並因獨特之外汕沙洲景觀劃為特別景觀區。近年來，因部份沙洲段侵蝕加劇，呈現沙洲後退、高程降低，乃至在颱風來襲期間會發生波浪越洗之現象。此外，每當颱風來襲後，沙洲上常散佈大量漂流木與廢棄蚵架，景觀性不佳。爰此，台江國家公園管理處基於就地取材與因地制宜之理念，於102年6月開始辦理「漂流木應用於網仔寮沙洲防護試驗計畫」，同年11月應用漂流木完成木平台附近漂流木之清理與3處人工沙丘設置，並隨後進行兩個月之監測。本計畫則後續監測利用漂流木建立的人工沙丘變化，了解人工沙丘面對颱風、豪雨、海嘯、暴潮及湧浪（長浪）等極端事件之防護能力或人工沙丘長期的改變，並追蹤評估人工沙丘的效益作為未來類似案例的改善參考，爰辦理本案計畫。

原本在人跡稀少的自然的海灘，漂流木的散佈屬於自然的一部分，其可讓單調的沙灘環境增添些許變化，提供作為鄰近生物的遮蔽場所，也可以積聚風沙，減緩海灘侵蝕。然網仔寮汕木平台鄰近沙灘因常有學校團體或旅客搭乘漁船或膠筏來參訪，居於景觀性之需求，在漂流木累積到有礙觀瞻的程度時，即應有進行適當清理，以維持海岸景觀。而網仔寮汕對外之運輸僅能藉助航行於潟湖的小型漁船，運量有限且不經濟。因此網仔寮汕上漂流木之處理方式，應基於就地取材與廢物利用之理念，選擇適當區位填埋作為沙丘基質，區位的選擇則須結合理論與現勘調查來決定現地試驗區位。

此現地試驗計畫已清除木平台附近之漂流木，改善木平台附近之海岸景觀，並將漂流木應用於構築N樣區、S1樣區、S2樣區之人工沙丘。N樣區位在木平台北側，由漂流木與沙混合堆置而成，北臨潮溝，風吹砂源較有限；S1與S2樣區位在木平台南側，所處區位有較多砂源。砂丘構築完成時S1、S2及N樣區斷面最高高程分別為+2.5m，+2.5m，+3.5m。構築後兩個月的監測顯示，2014年1月調查時S1、S2及N樣區斷面高程已增加至+3.5m，+3.5m，+3.8m，顯示在東北季風作用下，已有許多風吹砂積聚在試驗樣區，且在試驗樣區亦已發現有植物生長。由今年10月9日的後續監測，S1、S2及N樣區斷面高程已增加至+3.9m、+3.5m及+4.6m，而且S1、S2樣區的沙丘範圍明顯增大且

與下風處的天然沙丘穩定的串聯在一起，雖然砂丘高度近期的成長因接近其理論高度而略顯停滯。但整體而言本案藉由清理漂流木改善沙洲環境，再以清除之漂流木為材料設置人工沙丘，確認能加速沙丘形成，亦達到減緩風吹沙往木麻黃林區飄移之目的，以兼顧沙洲防護之效。

# 目 錄

摘 要.....	I
目 錄.....	III
表目錄.....	V
圖目錄.....	VI
照片目錄.....	VIII
壹、計畫主旨.....	1
1-1 計畫緣起.....	1
1-2 計畫範圍及目的.....	1
1-3 工作項目及內容.....	2
1-4 工作執行架構與流程.....	3
1-5 內容綱要.....	3
貳、人工沙丘試驗區地形量測.....	4
2-1 漂流木人工沙丘現地試驗.....	4
2-2 人工沙丘試驗區量測執行方式.....	13
2-3 人工沙丘試驗區量測執行成果.....	19
參、颱風期間溯升水位量測.....	34
3-1 颱風期間溯升水位量測執行方式.....	34
3-2 颱風期間溯升水位量測執行成果.....	35
肆、試驗成果之分析與評估.....	41
4-1 人工沙丘今年颱風季前的視覺化地形.....	41
4-2 人工沙丘今年颱風季的視覺化地形.....	44
4-3 現場勘查結果.....	46
4-4 人工沙丘設置後的聚沙量.....	50
伍、結論與建議.....	51

5-1	結論 .....	51
5-2	建議 .....	52
陸	、參考文獻.....	53
附錄1	「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」期初報告會 議審查意見回覆情形說明表 .....	附1-1
附錄2	「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」期末報告會 議審查意見回覆情形說明表 .....	附2-1

## 表目錄

表1-2-1	網仔寮汕人工沙丘建置坐標.....	1
表2-2-1	控制樁位置.....	16
表2-2-2	測量作業使用儀器.....	17
表2-3-1	2014有發警報之颱風列表.....	19
表2-3-2	本計畫各項調查之執行狀況.....	20
表2-3-3	計畫區域歷年各斷面量測狀況.....	25
表4-4-1	各樣區聚沙量.....	50

## 圖目錄

圖1-2-1	網仔寮汕人工沙丘試驗區位置圖.....	2
圖1-4-1	計畫之執行架構與流程.....	3
圖2-1-1	斷面32、斷面38以及斷面42與碼頭等之相對位置.....	5
圖2-1-2	沙洲橫斷面構造型態.....	7
圖2-1-3	海岸沙丘各型態的相對位置圖.....	7
圖2-1-4	沙丘高度與寬度關係.....	8
圖2-1-5	沙丘長度與寬度關係.....	8
圖2-1-6	沙丘分類.....	9
圖2-1-7	當地林務走向.....	10
圖2-1-8	人工沙丘斷面示意圖(S1、S2樣區).....	10
圖2-1-9	人工沙丘斷面示意圖(N樣區).....	10
圖2-2-1	人工砂丘及木平台地形剖面量測線規劃圖.....	14
圖2-2-2	控制樁位置放大圖(網仔寮汕附近).....	18
圖2-2-2	(續)控制樁位置放大圖(頂頭額汕附近).....	18
圖2-3-1	2014年3組颱風路徑圖.....	20
圖2-3-2	2014年颱風期間七股資料浮標與將軍潮位站紀錄.....	21
圖2-3-3	人工沙丘樣區第1次測量軌跡圖(2014/06/04).....	22
圖2-3-4	人工沙丘樣區第2次測量軌跡圖(2014/08/01).....	23
圖2-3-5	人工沙丘樣區第3次測量軌跡圖(2014/10/9).....	24
圖2-3-6	人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖.....	28
圖2-3-6	(續1)人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖.....	29
圖2-3-6	(續2)人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖.....	30
圖2-3-7	人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖.....	31
圖2-3-7	(續1)人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖.....	32



圖2-3-7	(續2)人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖 .....	33
圖3-1-1	波浪溯升高量測現場佈置示意圖 .....	35
圖3-1-2	溯升計之各感測點的斷面相關位置及離岸距離 .....	35
圖3-2-1	溯升量測結果(2014/06/14~16).....	36
圖3-2-2	溯升量測結果(2014/07/21~23).....	38
圖3-2-3	溯升量測結果(2014/09/20~22).....	40
圖4-1-1	S1&S2地形 (102/07/20) .....	42
圖4-1-1	(續1)S1&S2地形(102/09/12).....	42
圖4-1-1	(續2) S1&S2地形(102/11/13).....	42
圖4-1-1	(續3) S1&S2地形(103/01/02).....	42
圖4-1-1	(續4) S1&S2地形(103/06/04).....	43
圖4-1-2	N地形(102/07/20).....	44
圖4-1-2	(續1)N地形(102/09/12) .....	44
圖4-1-2	(續2)N地形(102/11/13) .....	44
圖4-1-2	(續3)N地形(103/01/02) .....	44
圖4-1-2	(續4)N地形(103/06/04) .....	44
圖4-1-3	S1&S2地形(103/08/01) .....	45
圖4-1-3	(續)S1&S2地形(103/10/09).....	45
圖4-1-4	N地形(103/08/01).....	45
圖4-1-4	(續)N地形(103/10/09) .....	45

## 照片目錄

照片2-1-1	斷面32附近之自然沙丘(star dune& parabolic dune) .....	9
照片2-1-2	斷面35~36附近之漂流木堆積而成的人工沙丘 .....	11
照片2-1-3	S1樣區人工沙丘施作前與施作後之比較 .....	12
照片2-1-4	S2樣區人工沙丘施作前與施作後之比較 .....	12
照片2-1-5	N樣區人工沙丘施作前與施作後之比較.....	12
照片2-2-1	S1試驗區(2014/06/04).....	13
照片2-2-2	S2試驗區(2014/06/04).....	13
照片2-2-3	N試驗區(2014/06/04).....	13
照片3-1-1	溯升高度量測位置(木平台附近) .....	34
照片3-2-1	儀器附近漂流木溯上 位置(2014/07/01).....	37
照片3-2-1	(續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/07/01) .....	37
照片3-2-1	(續2)S1樣區漂流木溯上位置(2014/07/01).....	37
照片3-2-1	(續3)S2樣區漂流木溯上位置(2014/07/01).....	37
照片3-2-2	儀器附近漂流木溯上位置(2014/07/29).....	38
照片3-2-2	(續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/07/29) .....	38
照片3-2-2	(續2)S1樣區漂流木溯上位置(2014/07/29).....	39
照片3-2-2	(續3)S2樣區漂流木溯上位置(2014/07/29).....	39
照片3-2-3	儀器附近漂流木溯上 位置(2014/10/09).....	40
照片3-2-3	(續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/10/09) .....	40
照片3-2-3	(續2)S1樣區漂流木溯上位置(2014/10/09).....	40
照片3-2-3	(續3)S2樣區漂流木溯上位置(2014/10/09).....	40
照片4-3-1	S1樣區背風面的dune horns(2013/11/13).....	47
照片4-3-1	(續1)S1樣區背風面的dune horns(2014/01/02) .....	47
照片4-3-1	(續2)S1樣區背風面的dune horns(2014/06/04) .....	47

照片4-3-1	(續3)S1樣區背風面的dune horns(2014/08/02) .....	47
照片4-3-1	(續4)S1樣區背風面的dune horns(2014/09/12) .....	47
照片4-3-1	(續5)S1樣區背風面的dune horns(2014/10/09) .....	47
照片4-3-2	S2樣區背風面的dune horns(2013/11/13).....	48
照片4-3-2	(續1)S2樣區背風面的dune horns(2014/01/02) .....	48
照片4-3-2	(續2)S2樣區背風面的dune horns(2014/06/04) .....	48
照片4-3-2	(續3)S2樣區背風面的dune horns(2014/08/02) .....	48
照片4-3-2	(續4)S2樣區背風面的dune horns(2014/09/12) .....	48
照片4-3-2	(續5)S2樣區背風面的dune horns(2014/10/09) .....	48
照片4-3-3	N樣區背風面的dune horns(2013/11/13) .....	49
照片4-3-3	(續1)N樣區背風面的dune horns(2014/01/02) .....	49
照片4-3-3	(續2)N樣區背風面的dune horns(2014/06/04) .....	49
照片4-3-3	(續3)N樣區背風面的dune horns(2014/08/02) .....	49
照片4-3-3	(續4)N樣區背風面的dune horns(2014/09/12) .....	50
照片4-3-3	(續5)N樣區背風面的dune horns(2014/10/09) .....	50



# 壹、計畫主旨

## 1-1 計畫緣起

本案為延續台江國家公園管理處102年委託辦理之「漂流木應用於網仔寮沙洲防護試驗計畫」，後續監測利用漂流木建立的人工沙丘變化，了解人工沙丘面對颱風、豪雨、海嘯、暴潮及湧浪（長浪）等極端事件之防護能力或人工沙丘長期的改變，並追蹤評估人工沙丘的效益作為未來類似案例的改善參考，爰辦理本案計畫。

## 1-2 計畫範圍及目的

### (一) 計畫範圍

計畫範圍為102年於網仔寮汕利用漂流木所設置之3處人工沙丘：N試驗區、S2試驗區、S1試驗區，範圍如圖1-2-1所示，其詳細位置如表1-2-1。

### (二) 計畫目的

持續監測漂流木人工沙丘的變化，評估設置的效益，作為未來相關單位設置類似案例的改善參考。

表1-2-1 網仔寮汕人工沙丘建置坐標

點號	TWD97坐標系統		備註
	縱坐標(N)	橫坐標(E)	
N-1	2559761.957	153597.641	N試驗區
N-2	2559716.271	153578.474	N試驗區
N-3	2559706.818	153600.267	N試驗區
N-4	2559753.555	153619.697	N試驗區
S2-1	2559228.093	153258.932	S2試驗區
S2-2	2559204.725	153240.946	S2試驗區
S2-3	2559193.960	153257.881	S2試驗區
S2-4	2559218.378	153276.655	S2試驗區
S1-1	2559132.256	153197.885	S1試驗區
S1-2	2559135.407	153222.172	S1試驗區
S1-3	2559115.058	153224.010	S1試驗區
S1-4	2559111.645	153200.248	S1試驗區

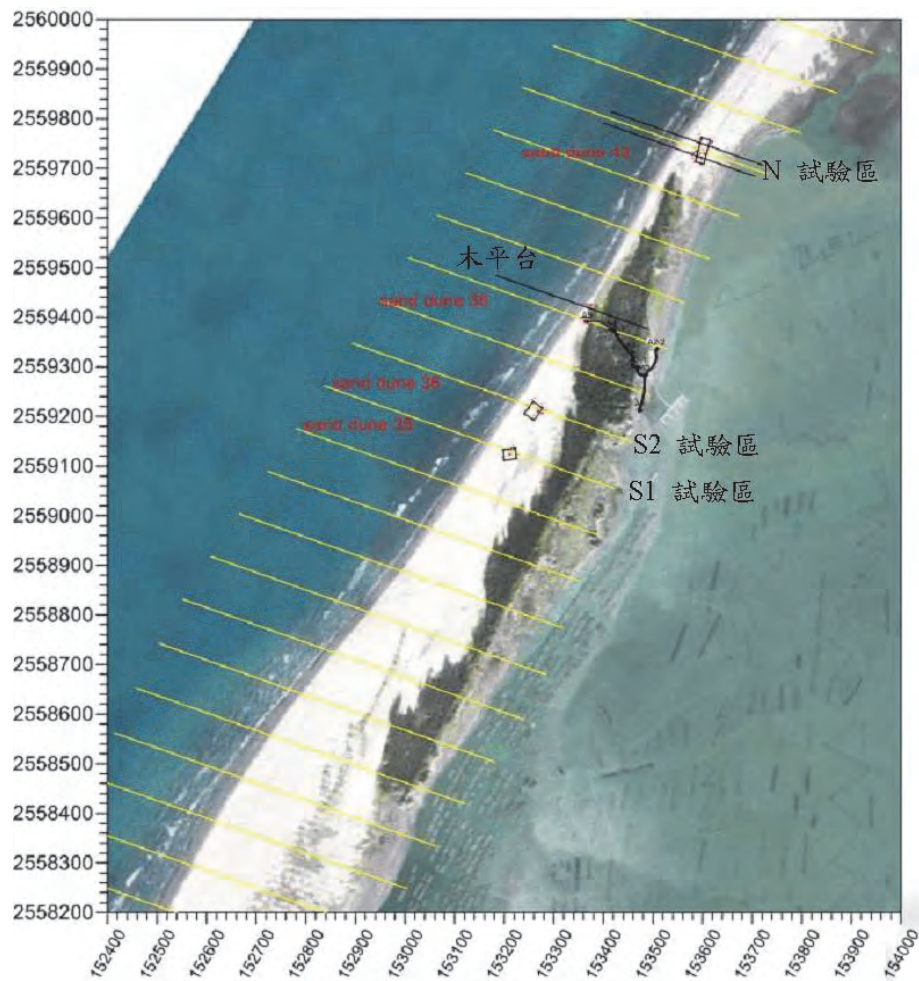


圖1-2-1 網仔寮汕人工沙丘試驗區位置圖

### 1-3 工作項目及內容

本計畫工作項目如下：

#### (一) 人工沙丘試驗區量測

計畫履約期間完成3次既有3處漂流木所設置之人工沙丘測量，前述測量應包含2次極端事件後狀況（如期間無極端事件則免），並與102年量測資料比較，以分析人工沙丘設置後的變化，以及面對不同極端天候(如颱風、豪雨、海嘯、暴潮及湧浪)之防護能力。

#### (二) 報告編撰

綜整本計畫人工沙丘試驗區量測分析結果及現場記錄照

片，編撰本計畫「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」成果報告30份及報告書等資料之電子檔案(光碟) 2份。

## 1-4 工作執行架構與流程

根據計畫目的與工作內容，除完成人工沙丘的地形量測，以分析102年11月設置後人工沙丘經過東北季風，及颱風作用後的變化。此外，本團隊增加颱風波浪的溯升水位量測，以瞭解人工沙丘面對颱風湧浪之防護能力。擬定本計畫的執行架構與流程，如圖1-4-1所示，主要工作項目有(1) 人工沙丘試驗區地形量測，(2) 颱風期間溯升水位量測及(3) 試驗成果之分析與評估。

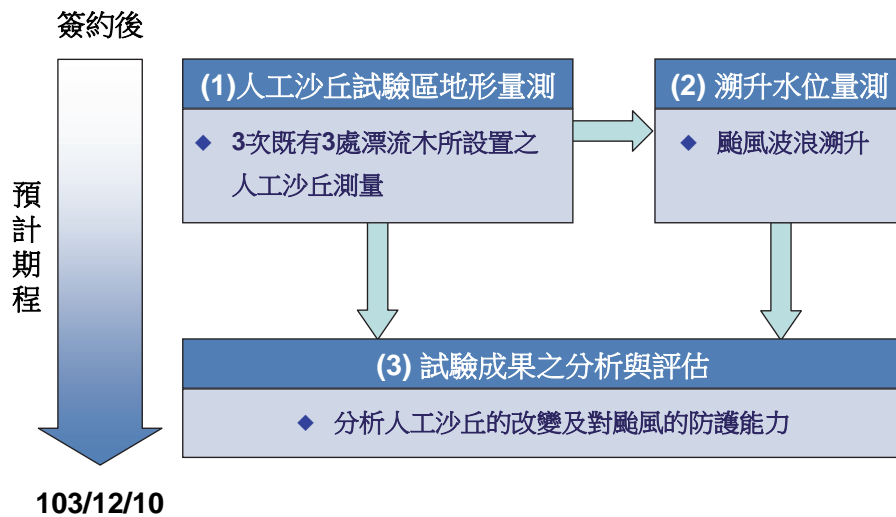


圖1-4-1 計畫之執行架構與流程

## 1-5 內容綱要

本文章節內容依序為壹、計畫主旨(含計畫緣起、範圍、目的及研究項目內容)。貳、人工沙丘試驗區地形量測，參、颱風期間溯升水位量測，肆、試驗成果之分析與評估，伍、結論與建議。

## 貳、人工沙丘試驗區地形量測

台江國家公園管理處於102年辦理「漂流木應用於網仔寮沙洲防護試驗計畫」，該計畫主要目的係清理網仔寮汕海側木平台附近之漂流木，改善海岸環境景觀；並就地取材，以清除之漂流木作為人工沙丘現地試驗的材料，以埋放或堆放方式，在適當區位設置人工砂丘進行現地試驗研究，已達成可經濟、快速地去化漂流木與加強沙洲防護能力兩項目標，將木平台兩側之漂流木應用於興築人工沙丘，以補自然沙丘之不足，增加其抗潮禦浪之能力。今年(103)年台江國家公園管理處為追蹤了解人工沙丘長期的改變，辦理本項延續計畫以後續監測利用漂流木建立的人工沙丘變化。

本研究有關之現地試驗方案與本計畫有關的後續監測施作方式分述如下：

### 2-1 漂流木人工沙丘現地試驗

#### (一) 人工沙丘試驗區位之選擇

近十多年來，七股沙洲因沙丘的高程逐漸降低、寬度變窄，導致地勢較低處於颱風波浪來襲時易發生越洗(overwash)現象，甚者更因而形成新潮口，而地形較高之斷面於颱風波浪來襲時較不易發生越洗，此應係較高之沙丘阻擋了颱風暴潮與波浪之越洗，讓植生得以穩定生長，而植生也具有定沙與聚沙功效，兩者相輔相成，因此本研究試驗區位的選擇原則如下：

- (1) 選擇高程較低處
- (2) 距離木平台較近處
- (3) 高潮位以上

首先利用原則(1)篩選出高程較低處，由高程資料顯示圖2-1-1所示之斷面32、斷面38與斷面42的高程較低，可列為選址之一。

再進行現勘，以進一步決定人工沙丘的可能試驗場址：現勘結果顯示木平台附近海灘(斷面38)窄短，易受颱風波浪直接侵襲，不適合建造人工沙丘，但可選作為颱風波浪溯升量測的儀器設置位置。位處木平台北側的斷面42處，海灘雖較短且低矮，但



以往主管單位曾進行圍籬定沙且成效不錯，但其海側較低，防護力較弱，因風吹沙源缺乏，甚難藉自然力量形成沙丘，因此將斷面42列為現地試驗區，擬在高潮線以上至風籬間，利用現有漂流木作為堤心再混合沙構築人工沙丘，以加強海灘的防護能力。

第二組現地試驗區位則考慮木平台南側，斷面32附近有寬廣沙灘與木麻黃林，且鄰近有許多天然砂丘，受海浪的影響相對較小；且此區之風吹沙源充足，使得原有的風籬積滿，因此可再藉由人工堆置漂流木來聚沙，不但可加速沙丘的形成亦可減緩風吹沙往南向或往木麻黃林飄移。然102年該計畫需清理木平台兩側各50m範圍內之漂流木，因此在綜合考量沙源、景觀性、施工便利性等因素後，最終選取距離木平台較近的S1(斷面35)及S2(斷面36)兩處作為木平台南側的試驗區位，總計3處的試驗區位已標示如圖1-2-1。

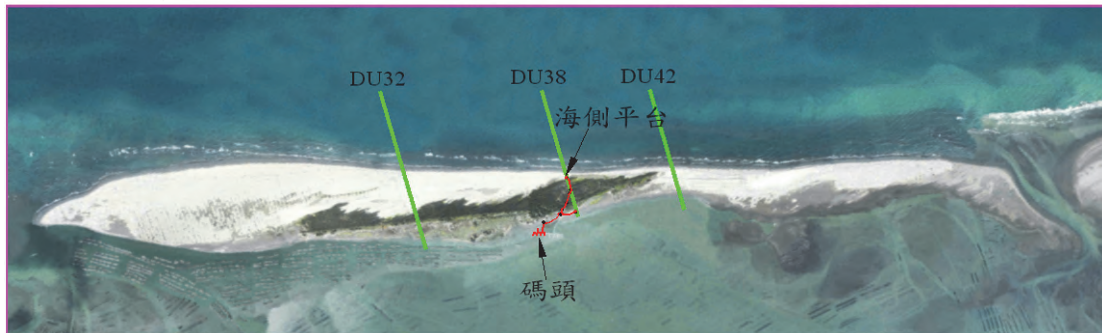
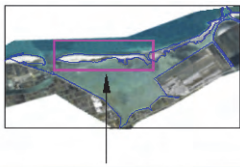


圖2-1-1 斷面32、斷面38以及斷面42與碼頭等之相對位置

## (二) 人工沙丘斷面與型式

海岸沙丘是台灣西部沙岸常見的地形景觀，緊鄰在後灘發育。由於沙丘由疏鬆砂粒組成，其形貌外觀常隨外在的海岸地形作用營力而改變。後灘和沙丘也藉由這樣的地形變動，吸收作用營力之能量，而達到防潮抗浪保護海岸的功能。因此海岸沙丘為海岸保護的天然屏障，能有效緩衝颱風波浪之侵襲，只要適當的維護或復育即可增強其對海岸之保護。在網仔寮汕，仍維持有自然沙丘，但部分區段因遭受颱風波浪侵襲，沙丘高度變矮、寬度

變窄，防止海浪侵襲的能力已降低，需輔以人為力量增強沙丘的寬度或高度，以有效保護海岸，兼具營造景觀與生態環境。

102年該計畫在木平台南、北兩側海灘各施做人工沙丘，由於南、北側的環境條件不同，其人工沙丘建構方式也會有所差異，探討如下：

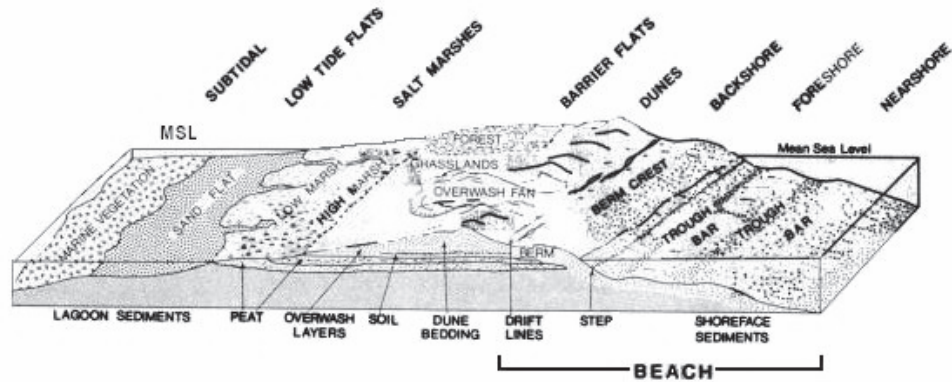
#### 1. 人工沙丘位置及離岸距：

圖2-1-2所示為沙洲的橫斷面構造型態，海側前方包含近濱(nearshore)、前濱(foreshore)、後濱(backshore)，為海水可影響的範圍。nearshore與foreshore為常年易受潮浪影響之濕沙區域，受風力影響有限，不能建構人工沙丘。後濱(Backshore)為海水可影響的界線區，在平常時期波浪不會到達此區，只有當暴潮巨浪來襲時，海水會上溯至此，也因此漂流木與垃圾常堆積於此區，景觀上較雜亂。此區沙灘的鹽分含量仍高(約pH8)，植生不易成長，受風沙的能力也強，但在此不容易形成沙丘。

後濱(Backshore)往內陸方向為沙丘的發展區，圖2-1-3所示為海岸沙丘的分類，其依海岸線的遠近可分為胚胎丘(embryo dune)、前列沙丘(fore dune)、第一列沙丘(1<sup>st</sup> dune or yellow dune)、第二列沙丘(2<sup>nd</sup> dune or grey dune)以及第三列沙丘(rear dune or mature dune)等。漂流木易集中於胚胎丘附近，但此區鹽分含量高(pH值8)，植生成長不易。而第一列沙丘為鹽分相對含量略低(pH值7.5)的區域，且有植生可生長於此，可形成較穩定的沙丘。因此本計畫擬將人工沙丘建置在胚胎丘與第一列沙丘之間。

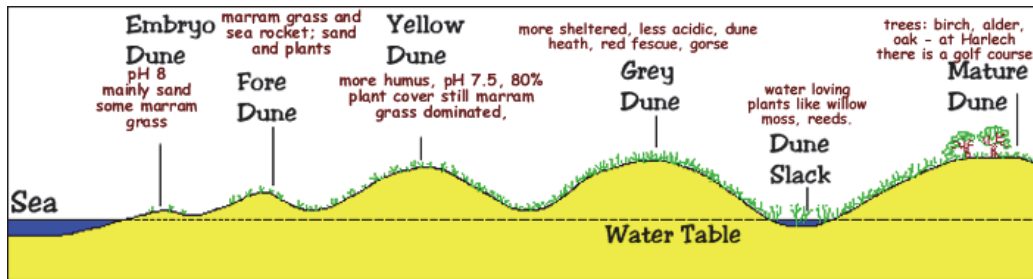
在斷面42附近的海灘高程較低且短，因此N樣區只能選在較靠近第一列沙丘的區位。由於此區的風吹沙源有限，難靠自然營力形成穩定沙丘，因此輔以人力建構人工沙丘，補足現有沙丘寬高之不足，加強其防護能力，有其必要性。

相對的，在木平台南側的之S1及S2樣區所要構築的人工沙丘區域，因海灘寬廣，風吹砂源豐富，有利沙丘發展，因此擬選在較靠前列沙丘至第一列沙丘間之區域，可先以漂流木堆置成沙丘型狀後，再靠聚集風吹砂，以形成沙丘。



資料來源：<http://myweb.rollins.edu/>

圖2-1-2 沙洲橫斷面構造型態



資料來源：<http://www.studywindow.eu/>

圖2-1-3 海岸沙丘各型態的相對位置圖

## 2. 人工沙丘高度與形狀大小：

依據(Hersen 2002)，沙丘適合的寬、高比約呈10倍關係，長度與寬度則相差不大，如圖2-1-4~圖2-1-5所示。因此S1及S2樣區的沙丘長、寬各約為20m時，其高度可設計成2m左右。至於N樣區，其總長寬雖只為30m，但居於防止颱風波浪越波之考量，其高度設計盡量超過於+3m。而N樣區內的試驗分成2種方式：後半樣區將以未經處理的漂流木覆蓋於其上，而另外前半樣區則以壓碎後之漂流木挖洞填入。

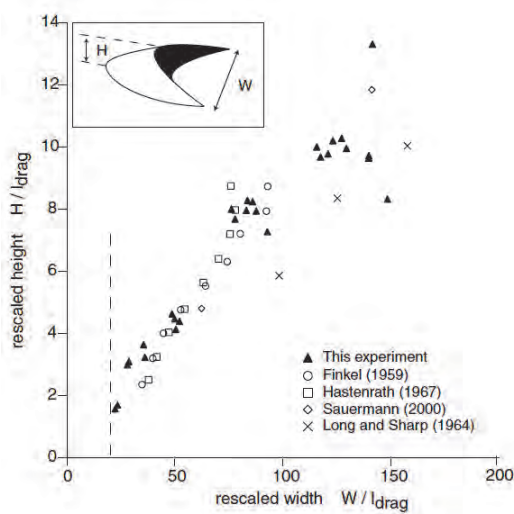


圖2-1-4 沙丘高度與寬度關係

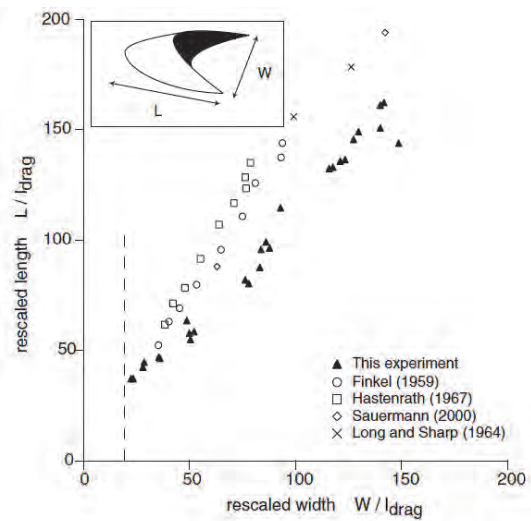


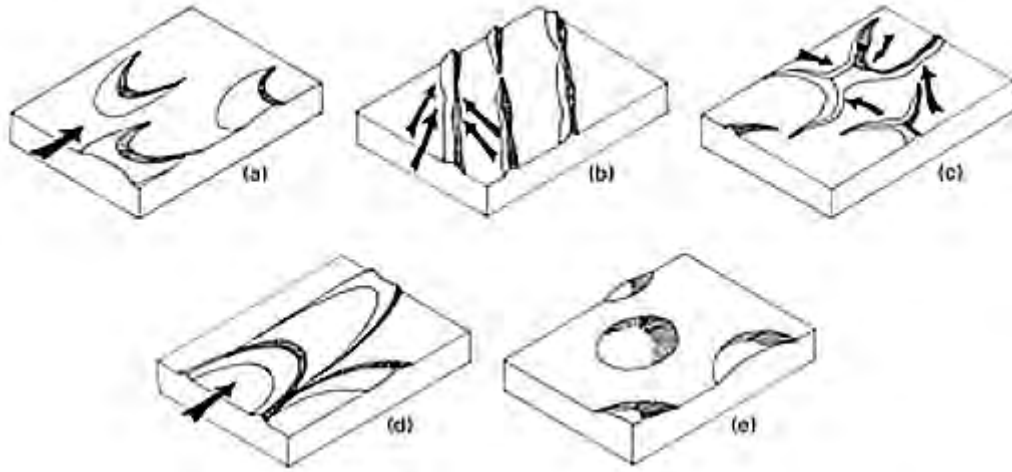
圖2-1-5 沙丘長度與寬度關係

### 3. 方向角度及人工沙丘填料：

風力及沙源為形成自然沙丘的兩大控制因子，自然沙丘亦有多種分類，如圖2-1-6所示，圖(a)為新月丘(crescentic dune)，其為最常見的沙丘形狀，呈新月形，通常形成於單一風向之區域。圖(b)為線狀丘或縱丘(linear or longitudinal dune)，其為與整合風向平行之沙丘線，網仔寮汕之胚胎丘(embryo dune)與前列沙丘(fore dune)之區間比較屬於此類型。圖(c)為星丘(star dune)，此類型沙丘因風向呈多面性而形成，此類沙丘的中心位置最高，由中心向四周呈放射狀向下延伸，網仔寮汕上亦有此類型之沙丘，如照片2-1-1所示。圖(d)為拋物線丘(parabolic dune)，其為反U形狀之沙丘，與圖(a)之新月丘(crescentic dune)的形狀正好相反，其為強風環境形成之沙丘，在網仔寮汕上也有同類型的沙丘。圖(e)為圓頂丘(dome dune)，此為較稀少的沙丘類型，呈凹狀之小圓或橢圓型。

據此，本計畫在N與S2樣區，將以平行海岸的方向建構沙丘。在S1樣區的人工沙丘方向則為平行海岸方向再逆時針轉12度，此係參考風向與木麻黃林分布後所做的決定(圖2-1-7)。至於人工沙丘的組成，在S1與S2樣區主要由漂流木堆積而成，冀再藉風吹沙來形成沙丘，如圖2-1-8及照片2-1-2所示。但在N樣區，則需挖坑洞至接近地下水位的深度後(約1.5m)，再將漂流

木填入，(前半樣區將漂流木填入並搗碎、壓密，後半樣區則將高度補足並在上緣平鋪一層漂流木)，並以原土方覆蓋達+3.0m 高程，如圖2-1-9所示。

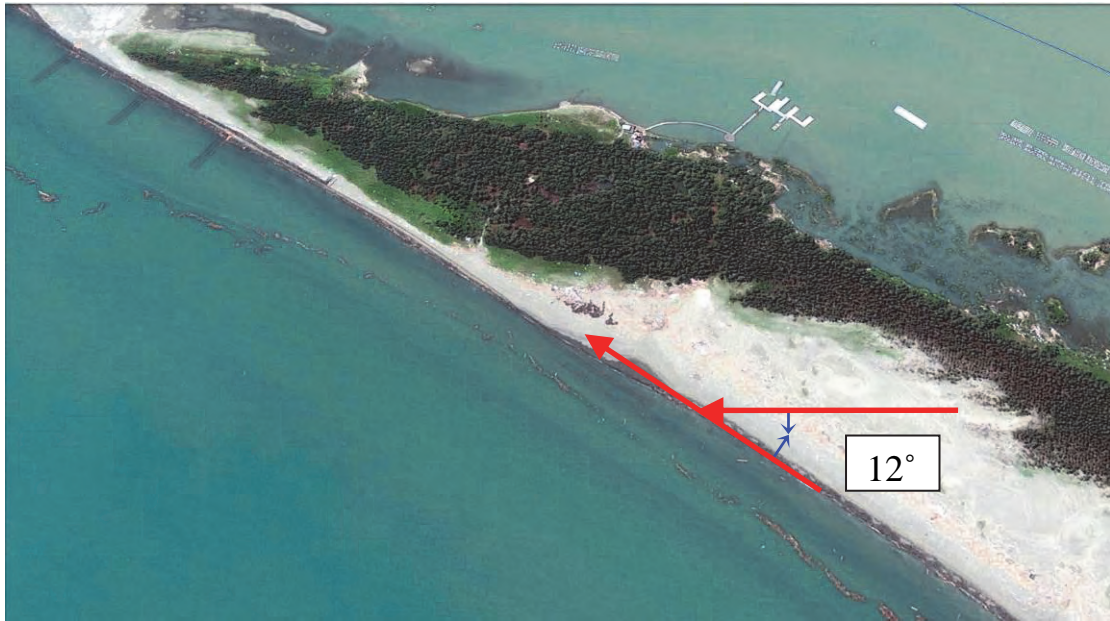


資料來源：<http://www.fas.org/>

圖2-1-6 沙丘分類



照片2-1-1 斷面32附近之自然沙丘(star dune& parabolic dune)



資料來源：google earth

圖2-1-7 當地林務走向

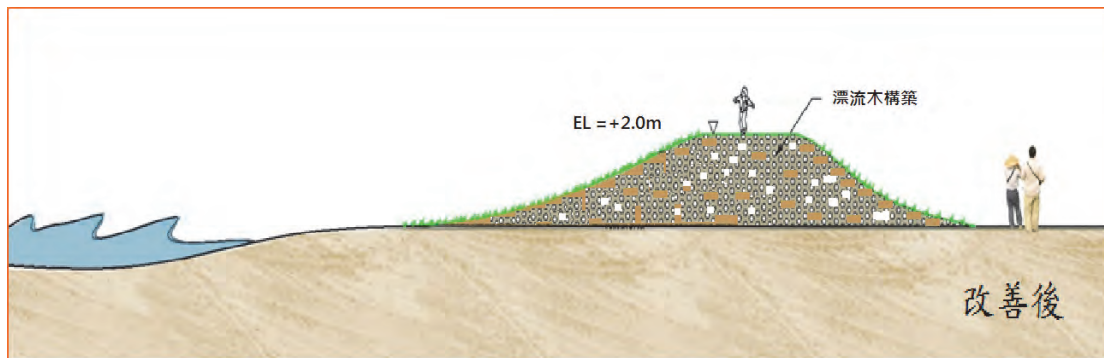


圖2-1-8 人工沙丘斷面示意圖(S1、S2樣區)

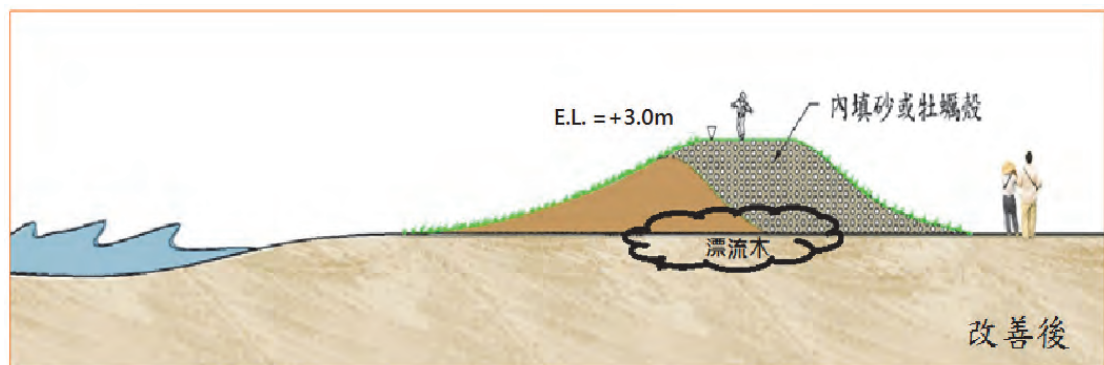


圖2-1-9 人工沙丘斷面示意圖(N樣區)



照片2-1-2 斷面35~36附近之漂流木堆積而成的人工沙丘

#### 4. 漂流木清除與人工沙丘構築成果

台江國家公園管理處102年委託辦理之「漂流木應用於網仔寮沙洲防護試驗計畫」於102年11月7日完成漂流木清除與3處人工沙丘的施作，試驗區施作前後的狀況比較如后：照片2-1-3與照片2-1-4所示為S1與S2樣區人工沙丘施作前與施作後之比較，此區以人工堆置漂浮木來聚沙，冀能加速沙丘形成，亦冀能達到減緩風吹沙往木麻黃林區飄移之目的。圖1-2-1亦顯示S1與S2樣區與後方林帶尚有一段距離，不致因人工沙丘的變動而影響現有林帶的生長。

照片2-1-5所示則為N樣區人工沙丘施作前與施作後之比較，當時並依據台江國家公園管理處之會勘建議完成補強，即將N樣區與附近天然沙丘進行鏈結避免出現越洗通道。



S1樣區人工沙丘施作前的情形



S1樣區人工沙丘施作後的情形

照片2-1-3 S1樣區人工沙丘施作前與施作後之比較



S2樣區施作前



施作後S2樣區人工沙丘

照片2-1-4 S2樣區人工沙丘施作前與施作後之比較



在斷面42往南拍攝

N樣區施作前



施作後N樣區之人工沙丘

照片2-1-5 N樣區人工沙丘施作前與施作後之比較



## 2-2 人工沙丘試驗區量測執行方式

### (一) 施測頻率

計畫履約期間需完成3次既有3處漂流木所設置之人工沙丘測量，第1次在計畫開始立即執行，第2次於颱風季前測量，第3次於颱風警報解除後測量，以掌握東北季風後及颱風期間的地形資料。由於颱風發生時機、規模與路徑均難預估，本研究將至少量測一組颱風造成的地形變化，再依據颱風警報，儘可能量測對七股海域影響最大的颱風事件。照片2-2-1~照片2-2-3即為6月4日所記錄3處人工沙丘的現場狀況。



照片2-2-1 S1試驗區  
(2014/06/04)



照片2-2-2 S2試驗區  
(2014/06/04)



照片2-2-3 N試驗區(2014/06/04)

## (二) 測設數量

本計畫針對三個人工沙丘試驗區位：N試驗區(觀景台北側斷面42附近)、S2區(觀景台南側斷面36)及S1區(觀景台南側斷面35)，每一試驗區規劃一至三條的地形測量剖線，並依砂丘的中軸變化加密量測點位，以掌握更多人工沙丘的高程變化狀況。此外，本團隊並加測木平台附近(近斷面38)之地形剖面，除監測地形侵淤外，並有助於溯升水位的分析，圖2-2-1為規劃的地形量測線(黑色斷面線)。

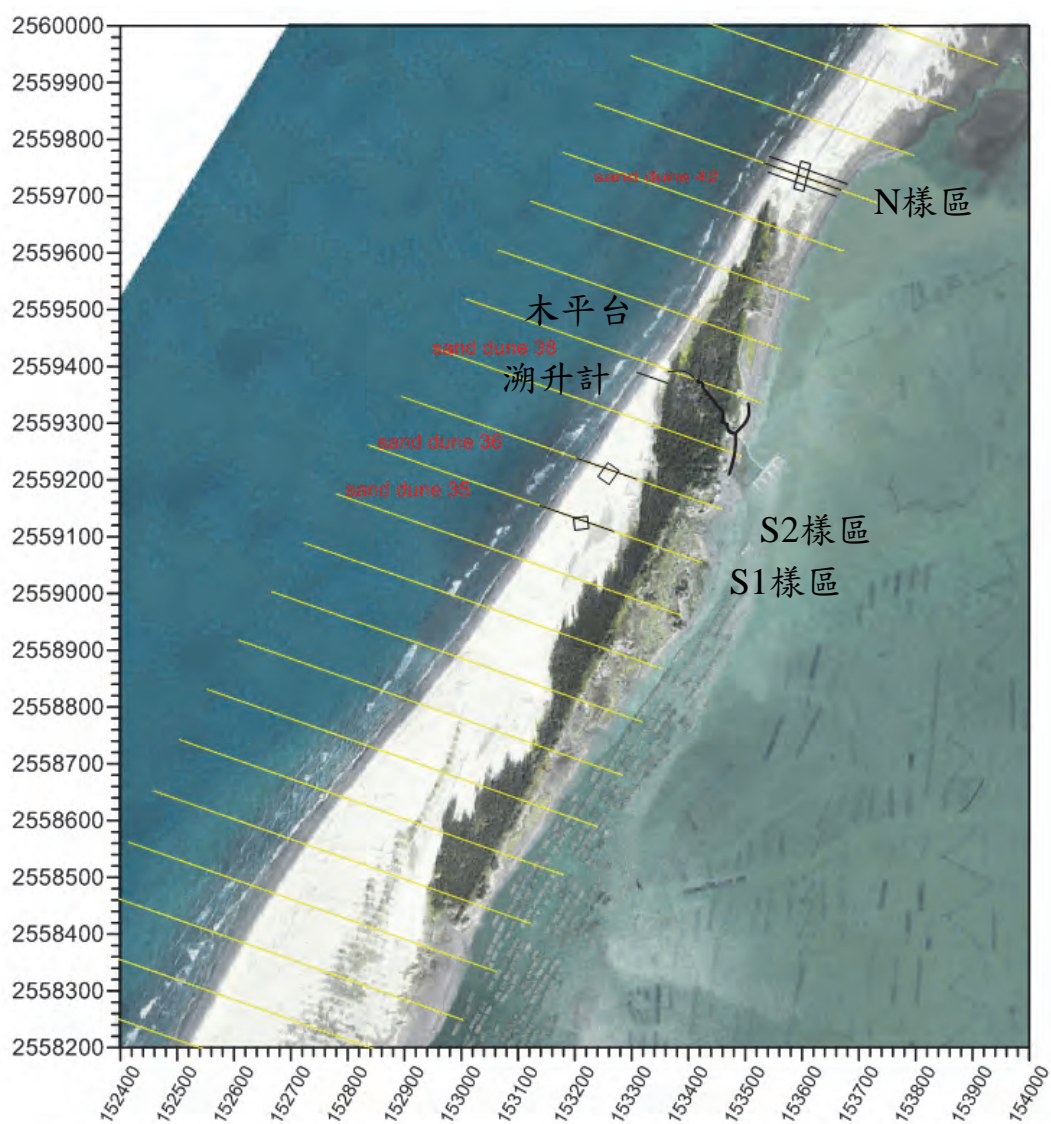


圖2-2-1 人工砂丘及木平台地形剖面量測線規劃圖

### (三) 施測方法

測量控制系統以控制測量項目以公尺為單位計至公厘為止，餘則以公尺為單位計至公分為止。

- 平面基準：採用內政部公告之TWD97二度分帶坐標系統。
- 高程基準：採用內政部TWVD2001水準系統為高程基準(基隆中潮系統)。
- 基本(主)控制樁部分，採用第六河川局「台南縣海堤區域勘測檢討暨管理系統建置計畫」案，於各段海堤以每250m間隔埋設海堤控制樁(如表2-2-1所示)，而本計畫原則上於測區南北中分別使用一基本控制樁即可，故預計引用舊有樁位，待實際清查現況保持良好之樁位後引用而不再另行埋樁，以避免資源浪費及樁位設置之混亂。圖2-2-2所示為計畫測量範圍之控制樁位置圖。其中表2-2-1之GNO18為引測點之校正點，而引測點位於網仔寮汕北側林務之盡頭靠近N試驗區的南側，坐標為 $N=2559692.033$ ， $S=153542.762$ ，高 $=+ 5.174$  m。
- 控制點使用前需與鄰樁進行邊長檢測及水準檢測，其邊長偏差不得大於 $0.02m+5ppm L$ ，其中L為邊長公尺數，高程誤差將控制使小於 $12mm\sqrt{k}$ ，其中k為路線長公里數。而確實無誤後方可採用。

### (四) 試驗區高程測量

沙洲高程測量預計採用人工陸域測量方式，用全站式經緯儀或RTK即時動態測量，以三次元數值法方式測繪，皆儘量選用退潮時段測量潮間帶區域，現場作業採用儀器如表2-2-2所示。

表2-2-1 控制樁位置

點 號	TWD97坐標系統		高 程 (m)	備 註
	縱坐標(N)	橫坐標(E)		
GNO17	2560791.227	155433.644	3.572	七股鹽田
GNO18	2560565.790	155467.217	3.260	七股鹽田
GNO19	2560570.281	155721.568	3.265	七股鹽田
GNO20	2560574.571	155972.979	3.195	七股鹽田
GNO21	2560577.316	156204.082	3.321	七股鹽田
GNO22	2560536.655	156399.388	3.080	七股鹽田
HNO01	2560490.210	156405.336	3.144	龍山海堤
HNO02	2560271.366	156297.461	3.671	龍山海堤
HNO03	2560026.850	156329.302	3.796	龍山海堤
HNO04	2559791.017	156393.382	3.528	龍山海堤
HNO05	2559640.744	156483.647	3.463	龍山海堤
HNO06	2559422.116	156407.493	3.781	龍山海堤
HNO07	2559184.592	156318.456	3.742	龍山海堤
HNO08	2558942.648	156268.741	3.935	龍山海堤
HNO09	2558697.941	156337.047	3.147	龍山海堤
HNO10	2558542.526	156402.706	3.157	龍山海堤
HNO11	2558292.607	156620.998	3.178	龍山海堤
HNO12	2558162.905	156726.119	3.070	龍山海堤
INO01	2557870.693	156605.264	3.361	曾文海埔地海堤
INO02	2558063.195	156468.450	3.523	曾文海埔地海堤
INO03	2558223.773	156286.580	3.618	曾文海埔地海堤
INO04	2558300.377	156051.889	3.380	曾文海埔地海堤
INO05	2558280.820	155819.196	3.354	曾文海埔地海堤
INO06	2558257.132	155542.386	3.450	曾文海埔地海堤
INO07	2558239.824	155343.371	3.475	曾文海埔地海堤
INO08	2558209.016	155088.046	3.448	曾文海埔地海堤
INO09	2558106.733	154875.051	3.492	曾文海埔地海堤
INO10	2558002.367	154660.232	3.515	曾文海埔地海堤
INO11	2557895.859	154441.098	3.522	曾文海埔地海堤
INO12	2557785.171	154213.131	3.531	曾文海埔地海堤
INO13	2557682.691	154002.254	3.522	曾文海埔地海堤
INO14	2557579.303	153789.784	3.492	曾文海埔地海堤
INO15	2557472.085	153568.548	3.580	曾文海埔地海堤

表2-2-2 測量作業使用儀器

工作項目	儀器型式/規格	儀器相片
海上定位測量及 陸域地形測量 (及已知點檢測)	Trimble 5700 衛星定位接收儀 電碼差分： 水平精度 0.25m+1ppm 垂直精度 0.50m+2ppm 。 靜態和快速靜態 GPS 測量： 水平精度 5mm+0.5ppm 垂直精度 5m+2ppm RTK 即時動態測量： 水平精度 1cm+1ppm 垂直精度 2cm+2ppm DGPS 即時差分： 水平精度 0.50m 以內	
高程控制點檢測	Sokkia B21 水準儀 估讀至 1mm	
海灘斷面地形測量(含已知點檢測及導線測量)	Zeiss Elta 13C 全站儀 測角精度 1.5 秒 測距精度 2mm+2ppm	

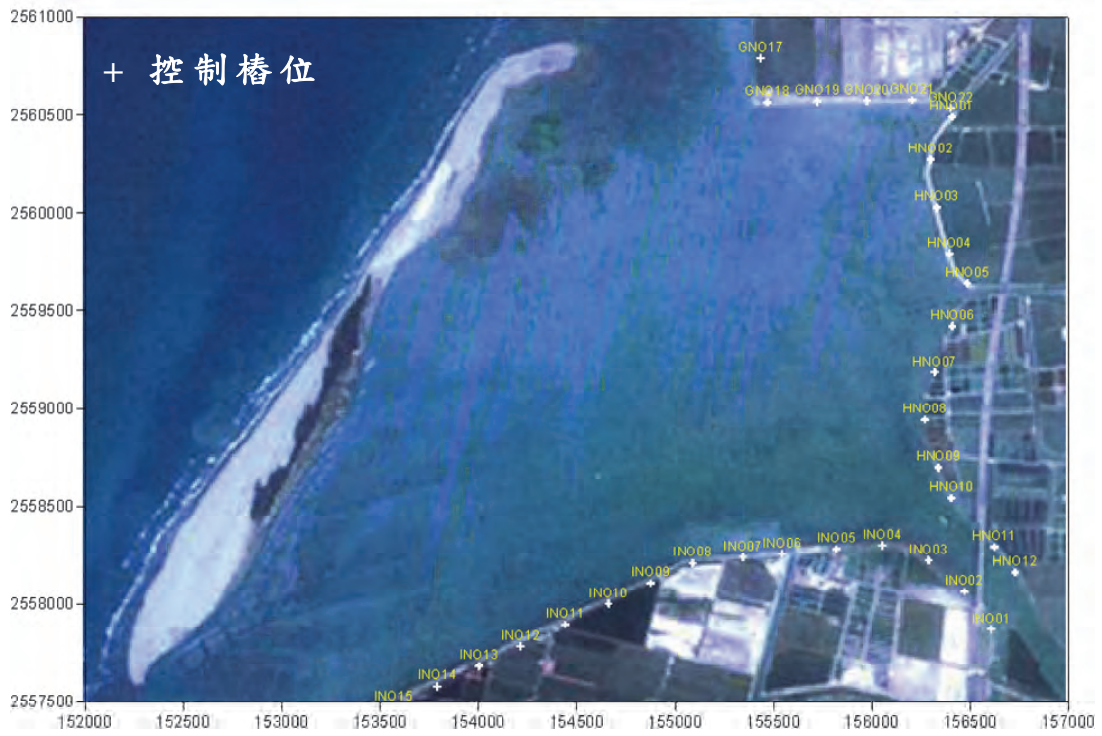


圖2-2-2 控制樁位置放大圖(網仔寮汕附近)

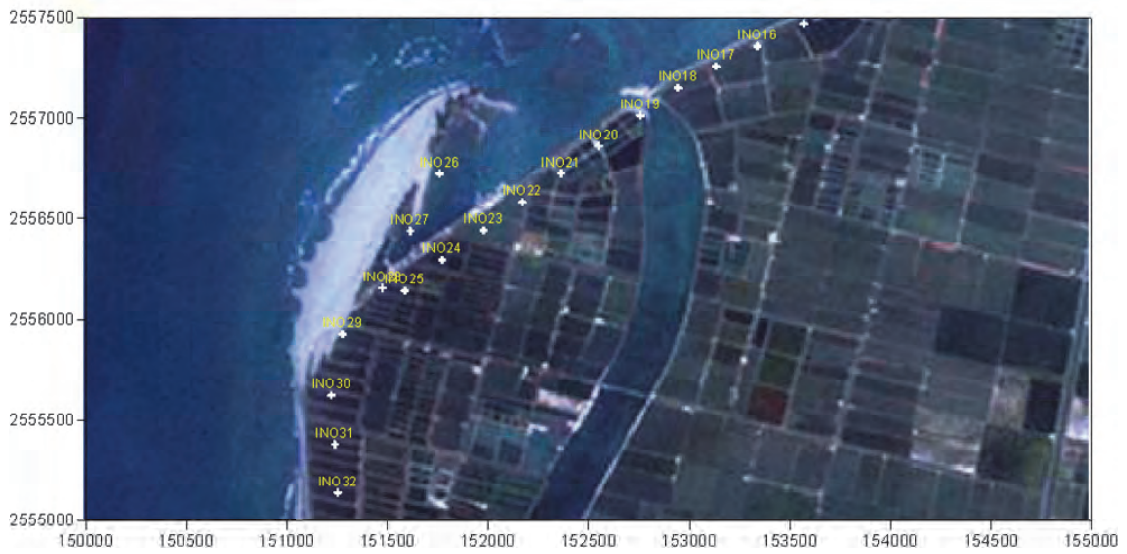


圖2-2-2 (續)控制樁位置放大圖(頂頭額汕附近)

## 2-3 人工沙丘試驗區量測執行成果

### (一) 施測日期

計畫於5月29日簽約開始執行，3處漂流木人工沙丘的第1次測量於6月4日，即計畫開始後且在颱風警報發布前立即執行。6月14日雖有哈吉貝颱風警報，但7月1日現勘觀察到現場沙丘的變化不大，因此建議第2、3次測量應於後續發佈的颱風警報再行測量；此已於7月3日的期初審查獲得通過，但唯恐今年颱風警報偏少，另限制第2、3次測量最晚應依序於8月中旬與10月中旬完成。之後，7月21日發佈麥德姆中度颱風警報，因此於8月1日執行第2次測量。接著9月19日發生今年的第3組颱風警報(鳳凰)，因此於10月9日再執行第3次測量。此後，截至目前(10月30日)則未再有發警報的颱風侵台，表2-3-1整理今年所發佈的3次颱風警報資料，為颱風路徑圖如圖2-3-1所示。圖2-3-2為鄰近七股資料浮標與將軍潮位站今年度颱風期間的實測紀錄，顯示哈吉貝颱風的最大波高未超過3m，麥德姆颱風超過5m，鳳凰颱風超過3m。

至於本計畫所執行3次人工沙丘的量測軌跡圖如圖2-3-3~圖2-3-5，表2-3-2則整理本計畫所有的地形調查與現勘的執行日期，及期間所發佈的颱風警報。

表2-3-1 2014有發警報之颱風列表

編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度
201416	鳳凰	FUNG-WONG	特殊	2014-09-19 08:30 2014-09-22 08:30	輕度
201410	麥德姆	MATMO	3	2014-07-21 17:30 2014-07-23 23:30	中度
201407	哈吉貝	HAGIBIS	--	2014-06-14 23:30 2014-06-15 17:30	輕度

表2-3-2 本計畫各項調查之執行狀況

日期	事件	備註
6/4	人工沙丘試驗區第1次測量	颱風季前
6/14	哈吉貝颱風警報(6/15~6/15)	
7/1	現勘及溯升計檢測	沙丘變化不明顯
7/21	麥德姆颱風警報(7/21~7/23)	
7/29	溯升計檢測	
8/1	人工沙丘試驗區第2次測量	第1、2次颱風後
8/2	現勘	
9/12	現勘	
9/19	鳳凰颱風警報(9/19~9/22)	
10/9	人工沙丘試驗區第3次測量	第3次颱風後

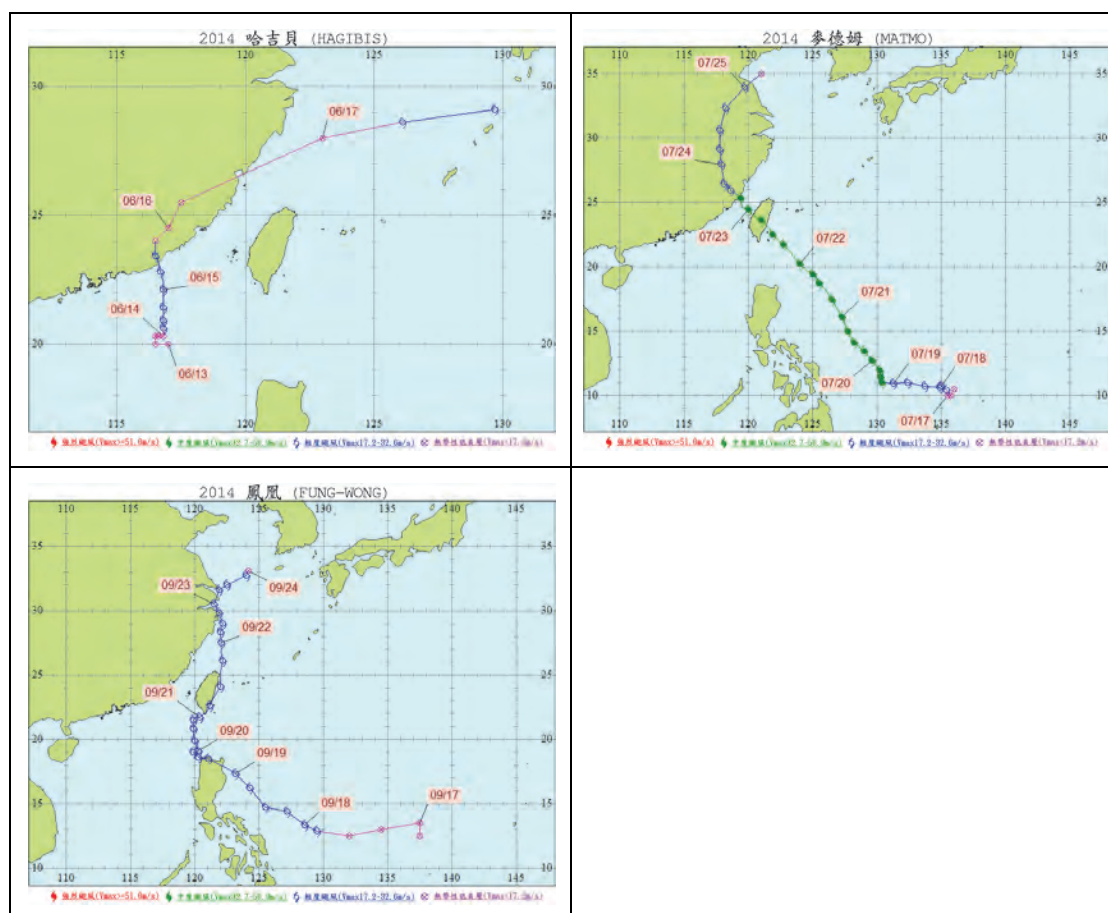


圖2-3-1 2014年3組颱風路徑圖



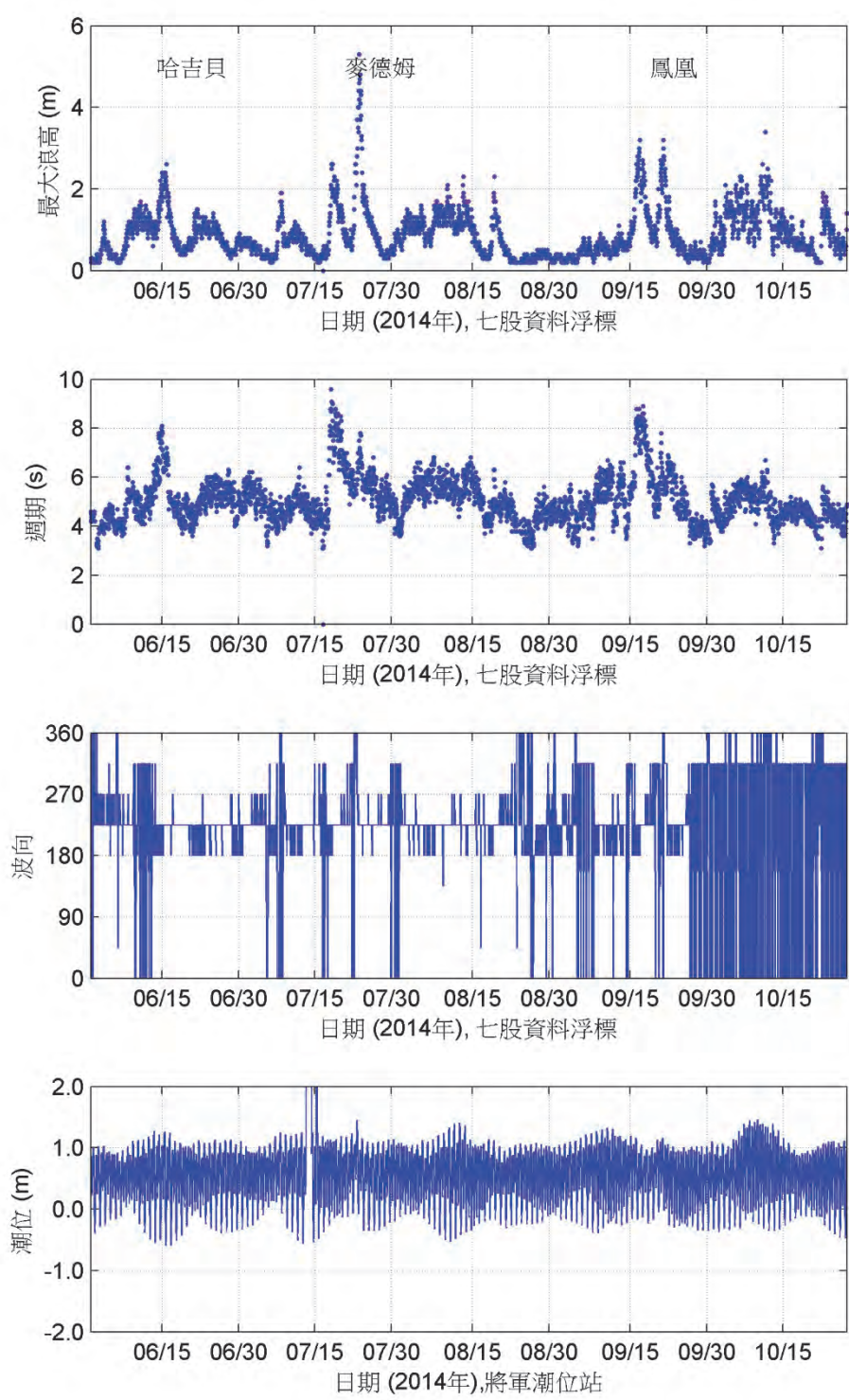


圖2-3-2 2014年颱風期間七股資料浮標與將軍潮位站紀錄

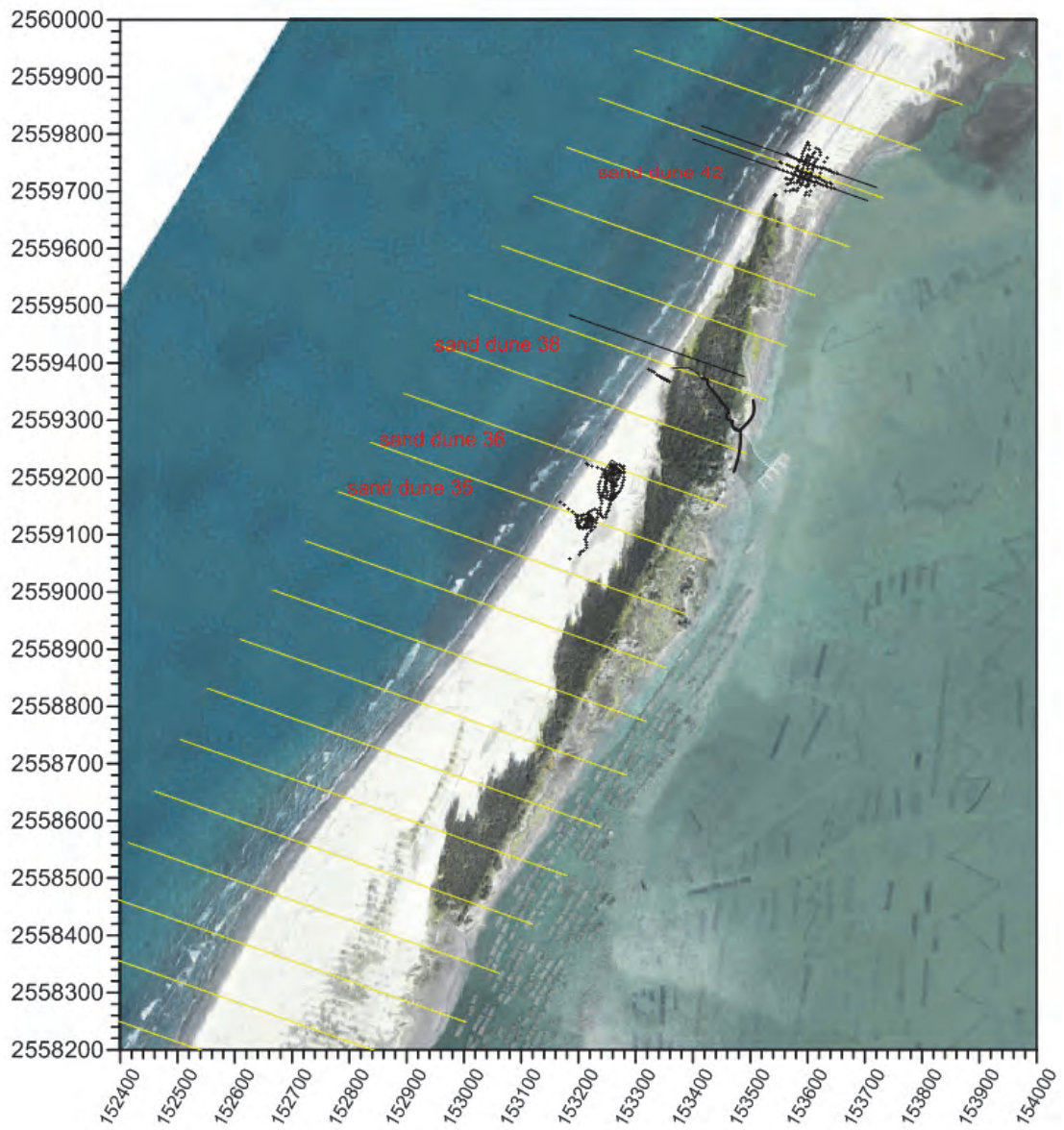


圖2-3-3 人工沙丘樣區第1次測量軌跡圖(2014/06/04)

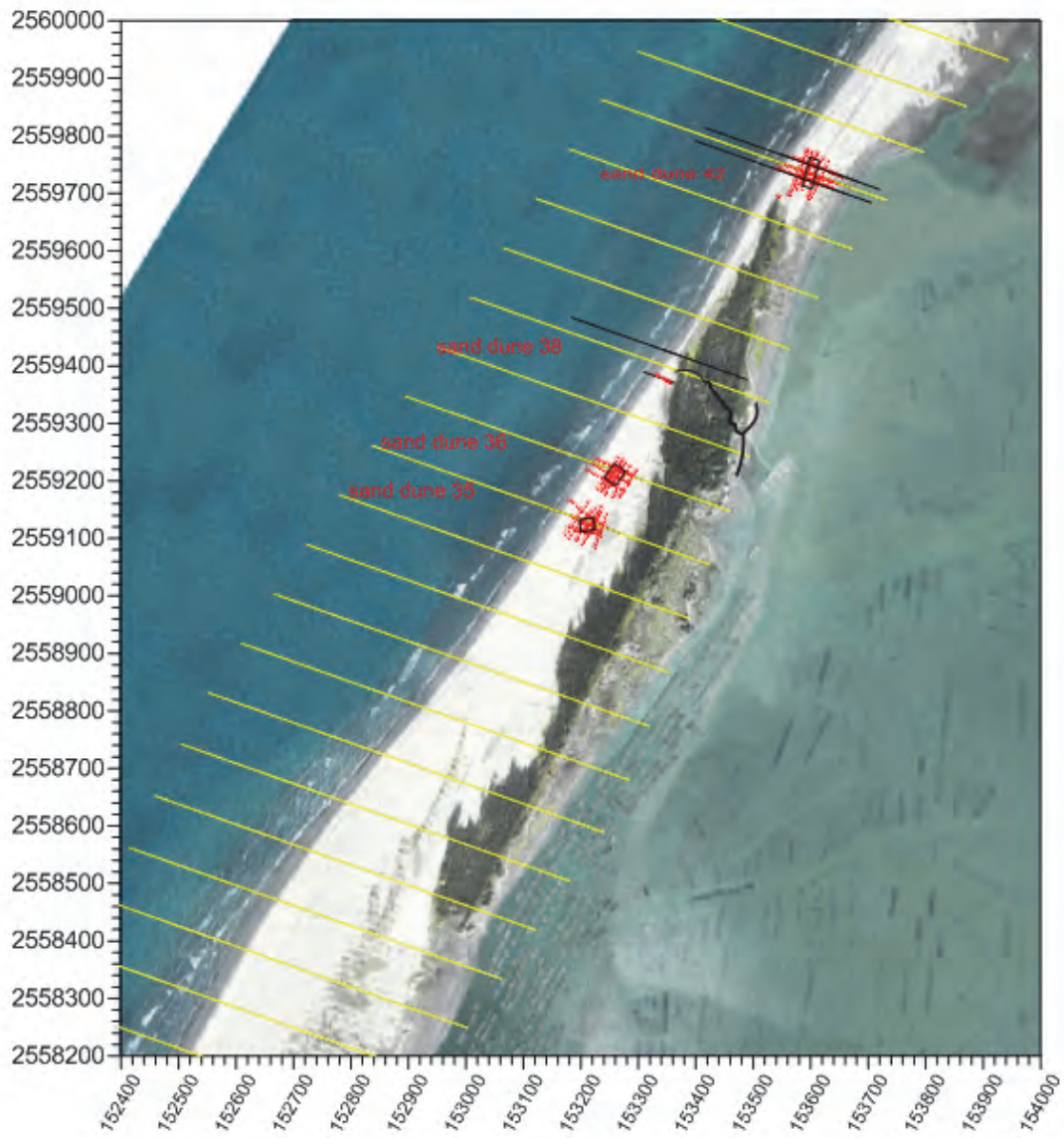


圖2-3-4 人工沙丘樣區第2次測量軌跡圖(2014/08/01)

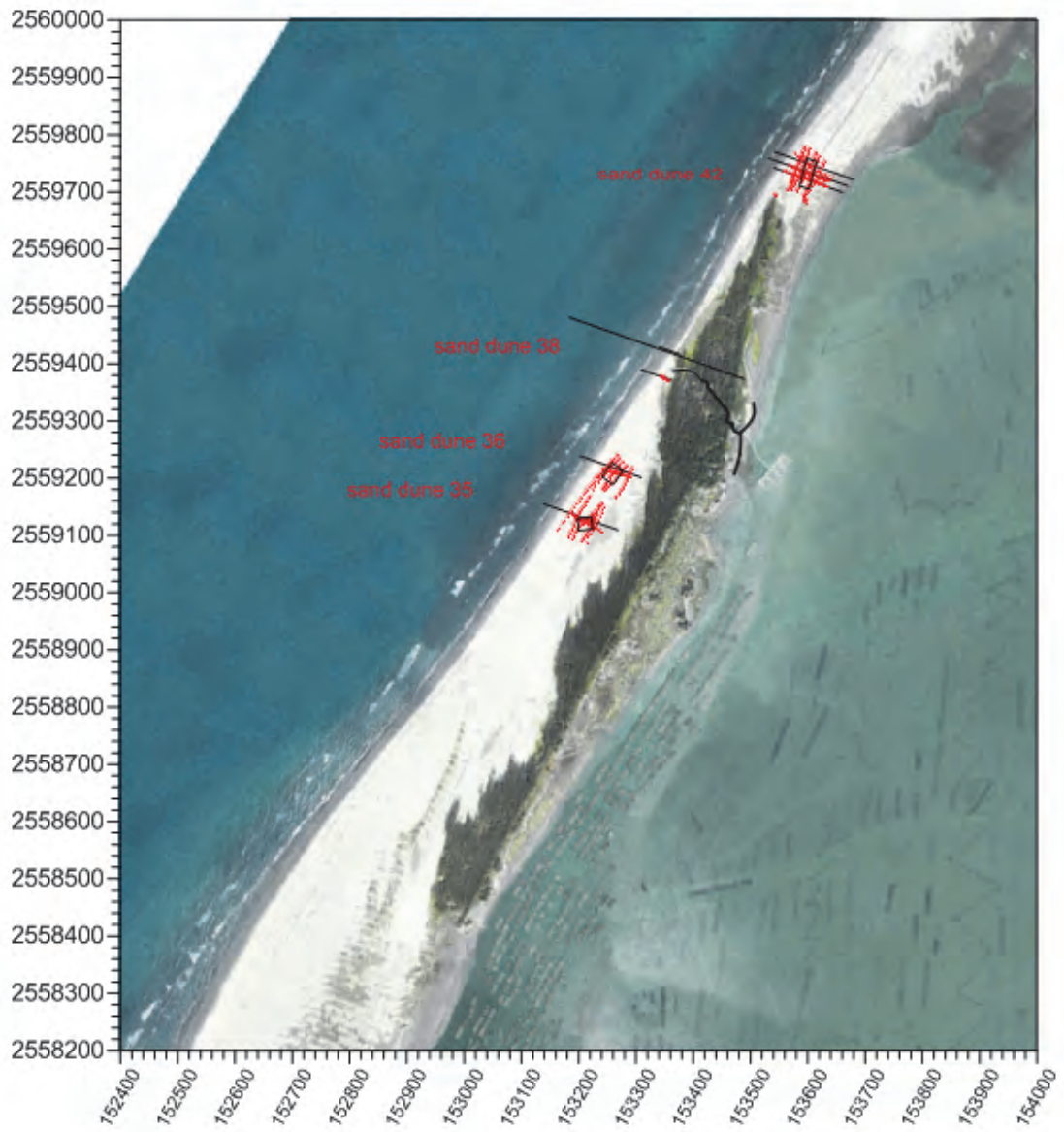


圖2-3-5 人工沙丘樣區第3次測量軌跡圖(2014/10/9)

## (二) 施測成果

表2-3-3整理本計畫人工沙丘試驗區相同斷面的9次地形測量執行情況，連同台江國家公園管理處的6次量測，以及本計畫的3次測量。其中2011年的計畫成果與本計畫有3組相同斷面，各有2次調查。至於2013年計畫，除木平台斷面38外，其餘斷面均有4次調查：其中2013年7月20日(潭美颱風8/20~22之前)與9月12日(康芮颱風8/27~28之後)兩次調查，可藉以說明颱風對於網子寮汕的地形變化。至於3處人工沙丘係於2013年11月6日建置完成，因此2013/11/13所進行者為人工沙丘建置後的第1次地形調查。2014/01/02則進行人工沙丘建置後的第2次地形調查，正為東北季風剛開始的時間點。本計畫的第1次調查於2014/06/04進行，東北季風已結束而且尚未發布颱風警報，可用以說明人工沙丘經歷第1個東北季風後的地形變化。接著，本計畫的第2、3次測量則可說明人工沙丘經歷第1個颱風季的地形變化。

表2-3-3 計畫區域歷年各斷面量測狀況

計畫	斷面	35	36	38	41.5	42	42.5	備註
	樣區	S1	S2	木平台	N南	N中軸	N北	
2011	2011/07	√	√			√		
	2011/11	√	√			√		
2013	2013/07/20	√	√		√	√	√	11/6 人工 沙丘 完成
	2013/09/12	√	√		√	√	√	
	2013/11/13	√	√	√	√	√	√	
2014	2014/01/02	√	√	√	√	√	√	
本計畫	2014/06/04	√	√	√	√	√	√	
	2014/08/01	√	√	√	√	√	√	
	2014/10/09	√	√	√	√	√	√	

### (三) 人工沙丘經歷第1個東北季風後的地形斷面變化

圖2-3-6彙整各斷面今年颱風季前的歷次斷面地形，在此則針對2013/11/13~2014/06/04期間說明人工沙丘經歷第1個東北季風後的地形斷面變化：

首先說明木平台南側的斷面35(樣區S1)與36(樣區S2)，該區海岸後濱區之沙灘面積大且植生覆蓋度低，屬風飛沙較活躍區，因此易受颱風或東北季風的影響而形成風吹砂。去年(2013)人工沙丘尚未建置時，此二組斷面颱風季後的高程會因風蝕、波浪等的作用而顯著降低，損失的沙源則淤積在相鄰兩沙丘的間隙以及沙丘後方的Dune Slack處。接著，去年冬季(2013)到今年春末，由於人工沙丘建置完成，因此東北季風所帶來的風吹沙有助於人工沙丘的成長。雖然人工沙丘前後方沙灘的局部高程略有降低，但此處沙丘的變化有以下主要現象：(1)人工沙丘增高、(2)前灘加寬(即人工沙丘離岸距有增加)、(3)人工沙丘與鄰近的天然小沙丘串聯成一組更長的沙丘。(4)人工沙丘理論推估的位置(離岸距、高度、大小等)與附近原有的天然沙丘相似而且兩者可相互結合。綜合而言，人工沙丘的設置有助於此區的護沙功效。

接著，往北至斷面38的木平台，此區沙灘較短，後濱區的乾沙範圍小，自然沙丘上亦已有茂密的植生保護，海灘高程受風蝕的影響相對較小。由於此處海灘短窄，海側受暴潮巨浪的影響較顯著，即颱風季此處的地形常發生侵蝕。東北季風期間，冬季波浪雖大於夏季波浪，但仍比颱風波浪微小，因此冬季往南的風吹沙與沿岸漂沙，將上游沙源帶至此處沉降，整體趨勢為夏侵冬淤。

至於木平台北側的斷面42附近(樣區N)，雖然海岸後濱區有大量漂流木與貝殼覆蓋其上，有助於抵抗風蝕；然而此處的近濱與前濱區高程較低，易受較大浪潮(包含颱風與東北季風波浪)的影響，使得沙灘高程變低。整體而言，東北季風期的主要地形變化有：(1)近濱與前濱區高程變低，(2)人工沙丘增高，(3)人工沙丘後方及下風處因有沙丘的遮蔽有助於風吹砂沉降而堆高，(4)可與鄰近的天然沙丘串聯結合，但沙源較少使得串聯的程度不及南邊的斷面35與36。

#### (四) 人工沙丘經歷第1個颱風季後的地形斷面變化

圖2-3-7彙整各斷面今年颱風季的歷次斷面地形，在此則針對2014/06/04~2014/10/09期間說明人工沙丘經歷第1個颱風季風後的地形斷面變化：

首先說明木平台南側的斷面35(樣區S1)與36(樣區S2)的人工沙丘變化，雖然沙丘頂部有局部風蝕的現象，但整體的變化趨勢為：(1)人工沙丘的高程持續增加。(2)前灘的寬度持續變長(即人工沙丘的離岸距增加)。(3)人工沙丘與鄰近的天然小沙丘仍緊密串連。

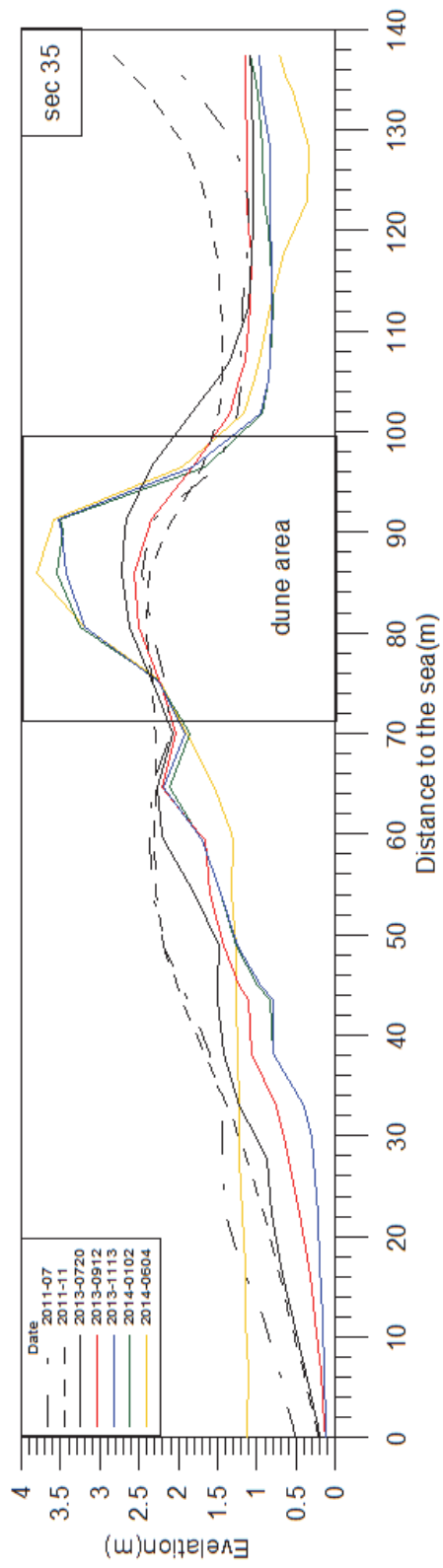
接著，往北至斷面38的木平台附近，颱風季侵蝕，之後東北季風往南的風吹沙與沿岸漂沙又使沙灘回淤。

至於木平台北側的斷面42(樣區N)附近的沙丘變化有：(1)近濱與前濱區高程變高，有回復到2011年11月的趨勢。(2)人工沙丘因有所保護(前方漂流木、後方植生拓植)而有增高、增寬的現象。(3)人工沙丘後方及下風處因有沙丘的遮蔽仍持續增高。

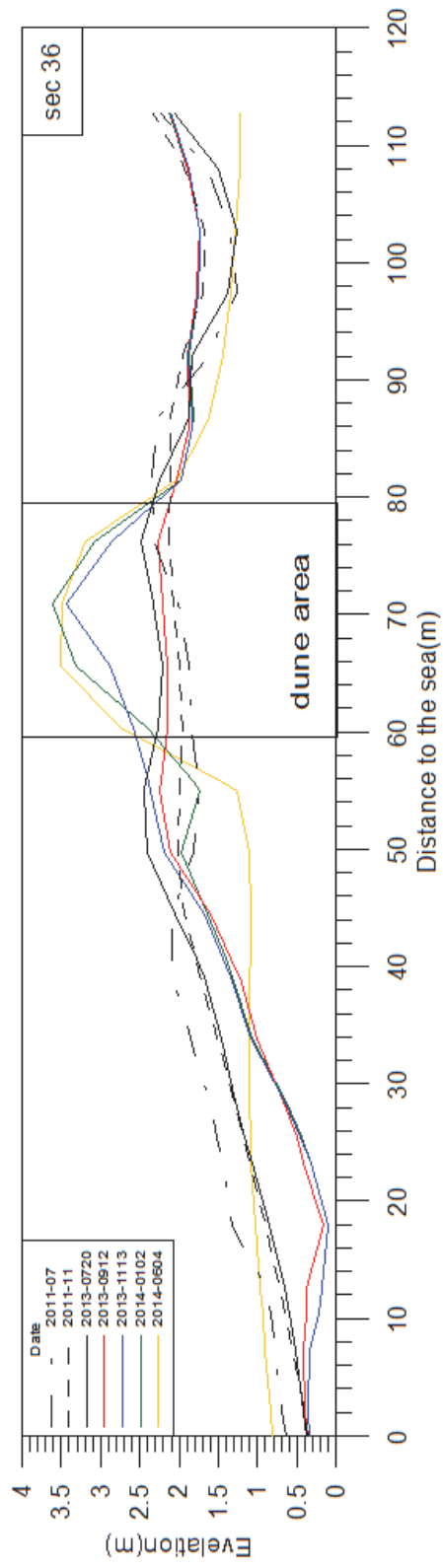
綜合而言，由於今年僅發生3次颱風，數量較往年少且其侵台路徑未接近台南七股海岸，浪潮強度均不大，3處人工沙丘受今年颱風的侵蝕作用不大，反因有風吹砂的供應而略為增高加廣。

#### (五) 岸線變化

一般岸線位置係標註零米線(水位為0)所在的位置，亦可由前灘的高程變化間接瞭解到岸線的移動趨勢：高程增加代表岸線有往前的趨勢，降低則相反。由歷次所量測海岸線附近的高程資料(圖2-3-7)，顯示颱風波浪侵襲後海岸線位置明顯後退，各斷面海灘於颱風季高程均有降低。東北季風後，海岸又淤沙使得岸線往前，部分高程甚至可回復到2011年7月颱風前的狀況。此現象與過去的觀察相符，即台南海岸沙灘常呈夏侵冬淤之季節性變化。



斷面35(S1樣區)



斷面36(S2樣區)

圖2-3-6 人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖



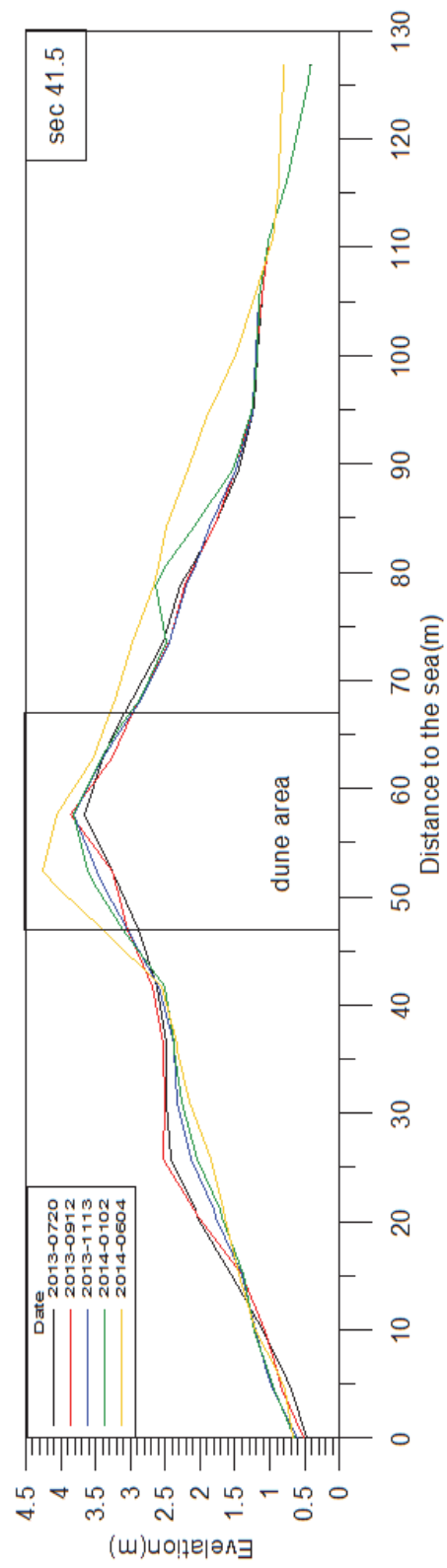
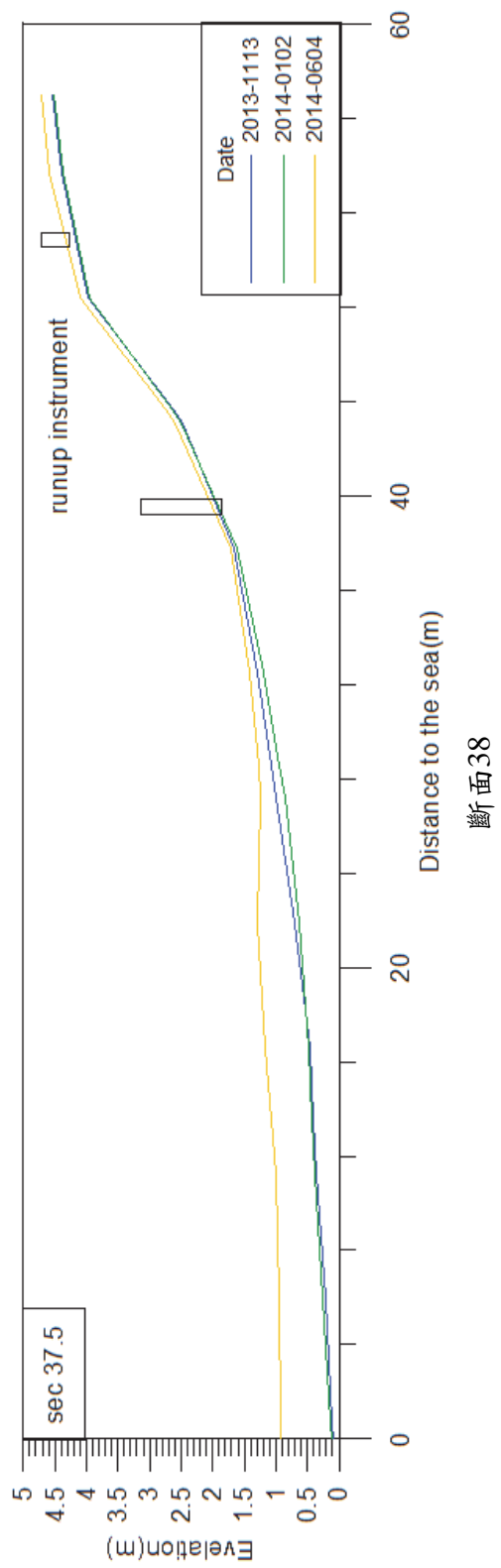
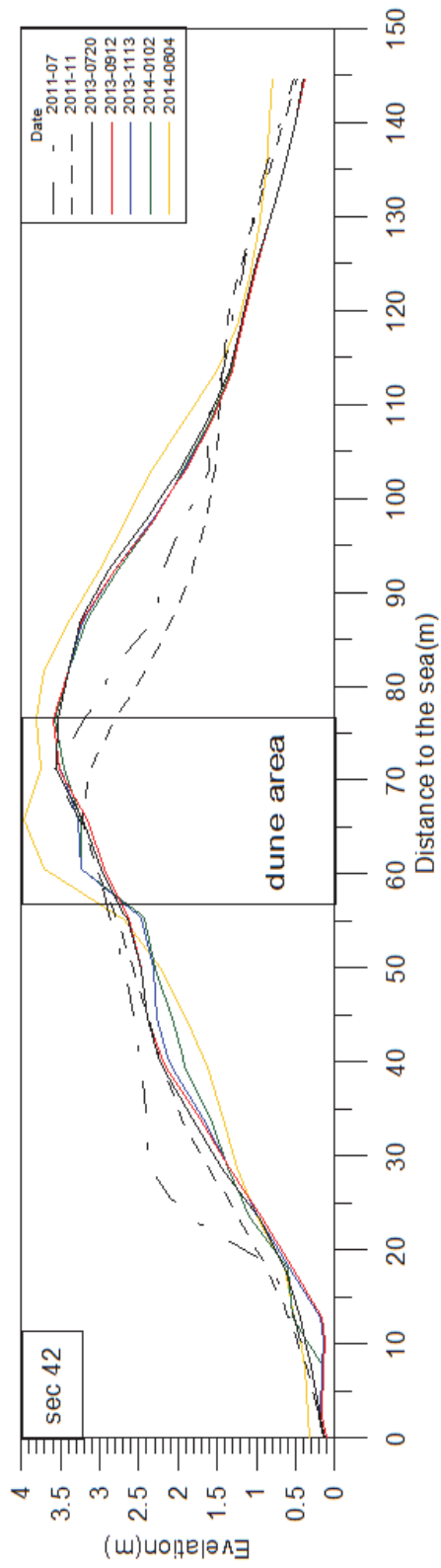
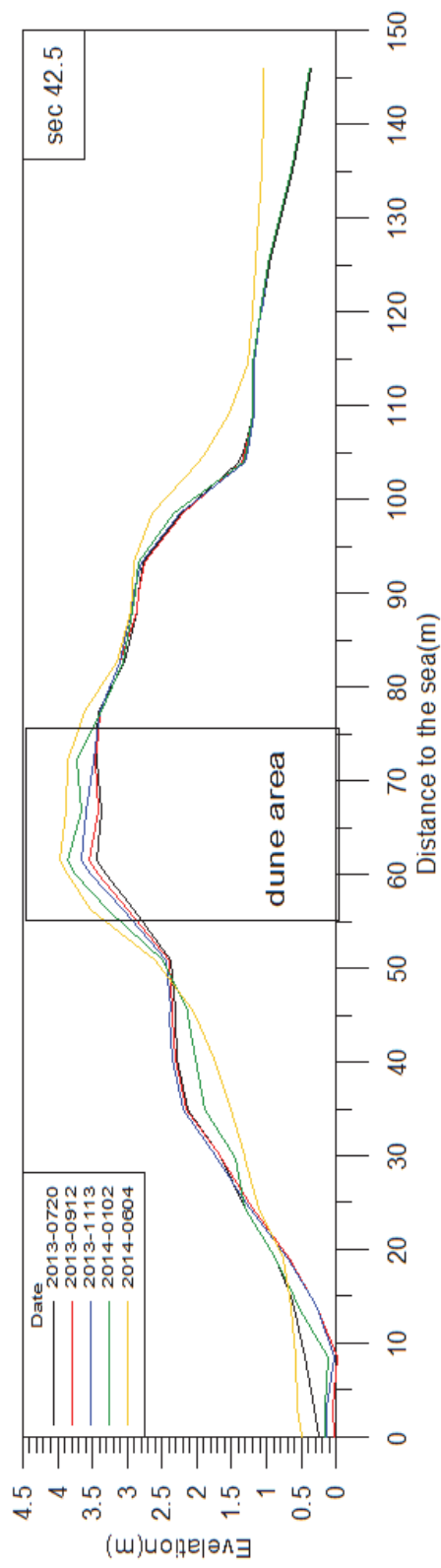


圖2-3-6 (續1)人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖

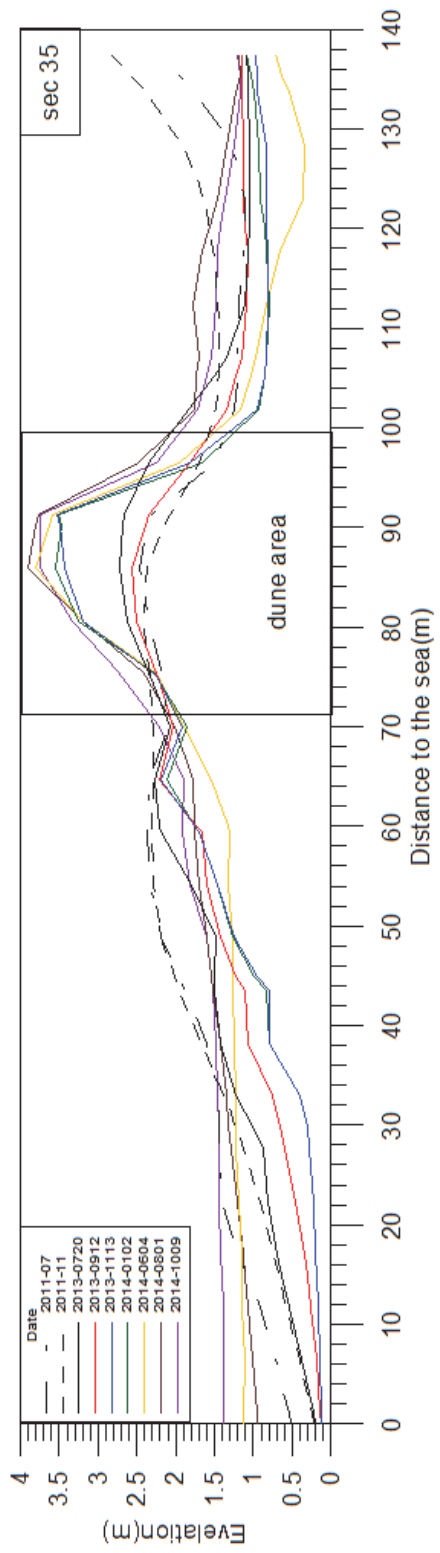


斷面42(N樣區)

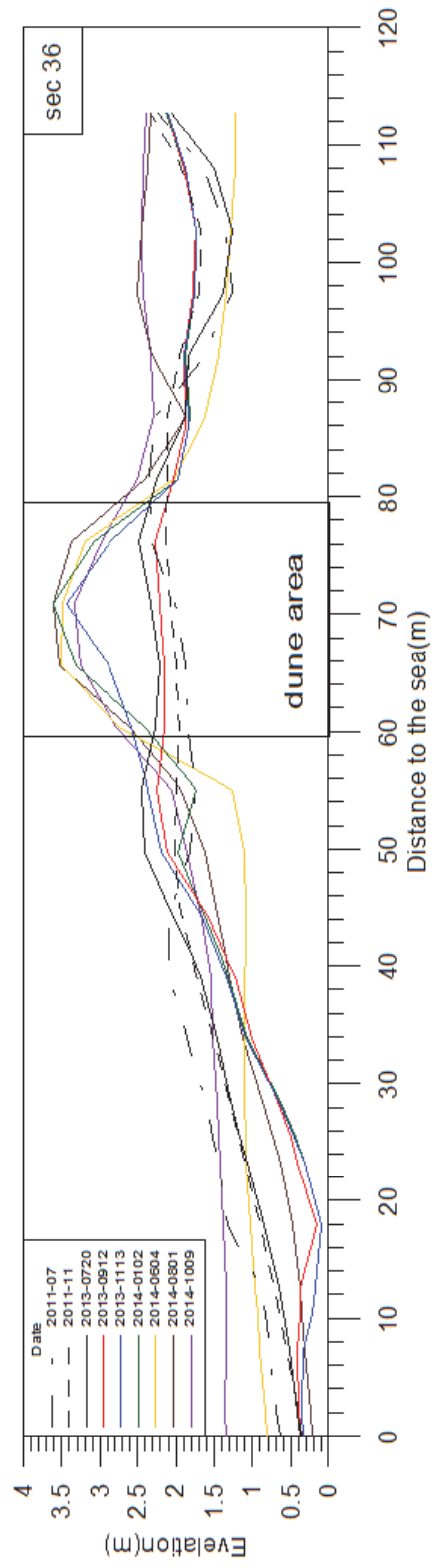


斷面42北邊(N樣區)

圖2-3-6 (續2)人工沙丘第1個東北季風後的地形剖面圖



斷面35(S1樣區)



斷面36(S2樣區)

圖2-3-7 人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖

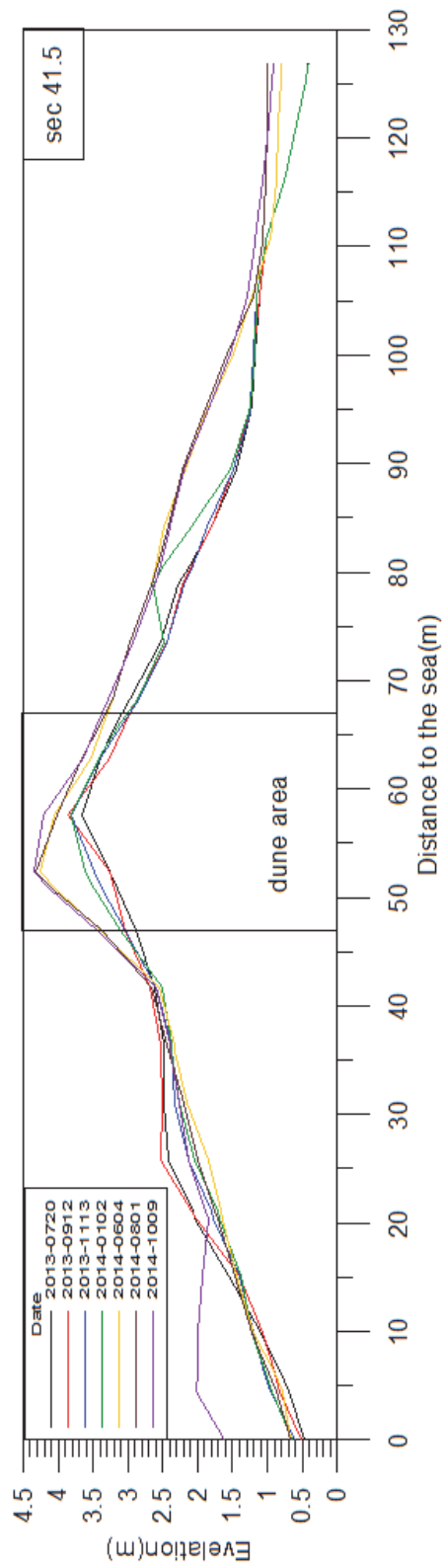
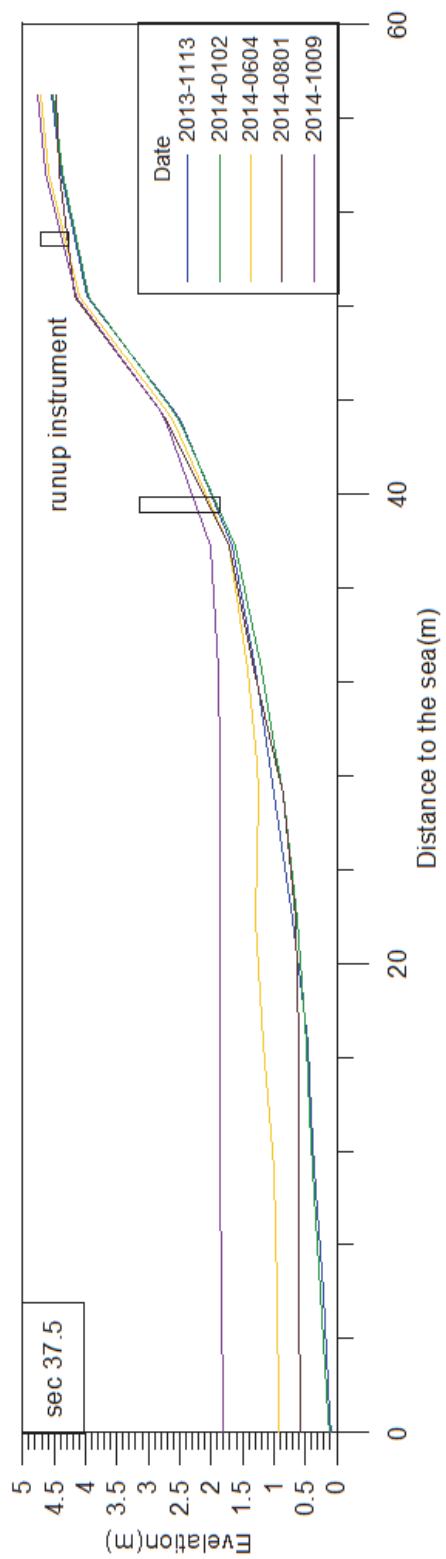
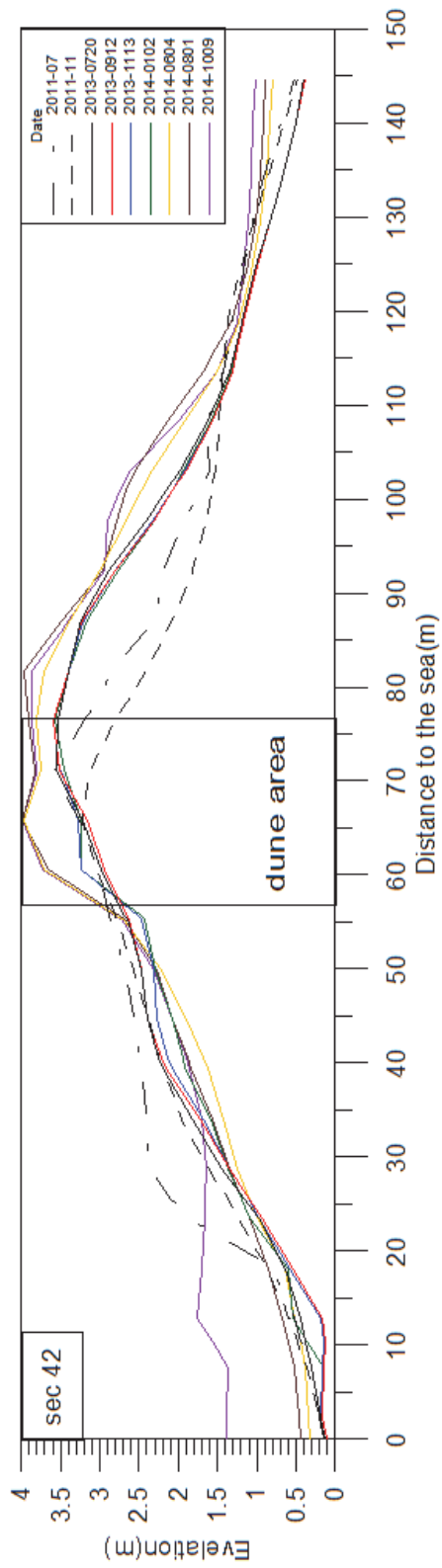
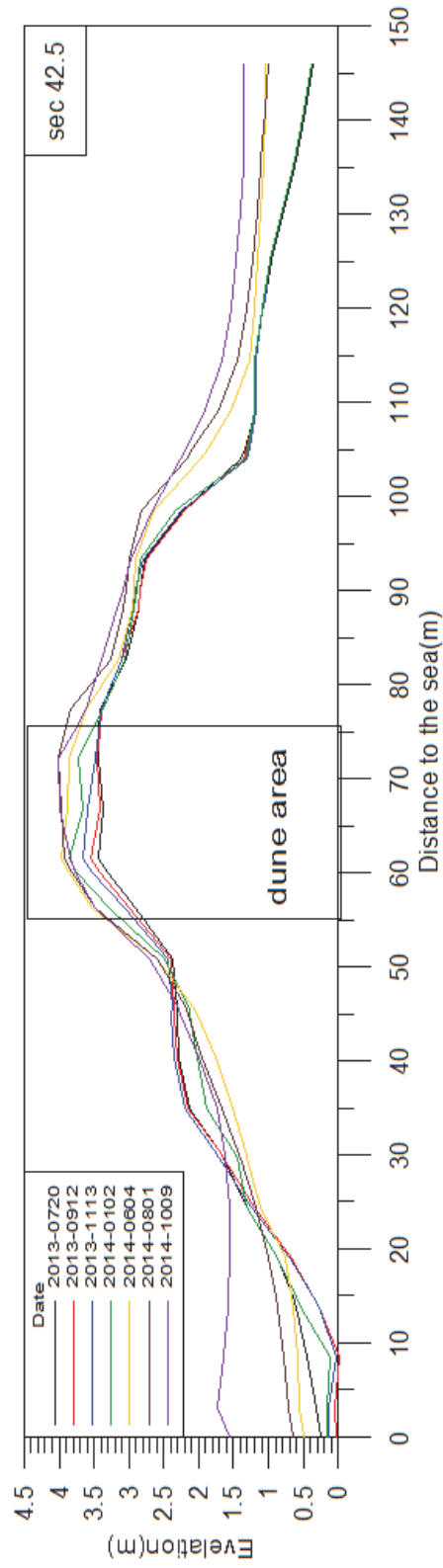


圖2-3-7 (續1)人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖



斷面42(N樣區)



斷面42北邊(N樣區)

圖2-3-7 (續2)人工沙丘第1個颱風季風後的地形剖面圖

## 參、颱風期間溯升水位量測

### 3-1 颱風期間溯升水位量測執行方式

在評估人工沙丘受颱風波浪的破壞狀況時，颱風波浪在沙丘上的溯升高度為一重要參考因素。為使資料更完整，本團隊於木平台附近架設儀器量測颱風期間之波浪溯升高度，以作為評估海浪溯升對人工沙丘影響之依據。

#### (一) 測量位置

本團隊規劃在木平台附近(如照片3-1-1所示)進行颱風波浪溯升高度量測。

#### (二) 量測方法

量測裝置採用成大水工所研發的波浪溯升計。圖3-1-1為現場的佈置示意圖，此組裝置係於測線上打入數支固定樁，並在固定樁上安裝液面感測器。此液面感測器之量測水位零點設定在海灘面上，當海浪溯升至液面感測器時，液面感測器可感應到海水淹沒其上的時間及當時的水位，再配合測線高程之測量，可得到波浪的溯升高度及時序變化。為了能夠更精確的量測波浪溯升高度，溯升計之各感測點之高程間距為20cm，其斷面相關位置及離岸距離如圖3-1-2所示，當中還考量到沙灘的動態變化，特別將溯升計底層之3個感測元件埋在沙灘表面以下，使得沙灘被刷深後仍有位置夠低的感測元件可感應到波浪溯升，而最底層感測元件的設置高程為2.38 m。



照片3-1-1 溯升高度量測位置(木平台附近)

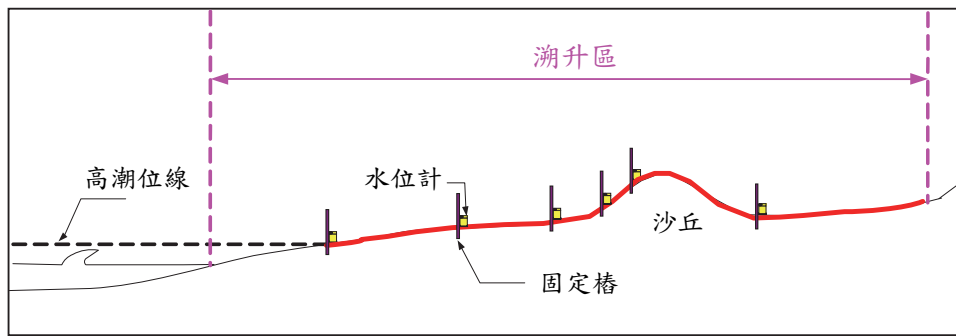


圖3-1-1 波浪溯升高量測現場佈置示意圖

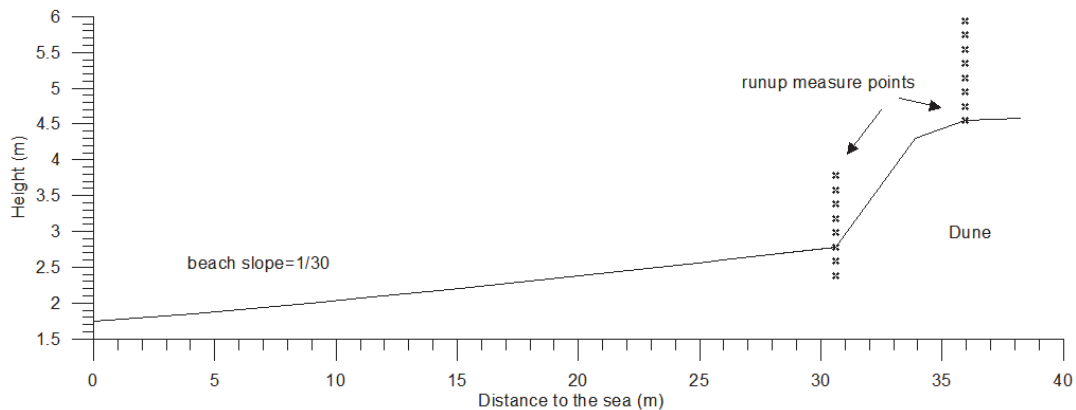


圖3-1-2 溯升計之各感測點的斷面相關位置及離岸距離

## 3-2 颱風期間溯升水位量測執行成果

### (一) 施測日期

由於颱風發生時機、規模與路徑均難預估，本研究將依據颱風警報，儘可能量測每一個影響七股海域颱風所引起之海浪溯升水位，包含今年的三個颱風：哈吉貝(2014/6/13~16)、麥德姆(2014/7/22~24)及鳳凰(2014/9/20~22)，路徑如圖2-3-1。

#### (1) 第一次溯升量測結果(2014/06/14~16)：

哈吉貝颱風(HAGIBIS)6月14日於東沙島附近海面生成，中心往北移動。6月15日5時暴風圈進入臺灣海峽南部，持續向北移動，17時左右進入廣東並轉向東北移動。16日減弱為熱帶性低氣壓。本團隊於14日進行儀器啟動，進行為期2天的量測作業，由於該颱風為輕度颱風、暴風圈離台遠，溯升計未收錄到資料(如圖3-2-1所示)，顯示哈吉貝颱風的最大波高(未超過3m

如圖2-3-2)的溯升水體未上溯到溯升計。

為確認現場溯升狀況，於2014/07/01的現地勘查得到：(1) 儀器(溯升計)附近的漂流木有隨浪潮往後灘溯上，但最高溯上位置離感測元件還有2m左右的距離，因此確認浪潮溯上的位置未達儀器，也沒影響到木平台與3個人工沙丘沿線的沙丘，現場狀況如照片3-2-1所示，照片中以紅線標註漂木溯上的位置)。(2) N樣區無跡象受到該颱風的影響(如照片3-2-1續1所示)。(3) S1樣區漂流木溯上位置也未達人工沙丘的前緣(如照片3-2-1續2所示)。(4) S2樣區漂流木溯上位置也未達人工沙丘的前緣(如照片3-2-1續3所示)。

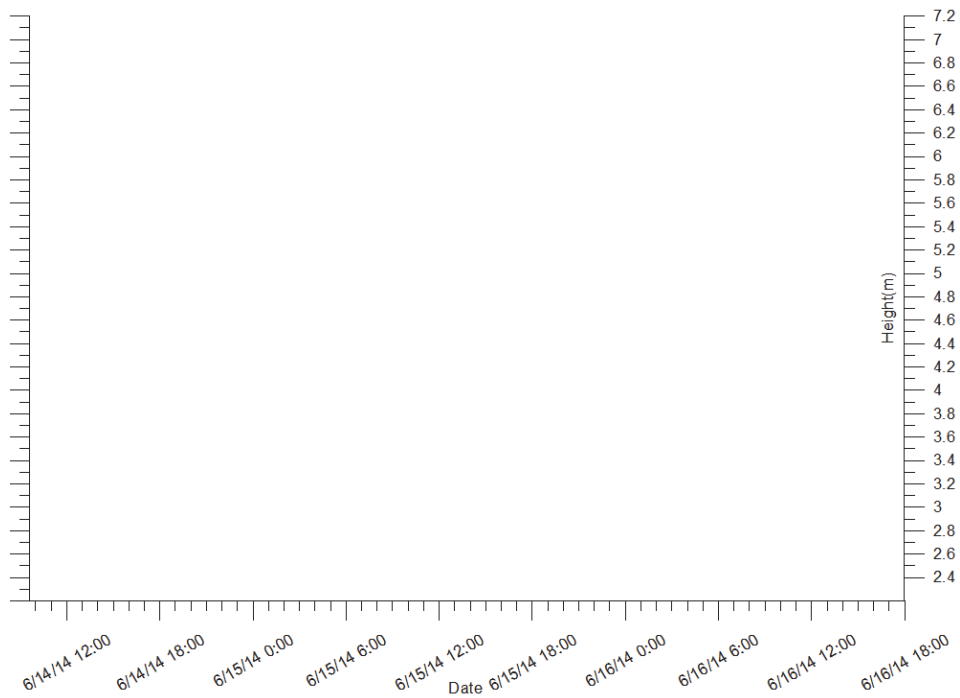


圖3-2-1 溯升量測結果(2014/06/14~16)





照片3-2-1 儀器附近漂流木溯上位置(2014/07/01)



照片3-2-1 (續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/07/01)



照片3-2-1 (續2)S1樣區漂流木溯上位置(2014/07/01)



照片3-2-1 (續3)S2樣區漂流木溯上位置(2014/07/01)

## (2)第二次溯升量測結果(2014/07/22~24)：

麥德姆(MATMO)颱風在關島西南方海面形成後往西北轉北北西移動，21日17時其中心在鵝鑾鼻東南方海面，暴風圈逐漸接近巴士海峽，22日17時其暴風圈開始進入臺灣陸地，23日0時10分左右於臺東長濱登陸，4時20分由彰化附近出海，於15時左右在馬祖南方進入福建。本團隊於22日啓動溯升計，同樣量測兩天。該颱風為中度颱風，應受到中央山脈的阻隔，對於台南海岸的威脅較小，圖3-2-2為此次所收錄到的溯升資料，由置於砂面下的3組元件所收錄到，應是沙面濕潤啟動沙面下的感測元件有關。雖然此次颱風的最大波高超過5m(如圖2-3-2)，但溯升水體與降雨仍僅造成溯升計底層砂土的濕潤，未形成大量的溯升現象。

於2014/07/29進行現勘確認，得到：(1)溯升計附近漂流木的溯上位置離感測元件還有1m左右的距離，顯示浪潮的溯上僅達到沙丘前緣，因此沒影響到鄰近沙丘高度(如照片3-2-2所示)。(2)3組人工沙丘樣區附近，浪潮的溯上僅達到人工沙丘的前緣，浪未影響到人工沙丘。

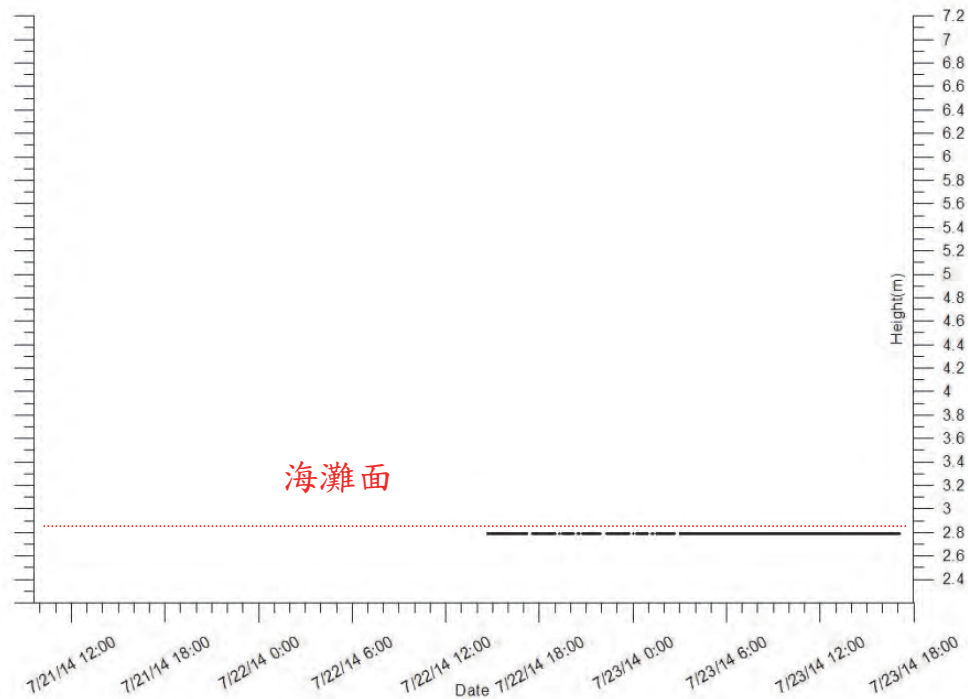


圖3-2-2 溯升量測結果(2014/07/21~23)



照片3-2-2 儀器附近漂流木溯上位置(2014/07/29)



照片3-2-2 (續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/07/29)



照片3-2-2 (續2)S1樣區漂流木溯  
上位置(2014/07/29)



照片3-2-2 (續3)S2樣區漂流木溯  
上位置(2014/07/29)

(3)第三次溯升量測結果(2014/09/20~22)：

鳳凰(FUNG-WONG)颱風於19日形成後向西北轉北北東方向移動，20日20時其中心在鵝鑾鼻西南方海面，暴風圈開始進入臺灣南部陸地。21日10時左右其中心掠過鵝鑾鼻，之後向北北東沿東部近海轉北移動，並於22時左右掠過三貂角後，中心進入北部海面繼續往北移動。本團隊於20日啓動儀器開始兩天的量測作業，由於為輕度颱風、又有中央山脈的阻隔，同樣僅收錄沙面下感測元件的信號(如圖3-2-3所示)，應與沙面濕潤有關。

同樣進行現勘確認，2014/10/09觀察得到：(1) 溯升計附近的漂流木有被人為清理過(如照片3-2-3所示)，因此只能從其他樣區推斷之。(2) N樣區如同之前的兩個颱風一樣其溯升範圍並未達人工沙丘的前緣(如照片3-2-3續1所示)。(3) S1樣區漂流木溯上位置也只達人工沙丘的前緣(如照片3-2-3續2所示)。(4) S2樣區漂流木溯上位置也只達人工沙丘的前緣(如照片3-2-3續3所示)。綜合而言，鳳凰颱風對人工沙丘及鄰近天然沙丘的影響極微。

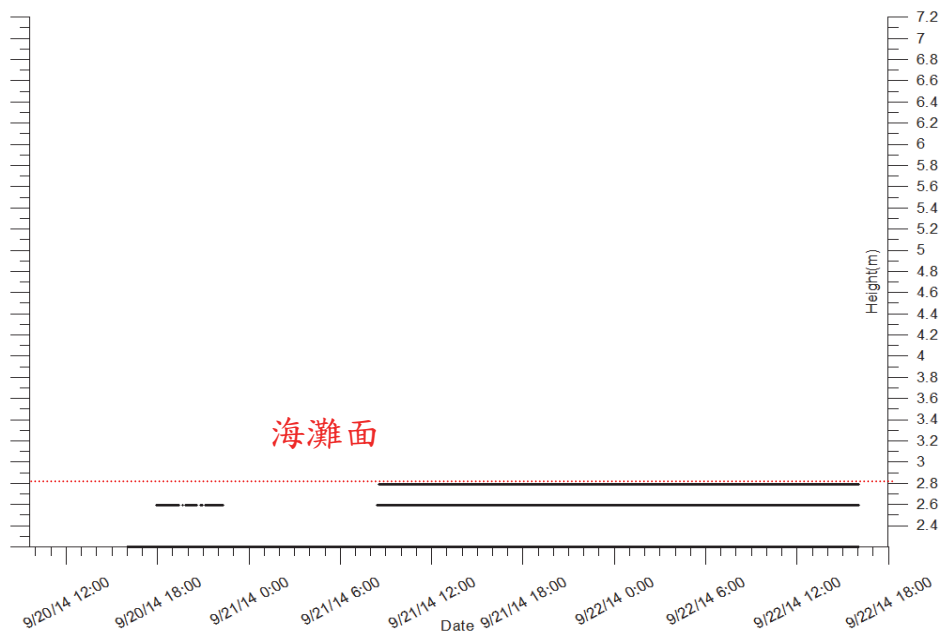


圖3-2-3 潮升量測結果(2014/09/20~22)



照片3-2-3 儀器附近漂流木溯上位置(2014/10/09)



照片3-2-3 (續1)N樣區漂流木溯上位置(2014/10/09)



照片3-2-3 (續2)S1樣區漂流木溯上位置(2014/10/09)



照片3-2-3 (續3)S2樣區漂流木溯上位置(2014/10/09)

## 肆、試驗成果之分析與評估

### 4-1 人工沙丘今年颱風季前的視覺化地形

由於本團隊於去年(2013)執行人工沙丘設置，除規劃各樣區的斷面地形測量，並於人工沙丘內外作環狀的佈點測量外；今年亦採用同樣的測量方式，因此利用Suffer軟體進一步以高程色階圖，除可較快判讀出高度，且由不同顏色標示出高度的分層，已接近視覺化的方式看出沙丘的起伏變化。

#### (一) S1及S2樣區

圖4-1-1~圖4-1-1續1為102/07/20及102/09/12之高程色階圖，人工沙丘尚未建構，兩者顯示S1及S2樣區附近的地形高度約介於2.2~2.6 m，局部高度2.8 m，依當時現勘資料，該區植生覆蓋度不足，易風蝕而減低高度。

圖4-1-1續2為102/11/13人工沙丘剛建置後的情形，主要顯示樣區內的沙丘地形由內往外堆積，此堆積現象亦存在於103/01/02的高程色階圖(如圖4-1-1續3)，尤其在沙丘下游側(東北季風下的背風面)其堆積現象更為明顯，而且位於人工沙丘頂部原本低凹處的高度亦有增高的現象。到103/06/04(圖4-1-1續4)，東北季風結束，原本所設置25 m × 25 m樣區的背風面外側也形成一個面積相當的沙堆，而且和原樣區連結成一體，因此漂流木人工沙丘範圍已拓展至原本樣區外一倍以上，且沙丘亦有增高，S1樣區最高達到3.8m，S2樣區也加高到3.6m。

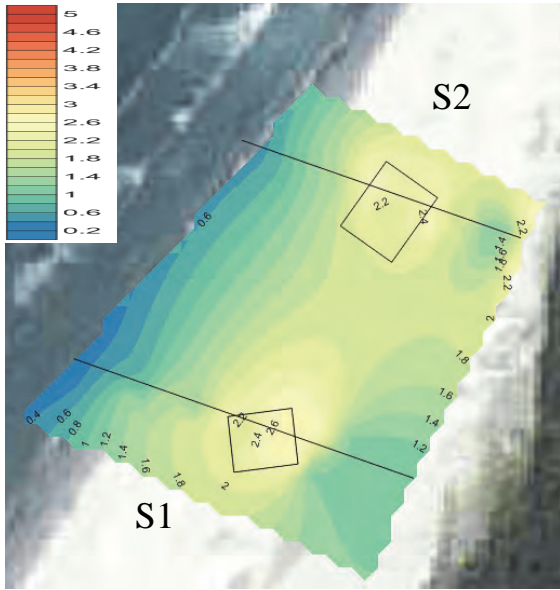


圖4-1-1 S1&S2地形  
(102/07/20)

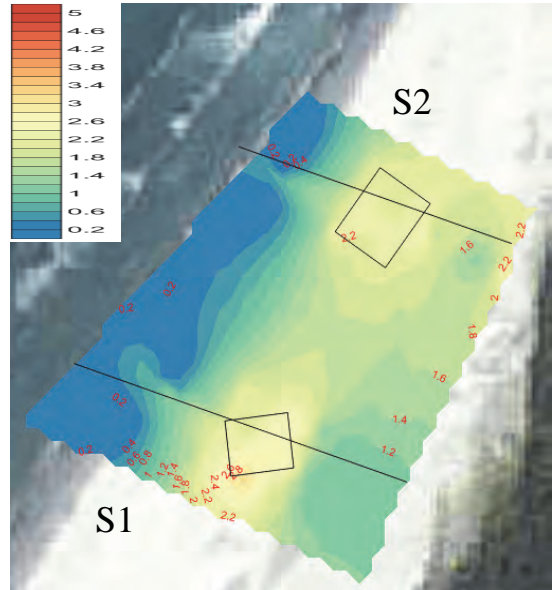


圖4-1-1 (續1)S1&S2地形  
(102/09/12)

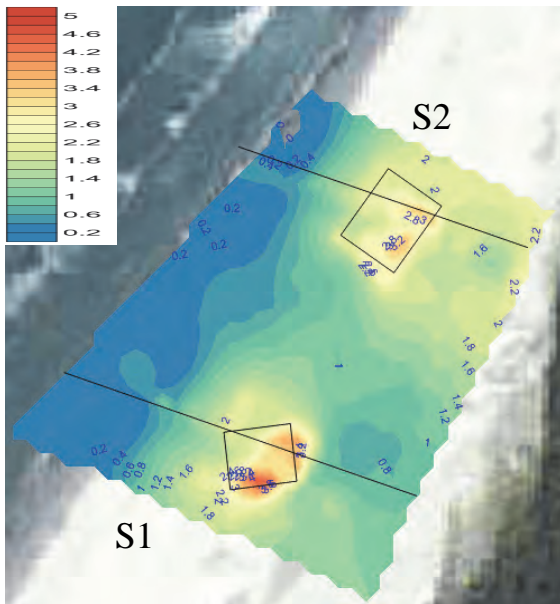


圖4-1-1 (續2) S1&S2地形  
(102/11/13)

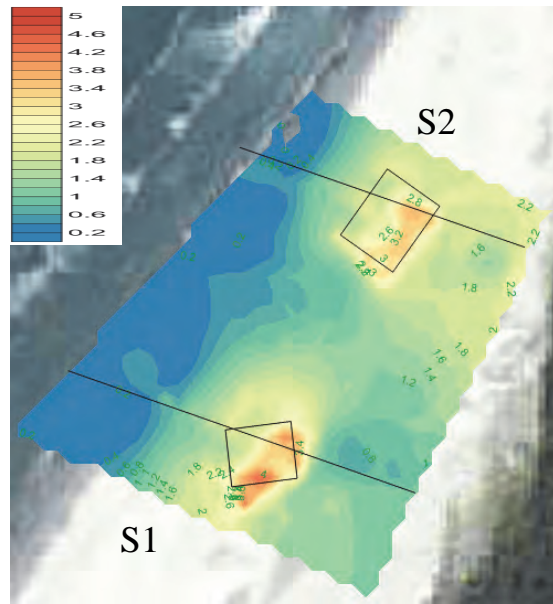


圖4-1-1 (續3) S1&S2地形  
(103/01/02)

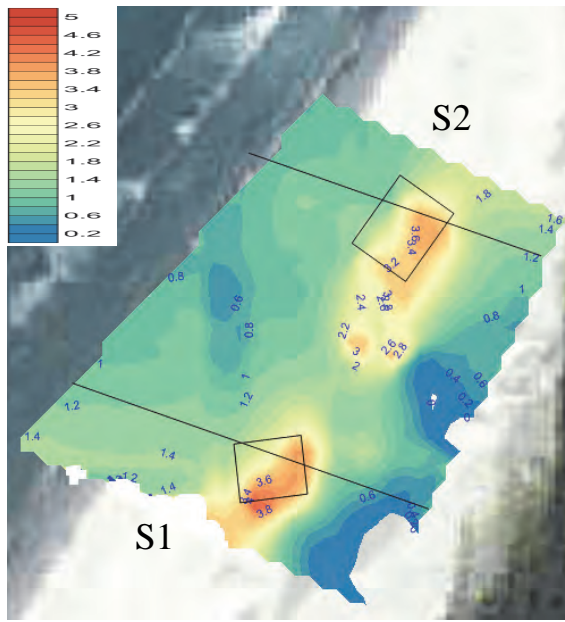


圖4-1-1 (續4) S1&S2地形  
(103/06/04)

## (二) N樣區

圖4-1-2~圖4-1-2續1為N樣區於102/07/20及102/09/12之高程色階圖，當時人工沙丘尚未建構，地形高度介於3.4 ~ 3.6 m。圖4-1-2續2為102/11/13人工砂初步建置後的情形，由於N樣區附近沙源較少，其建置方式與S1、S2樣區不同，採用挖深後將漂流木與沙源混合紮實堆高到設計高度，受限砂源的供應，附近的地形變化較為穩定。圖4-1-2續3為N樣區設置後經冬季季風作用約2個月的地形(量測日期103/01/02)，其沙丘逐漸向外拓展，尤以樣區南側的堆積現象最為明顯。到103/06/04(圖4-1-2續4)，東北季風結束，整體的樣區高度增加，樣區南側的堆積發達，局部高度可達4 m。

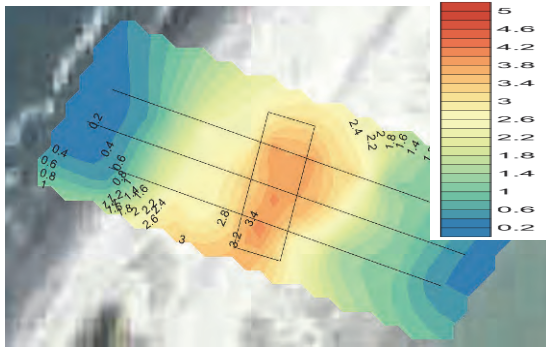


圖4-1-2 N地形(102/07/20)

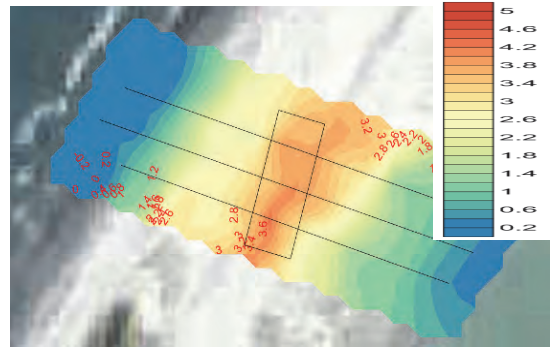


圖4-1-2 (續1)N地形(102/09/12)

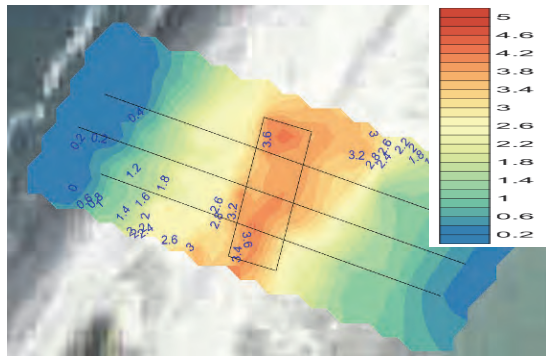


圖4-1-2 (續2)N地形(102/11/13)

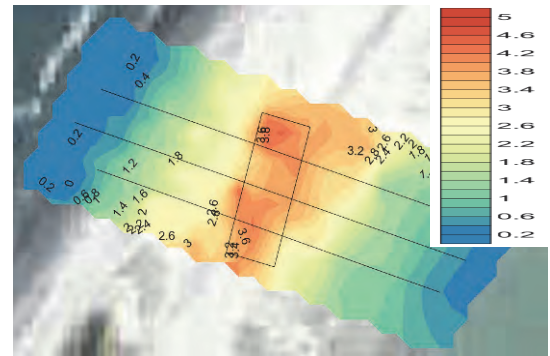


圖4-1-2 (續3)N地形(103/01/02)

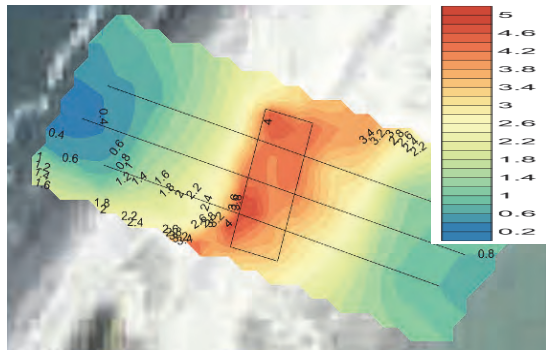


圖4-1-2 (續4)N地形(103/06/04)

## 4-2 人工沙丘今年颱風季的視覺化地形

### (一) S1及S2樣區

圖4-1-3為103/08/01(哈吉貝、麥德姆颱風後)之高程色階圖，圖4-1-3續為103/10/09(鳳凰颱風後)，顯示樣區S1及S2附近的整體地形持續堆廣。



## (二) N樣區

圖4-1-4~圖4-1-4續為N樣區103/08/01及103/10/09之高程色階圖，與103/06/04比較的，顯示今年颱風季N樣區附近仍維持堆積作用，且持續由樣區內往外拓展。由於N樣區沙丘南側有茂密的植生保護，沙面受風蝕的影響較小，沙源主要來自北面，因此樣區南側的堆積最為明顯。

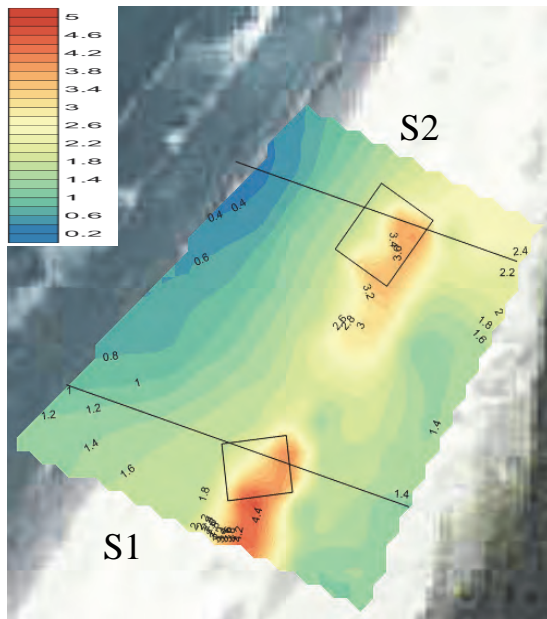


圖4-1-3 S1&S2地形(103/08/01)

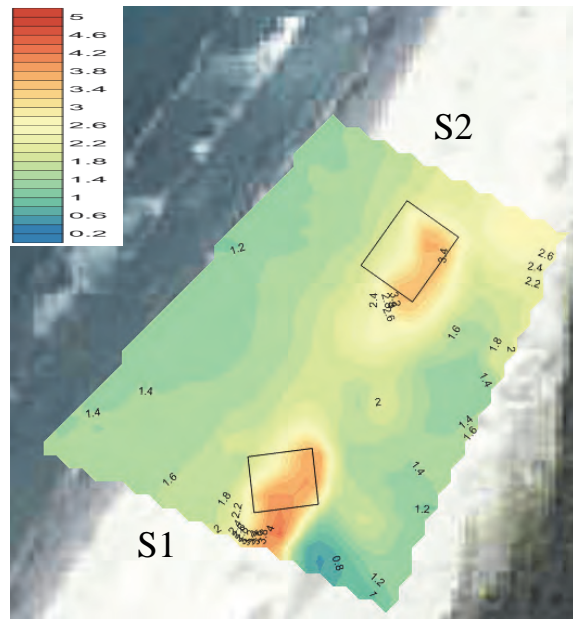


圖4-1-3 (續)S1&S2地形  
(103/10/09)

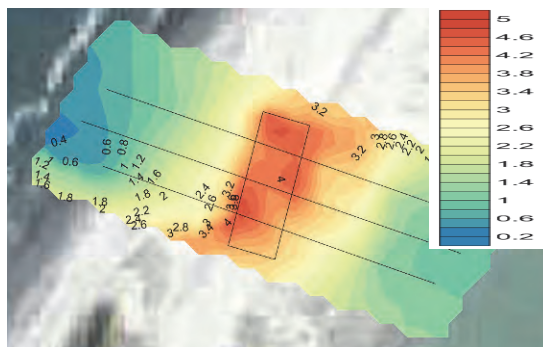


圖4-1-4 N地形(103/08/01)

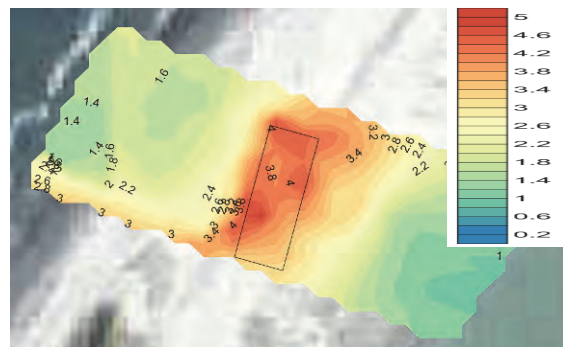


圖4-1-4 (續)N地形(103/10/09)

## 4-3 現場勘查結果

### (一) S1及S2樣區

人工沙丘於去年(2013)11月6日完成建置，依據當時的斷面高程測量，S1與S2樣區雖然只以漂流木堆置而成，但適逢東北季風所帶來風吹砂供應，使得S1與S2樣區在短期間內(1~2星期)就有顯著的聚沙(照片4-3-1及照片4-3-2)，砂源先填滿漂浮木間的空隙，再於背風區逐漸淤積(照片4-3-1續1及照片4-3-2續1)。相對而言，沙丘迎風面的風吹砂淤積則較有限，此現象與今年6月4日現勘所觀察的變化趨勢是一致的，整體的地形以沙丘加高，往外拓展為主，甚至與鄰近的天然沙丘相串聯(如照片4-3-1續2及照片4-3-2續2)。

此期間內，S1樣區、S2樣區剛構築完成之最高斷面高程為+2.5m和+2.5m，迅速增加為+3.5m與+3.5m，到了今年(2014)10月9日再增至+3.9m與+3.5m。其中，與海岸呈12度夾角的S1樣區，其穩定度較平行海岸的S2樣區高；由於沙丘變化穩定，可提供植生較佳的繁衍環境外，範圍容易拓展再與鄰近的天然沙丘結合(照片4-3-1~照片4-3-2)。

照片4-3-1與照片4-3-1續1，兩者比較顯示S1樣區背風面的dune horns朝固定方向穩定成長。相對的，S2樣區因與主風向呈夾角，依現場觀測顯示，其所形成之沙丘易受風向變化而影響。照片4-3-2顯示S2樣區背風面的dune horns初期狀況，照片4-3-2續5為S2樣區今年10月9日的狀況仍顯示沙丘厚度、高度均小於S1樣區，雖然它仍與鄰近天然沙丘串聯、結合，但規模與S1樣區相比略顯不足。

至於今年颱風季的現勘結果，照片4-3-1(續3)及照片4-3-2(續3)為經過吉貝颱風與麥德姆兩個颱風後的現況，觀察得到吉貝颱風與麥德姆兩個颱風的影響不明顯。此外照片4-3-1(續4)與照片4-3-2(續4)於9月12日現勘拍攝；照片4-3-1(續5)及照片4-3-2(續5)則於10月9日拍攝。比較9月12日與10月9日兩天所拍的照片，顯示鳳凰颱風對於人工沙丘的影響程度仍然有限。



照片4-3-1 S1樣區背風面的dune horns(2013/11/13)



照片4-3-1 (續1)S1樣區背風面的dune horns(2014/01/02)



照片4-3-1 (續2)S1樣區背風面的dune horns(2014/06/04)



照片4-3-1 (續3)S1樣區背風面的dune horns(2014/08/02)



照片4-3-1 (續4)S1樣區背風面的dune horns(2014/09/12)



照片4-3-1 (續5)S1樣區背風面的dune horns(2014/10/09)



照片4-3-2 S2樣區背風面的dune horns(2013/11/13)



照片4-3-2 (續1)S2樣區背風面的dune horns(2014/01/02)



照片4-3-2 (續2)S2樣區背風面的dune horns(2014/06/04)



照片4-3-2 (續3)S2樣區背風面的dune horns(2014/08/02)



照片4-3-2 (續4)S2樣區背風面的dune horns(2014/09/12)



照片4-3-2 (續5)S2樣區背風面的dune horns(2014/10/09)

## (二) N樣區

至於N樣區(如照片4-3-3)，因為有挖坑埋漂流木且原來靠潟湖側因圍籬定沙成效佳，高程原本就比較高，約達+3m，因此規劃人工沙丘建置在海側，由漂流木與沙混合堆置而成的，其外型較S1、S2樣區更為完整。但相對的，建置後所增加的高度較少，最高斷面高程僅由沙丘構築完成時之約+3.5m增加為+3.8m，到今年(2014年)10月9日增加為+4.0m~+4.6m。現勘成果亦可見風吹砂源對沙丘成長之貢獻，照片4-3-3~4-3-3(續2)顯示其背風面dune horns呈穩定成長、變高乃至變厚。其中今年6月至8月受兩個颱風的侵襲(6月的哈吉貝及7月的麥德姆)，照片4-3-3(續3)顯示颱風後此處植生的覆蓋度仍有增加的趨勢，同時樣區背風面的聚沙亦有增高的現象，顯示兩個颱風的侵襲威脅不明顯。再由9月12日鳳凰颱風前(照片4-3-3續4)與鳳凰颱風後(照片4-3-1續5)，由植生覆蓋度的增加，顯示鳳凰颱風對N樣區的負面影響仍然有限。



照片4-3-3 N樣區背風面的dune horns(2013/11/13)



照片4-3-3 (續1)N樣區背風面的dune horns(2014/01/02)



照片4-3-3 (續2)N樣區背風面的dune horns(2014/06/04)



照片4-3-3 (續3)N樣區背風面的dune horns(2014/08/02)



照片4-3-3 (續4)N樣區背風面的  
dune horns(2014/09/12)



照片4-3-3 (續5)N樣區背風面的  
dune horns(2014/10/09)

#### 4-4 人工沙丘設置後的聚沙量

進一步分析各樣區設置後到目前的聚沙量如表4-4-1：(1)N樣區的面積大，由於高度相近，因此N樣區的體積較其它兩樣區(S1及S2)為較大。(1)N樣區的增加量為 $320.76 \text{ m}^3$ 。(3) S2樣區的增加量為 $171.36 \text{ m}^3$ 。(4) S1樣區的增加量為 $181.55 \text{ m}^3$ 。(5) 依體積量增加的成果來看S1樣區的聚沙成效較S2樣區為佳。(6) N樣區的設置面積雖然比S1及S2兩樣區的總和略大，但N樣區的聚沙量反而較S1及S2兩樣區的總聚沙量少，此應N樣區的上游沙源少所致。

表4-4-1 各樣區聚沙量

Date\Volume	N樣區( $\text{m}^3$ )	S2樣區( $\text{m}^3$ )	S1樣區( $\text{m}^3$ )
設置面積	>50m×25m	25m×25m	25m×25m
102/11/13	2885.71	1795.71	1565.77
103/10/09	3206.46	1967.07	1747.32
聚沙量	320.76	171.36	181.55
		小計 352.91	

## 伍、結論與建議

### 5-1 結論

本研究自民國103年5月30日起開始執行，6~10月共完成3次人工沙丘試驗區地形量測及3次颱風期間溯升水位量測，與本團隊102年的執行資料比較後，摘述如下：

1. 本研究分別在6月4日、8月1日、10月9日在網仔寮汕木平台、木平台北側N樣區與南側S1及S2兩樣區進行三次沙丘高程調查，三次調查結果顯示。S1樣區、S2樣區及N樣區在沙丘構築完成時(去年11月13日)之最高斷面高程+2.5m、+2.5m及+3.5m，迅速增加至+3.9m、+3.5m及+4.6m(今年10月9日)。
2. 進一步分析各樣區內隨時間的聚沙量可得結果為N樣區的增加量為320.76 m<sup>3</sup>、S2樣區的增加量為171.36 m<sup>3</sup>、S1樣區的增加量為181.55m<sup>3</sup>，其中依體積量增加的成果來看S1樣區比S2樣區成效較佳。
3. 依現場勘查結果來看，與海岸呈12度夾角的S1樣區，其穩定度較平行海岸的S2樣區高，除了較能穩定提供植生較佳的繁衍環境外，更能與鄰近天然沙丘的緊密結合。至於N樣區由漂流木與沙混合堆置而成的人工沙丘主要建置在海側位置，人工沙丘外型較為完整，另有後方及鄰近植生攀爬的幫助，覆蓋率居3樣區之冠。
4. 另外南側S1樣區與下風處(也就是S1樣區南側)的天然沙丘已經穩定的串聯在一起，而串聯處的高度與寬度均持續增加當中。雖然S2樣區與下風處的天然沙丘也有同樣的串聯現象，只是S2樣區採平行海岸設置作為對照組，不符合最佳夾角，因此其成效略小於S1樣區。最後N樣區，由於該區與下風處的天然沙丘已先建構一條鏈帶，所以串聯成效更為明顯。
5. 本研究6~10月共完成3次颱風期間溯升水位量測，其中分別為第一次的哈吉貝颱風(HAGIBIS)溯升量測(2014/06/14~16)、第二次麥德姆(MATMO)颱風溯升量測(2014/07/22~24)以及第三次鳳凰(FUNG-WONG)颱風溯升量測結果(2014/09/20~22)。3次結果因波浪溯上有限均沒達到溯升計，配合漂流木溯上位置的現勘結果，確認今年3次颱風浪潮的溯上均未影響到人工

沙丘，這也確認規劃時所依據的理論推估與網仔寮的天然沙丘條件與目前離岸距的量測結果一致。

## 5-2 建議

本研究之建議如下：

1. 網仔寮汕木平台南測(沙灘寬度夠寬區域)，適合將S1樣區進行推廣，只要評估海灘漂流木過多、環境需要清理時，可建議將漂流木一堆一堆的集中，其建構方法如同S1樣區，藉以保護海灘、清理環境及維護生態及植生。
2. 建議利用當地學校、機關或團體以志工的名義進行環境清理時，可將海灘上的漂流木做適度的集中，如此一來、可兼具教育、環境保護及生態維護等三重成效。至於漂流木集中堆置的地點，依據與會林務專家的建議，可在S1、S2樣區所連結的帶狀區域南端參考S1樣區的規劃方式堆置漂流木。
3. 網仔寮汕木平台附近，沙灘高度充足、但寬度缺乏，因此不適合利用本案之人工沙丘建置的方法來維護該段海岸，需利用另一種思維才能同時兼顧環境清理、海岸保護及生態。如有改善需求，建議另提一個專案計畫研究討論之。
4. 至於網仔寮汕木平台北測，沙灘高度不足、且又寬度缺乏的狀態下，利用N樣區的方式只能短暫的解決當地的困難，如要進一步考慮長期的發展建議另提一個專案計畫研究討論之，例如利用廢棄的牡蠣殼作為碎波帶內沿岸輸沙短少的替代材料或將潟湖內的淤沙反抽回沙洲的向海測，以增加沙源。



## 陸、參考文獻

1. 台江國家公園管理處，漂流木應用於網仔寮沙洲防護試驗計畫，民國103年。
2. 台江國家公園週邊沙洲、瀉湖地景變遷及復育防災策略，台江國家公園研究成果報告，民國100年。
3. Hersen, P., Douady, S. & Andreotti, B. (2002) Relevant length scale of barchans dunes. *Phys. Rev. Lett.* 89, 264301.



# 附 錄



**附錄1 「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」期初報告會議審查意見回覆情形說明表**

審查意見	回覆情形
<b>一、企劃經理課 鄭脩平課長</b>	
1. 本年颱風如有多個，計畫預定選定颱風後測量，是否能多增加測量次數？而選定測量的原則是如何？	預定針對影響七股海域較嚴重之颱風，於颱風後進行地形測量，如超過3組颱風，將視經費人力審酌增加測量次數。
2. 本案完成監測後，是否可就2年內之監測結果提供未來其他人工沙丘建置方式建議？包含選址與人工沙丘方向等。	目前3個人工沙丘狀況，以S1後續聚沙之效果為最佳，甚至其衍生的聚沙沙丘已延伸連結原有天然砂丘。後續將持續追蹤人工沙丘的變化，包含颱風的影響情形，於期末報告提出未來其他沙丘的設置建議。
<b>二、企劃經理課 鄭允翔技士</b>	
1. 經會同現場勘查，S1樣區的聚沙已結合原有天然砂丘，但由於規劃測線僅有1個縱向剖面，較難量化展現，建議以本案經驗評估未來有關案例測量方式之改良。	敬悉，本計畫除基本的縱向剖面，會於人工沙丘內外增作環狀的佈點測量。
2. 本年已屆兩季，建議受託單位針對人工沙洲及後方植被生長概況一併了解；以提供本處人工沙丘成效的參考。	敬悉。
<b>三、六孔管理站 呂宗憲主任</b>	
1. 本案結果可作為未來七股地區離岸沙洲生態保育方式的參考，另離岸沙洲的變遷牽涉七股瀉湖的存亡，或許管理處未來可就沙洲變遷做持續觀測作為因應參考，受託單位也可就此部份於期末報告提供未來建議。	敬悉。
2. 去年度計畫已有效改善網仔寮沙洲漂流木散亂的景觀，其聚沙效果亦稱良好，或許可作為管理處未來的處理參考方式(如淨灘時一併處理)。	謝謝肯定。



**附錄2 「網仔寮沙洲漂流木防護試驗後續監測」期末報告會議審查意見回覆情形說明表**

審查意見	回覆情形
<b>一、行政院農業委員會林業試驗所中埔研究中心 鄧書麟博士</b>	
1. 本計畫執行團隊相當專業且用心，努力值得肯定。	謝謝委員肯定。
2. 本計畫人工砂丘是去(2013)年 11 月設置完成，由地形剖面圖來看在設置 2 個月後(2014 年 1 月)調查砂丘堆砂很好高度也成長，此外參考去年計畫成果報告書結論與建議：砂丘構築完成時 S1、S2 及 N 樣區斷面最高高程分別為+2.5m，+2.5m，+3.5m，此誤植已於修正稿修正。	謝謝委員指正，確認砂丘構築完成時 S1、S2 及 N 樣區斷面最高高程分別為+2.5m，+2.5m，+3.5m，此誤植已於修正稿修正。
3. 人工砂丘於 2013 年 11 月設置完成，2014 年 1 月調查時 S1、S2 及 N 樣區斷面高程已增加至+3.5m，+3.5m，+3.8m，後續經歷第一個東北季風後(6 月)及颱風季後(10 月)的調查顯示，S1 及 S2 樣區的砂丘高度成長顯停滯，受限分別為+3.9m，+3.5m，但 S1 及 S2 樣區的砂丘背風處從今(2014)年 6 月至 9 月反產生大量淤沙，恐不利於後方林帶生長及復舊造林作業，應配合人工砂丘的定砂及植草作業來穩定風砂。	謝謝委員指導。
4. 由於本區南側砂源充足且依調查結果顯示，初期堆砂情形也很理想，目前高度似有停滯，建議可向海側推進增設堆砂籬，逐步將現有砂丘再逐年疊高，讓移動性砂粒在靠海側移動，減緩對內陸之影響。	謝謝委員指導。
5. 本計畫雖為延續性計畫，但對前期原始樣區設置規畫大小等基本資料，仍建請於本計畫書中稍加補述，閱讀上會更清楚及完整，可在 2-1 執行方式中增加	敬悉，已於修正稿補述人工沙丘的規劃資料。

為:1.樣區設置及數量；2.施測頻率…。	
<b>二、行政院農業委員會林務局嘉義林管處 羅佑杰技佐</b>	
1. 沙丘雖然在堆積上有正面的效果，但從斷面上來看，其實應該再放大去觀察它的前後的部位，像包括沙丘後面的變動程度比沙丘本體還要大，因為沙丘本體本身有埋漂流木，所以它在基礎的部位是比較不會移動，反而它的前後的變化，好像比較少去討論到。整個風帶動沙的方向，擾動之後，對它之前與之後的沙源一定有很大的影響。從斷面圖來看，尤其是沙丘的後段，真的影響還蠻大的。另外，離岸的距離之外，潮間變動的距離也可以探討一下。	謝謝委員指導，本計畫人工沙丘建置在胚胎丘與第一列沙丘間且位於高潮位以上，亦有考慮到與後方林帶保有一段距離，不致因人工沙丘的變動而影響現有林帶的生長。
2. 團隊有做定點拍攝，建議可以順便把植群的變化或它的覆蓋面積討論進去。照片若取同一角度，同一個比例的話，可直接從照片判讀植群在這個穩定沙丘上增進的速度及覆蓋的面積，相信對未來沙丘的穩定也是非常重要。	謝謝委員指導，雖本計畫今年的工作項目未列植生調查，但在數次與台江國家公園人員的現勘中觀察到 N 樣區漂流木沙丘的植生覆蓋率增加。至於南方 S1 及 S2 樣區，因沙源豐富，地形變動較大，所以植生的生長有隨季節與地形變動而有所增減。
<b>三、經濟部水利署第六河川局</b>	
1.建議補充摘要。	敬悉。
2. 本年度本局「台南海岸斷面測量監測計畫(1/2)」，於 4 月、9 月辦理海岸地形水深測量，可供參考引用。	敬悉。
3. 本計畫相關沙丘測量資料亦建議提供相關數據供本局參用。	敬悉。已聯絡第六河川，雙方同意共享計畫區域的地形資料。
4. 本計畫今年計畫時程稍短，且尚無代表性颱風波浪溯上資料可供分析，較為可惜，建議可持續監測評估。	敬悉。由於今年度僅發生 3 次有警報颱風，且侵台路徑未接近台南七股海岸，浪潮強度均不大，因此颱風波浪的溯上未達本計畫所設溯升計。
<b>四、本處解說教育課 許翔茵技佐</b>	
有關研究建議第 2 點，如有學校機關團體	依據與會鄧博士的建議，參考 S1



<p>與本課接洽辦理志工服務活動，會酌予建議至網仔寮汕辦理淨灘活動，持續進行漂流木集中堆置，惟再請本案建議合適之堆置地點。</p>	<p>樣區的規劃方式，後續可在 S1、S2 樣區所連結的帶狀區域南端堆置漂流木。</p>
<p><b>五、本處企劃經理課 鄭允翔技士</b></p>	
<p>1. 漂流木所堆起來的沙洲，對網仔寮沙丘的植生看起來是有正向的影響。改善最好的是在 N 樣區。N 樣區從以前完全沒有植生，到現在植生覆蓋率良好。這個區域的沙可能比較趨於穩定，反而對後方的植生能提供更好的生長環境。相對地，南方 S1 及 S2 樣區，因為沙子有持續在變動，所以植生生長相對比較沒有那麼濃鬱。</p>	<p>謝謝委員指導。</p>
<p>2. 在最後面的結論建議有提到，希望以後有其它的方式計畫來討論。也希望在成果報告時，能建議未來在網仔寮汕上面其它進一步的研究或在處理上有什麼比較良好的方式，可以一併提供建議供管理處未來相關計畫的執行。</p>	<p>敬悉。已於修正稿補充未來網仔寮汕的可能方案。</p>
<p><b>六、本處企劃經理課 鄭脩平課長</b></p>	
<p>1. 沙洲防護評估施作的效益，有沒有可供參考的基本指標？比如沙洲聚沙效果是設置以後它範圍擴大，還是說沙洲的穩定度對沙洲防護的效果會比較好嗎？或這三者有什麼樣的關係嗎？這個案子當初施作的初衷主要是沙洲防護，那我們做出來是要怎樣的狀況對沙洲防護的效果會是比较好的？或者說在什麼樣的狀況有不一樣的指標？建議可以釐清。</p>	<p>本案藉由清理漂流木改善沙洲環境，再以清除之漂流木為材料設置人工沙丘，冀能加速沙丘形成，亦冀能達到減緩風吹沙往木麻黃林區飄移之目的，以兼顧沙洲防護之效。然沙丘主要設置在高潮線以上，其僅以防護風蝕為主，並無法顧及颱風波浪對網仔寮汕的侵蝕。</p>
<p>2. 剛提及岸線有後退的傾向。若退到一度程度，是否會影響現在沙丘的狀況，使整個沙丘狀況做改變。若持續做，是否要監測到某一個程度之後、要幾年的樣本之後，或許有一次較嚴重的颱風之後，才會發現說效果是怎樣？請團隊補充說明。</p>	<p>網仔寮汕的逐年侵蝕問題，其關鍵在於海岸漂沙因河川治理使得沙源供應大幅減少。再者，此屬於大環境的海岸變化，需有賴結合政府相關單位，進行完善的整體規畫，才能竟其功。現階段，建議定期由衛星或航拍影像，監控網仔寮汕的岸線變化。</p>

<b>七、本處六孔管理站 呂宗憲主任</b>	
1. 以後相關的案子，可以邀請北門社大來開會。	敬悉。
2. 未來這個案子可以再怎麼做？可於建議中提供想法。例如剛剛提及有關使用蚵殼的部份。	敬悉。將於修正稿補充未來網仔寮汕的可能方案。
<b>八、主席總結</b>	
本次期末審查原則通過，請主辦課室續辦相關作業，並請研究團隊把委員和各單位的意見納入成果報告參考。	敬悉。