

# 沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

095-301080000G-2002

# 沙奇盤海水透視度調查之研究

研究人員：謝東發、李佩珊、鍾文彥、  
林文勇、白敏思、蕭輔導

內政部土地測量局自行研究報告

中華民國 95 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

Research on the Sea Water  
Transparency Using Secchi Disk

BY

HSIEH TUNG FA

LEE PEI SHAN

JUNG WEN YAN

LIN WEN YUNG

PAI MIN SZU

HSIAO FUU DAO

DEC 25, 2006

## 目次

表次	III
圖次	IV
摘要	VI
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 研究動機與目的	3
第三節 研究方法與過程	5
第四節 研究架構	7
第二章 海域地形測量	9
第一節 海域地形測量方法	9
第二節 海水透視度調查方法	14
第三章 臺灣沿海沙奇深度調查	23
第一節 沙奇深度調查表	23
第二節 坐標轉換	30
第三節 資料蒐集	32
第四節 沙奇深度與衛星影像迴歸成果	43
第四章 成果分析	45
第一節 近岸沙奇深度成果	45
第二節 離岸沙奇深度成果	49
第三節 衛星影像分析結果	53
第五章 資料展示與研發	55
第一節 沙奇深度資料查詢系統	55
第二節 沙奇深度調查設備研發	61
第三節 Sensor Web應用規劃	66

第六章 結論與建議	68
第一節 結論	68
第二節 建議	71
附錄一 測深光達作業情形	73
附錄二 95年度第1季海水透視度調查	82
參考書目	156

## 表 次

表2-1 SPOT系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式	20
表2-2 MODIS遙測感測儀之波段規格	20
表3-1 加拿大卑詩湖管理協會沙奇盤調查表格	25
表3-2 愛荷華州 (IOWATER) 計畫之沙奇盤資料填寫表	27
表3-3 沙奇 (Secchi disk) 深度調查表	28
表3-4 94年第2季實地調查資料彙整表	32
表3-5 94年第4季實地調查資料彙整表	35
表3-6 95年第1季實地調查資料彙整表	38
表3-7 95年第3季實地調查資料彙整表	40
表5-1 地名縮寫原則	59
表5-2 不同失焦條件下對MTF計算的影響	63

圖 次

圖1-1	研究流程圖	6
圖2-1	船載測深作業情形	9
圖2-2	單音束測深儀	10
圖2-3	多音束測深儀	11
圖2-4	空載測深光達測量技術快速獲得近岸三維地形資料示意圖	12
圖2-5	雷射掃瞄測量原理	12
圖2-6	測深光達雷射掃瞄系統 (SHOALS)	13
圖2-7	濁度管作業情形	14
圖2-8	沙奇盤作業情形	15
圖2-9	沙奇盤	16
圖2-10	本局製作之沙奇盤	16
圖2-11	沙奇盤的製作	17
圖2-12	SPOT影像輻射值與透明度之相關度	19
圖3-1	臺灣近岸沙奇深度差異極大	23
圖3-2	衛星影像結合沙奇深度回歸成果	43
圖4-1	94年第2季調查成果	45
圖4-2	94年第4季調查成果	47
圖4-3	95年第1季調查成果	48
圖4-4	透視深度分佈	49
圖4-5	95年第3季調查成果	50
圖4-6	配合中山大學研究案辦理離岸沙奇深度調查	51
圖4-7	臺灣周圍海域透視度概況	54
圖5-1	USGS水體監測系統	56
圖5-2	查詢系統主頁	57

圖5-3	單點調查資料查詢內容	58
圖5-4	縣市調查資料查詢內容	59
圖5-5	資料庫設計	60
圖5-6	柯達灰卡	62
圖5-7	柯達Q-14卡	62
圖5-8	實際照度為59500Lux	62
圖5-9	ImageJ軟體，Q-14卡各色階灰度值剖面畫面	63
圖5-10	Sensor Web架構圖	66



## 摘 要

關鍵詞：沙奇盤、透視度、透明度、測深光達、透水光達、海洋測量

### 一、研究緣起

臺灣四周環海，海域範圍國土面積廣大，其中近岸（含潮間帶）為民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈區域。因近岸及其周邊範圍內國土，尚無完整地形圖資訊，在無所依據以整體性區域功能之角度為管制考量下開發雜亂、環境污染頻傳、近岸生物棲息地遭受永無復原程度的破壞、國土流失或遭非法侵占使用情形嚴重，造成許多災害發生，因此亟需建立海洋地形基本圖資，期有效的進行國土規劃及各類環境影響評估，並作為國土管理維護依據。

海域地形變動頻繁，測量工作需經常進行，因傳統近岸海域利用傳統地測與船載測深作業受限於地形與海象因素，施測不易，為能快速獲取該區域圖資，有必要引進新技術以加速測量工作。測深光達技術適當規劃應用於近岸海域地形測量是一種可行方式。為審慎評估考量測深光達之引進，遂進行本研究。鑑於測深光達作業能力與水體透視度有關，期能藉由深入調查我國沿岸區域海域特性，進行相關分析與評估。本文以沙奇盤（Secchi Disk）實地調查臺灣海域沙奇深度或以衛星影像（Satellite Image）進行判讀，藉相關調查數據分析並規劃可使用測深光達之區域，以評估引進測深光達辦理之可行性。

### 二、研究方法及過程

主要研究方法由探討影響測深光達作業能力的因素，及台灣近岸海域特性後，發現水體透視（明）度為影響最巨大之因素。經參考國外經驗，分析數種透視度調查方法後，採用沙奇盤探討我國沿海港口及離岸範圍之透視度狀況，藉由沙奇盤實地調查取得相關資料，據以分析台灣近岸一年分四季中，何時何地具備採用測深光達測量近岸海域之可行性。本研究亦參照國外方法，設計依標準作業

流程供外業人員採用，且於作業中發現沙奇盤調查受到人為主觀判斷因素影響，更針對沙奇深度調查設備進行研發；此外，為提高資料的公開度以方便有興趣之單位使用，亦設計沙奇深度資料查詢系統以達成資料共享目的。

### 三、重要發現

- (一) 建立民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈之近岸（含潮間帶）海洋地形基本圖資，銜接並延伸陸域數值地形模型（DTM），提供政府政策研擬、決策分析、施政評估及其他公民營企業各種不同用途之參考，以有效的進行國土規劃及各類環境影響評估，並作為國土管理維護依據乃當急要務。
- (二) 沙奇深度扮演空載測深光達是否合適辦理近岸水深測量使用之關鍵，初步成果顯示，臺灣沿海地區沙奇深度差異極大，以西部中段（桃園-嘉義）沙奇深度最差，皆在 1 公尺以下，而潮間帶範圍又以臺中至臺南間較大，因此該技術用於此區域會受到極大之限制；東北部、東部沙奇深度尚佳，該區近岸區域有引進空載測深光達辦理測量的空間。
- (三) 本研究中運用單日單張之 MODIS 衛星影像獲致全臺灣海域透視度成果，初步發現，近岸海域之透視度狀況以西岸較為穩定，然透視度不高，東岸透視度狀況變異甚大；向外海透視狀況以位於臺灣海峽之透視度最佳，向外海透視狀況以位於南大陸洋及西太平洋區塊較差。
- (四) 春季東北季風與西南氣流影響較小，海象較佳，臺灣西部海域海水濁度普遍降低，臺灣西部海域區域要以測深光達辦理水下地形測量，春季是較合適的時間點。

### 四、主要建議事項

根據研究發現，本文針對沙奇盤於臺灣近岸海域調查之資料及相關的研發、共享及其他相關於水體資源監測等事項，提出下列具體建議供參。

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

- (一) 臺灣目前已辦理高精度及高解析度陸圖測繪，其與近岸海圖的接續問題仍待突破，此系統銜接問題，辦理測量時應予以考量。
- (二) 沙奇盤調查在國外經常以自願者協助進行，主要目的為水體狀況的監測。因此未來若能在相關研究船作業時，增加沙奇盤調查，可在不影響原研究作業下，僅需低廉的成本及簡短的作業時間，將對於水體資源的保護有重大影響。
- (三) 空載測深光達受限於水體透視度狀況，故其作業主要為近岸海域、河川、湖泊等較淺水域，而傳統測量方法尤以近岸海域為測深技術較受限區域。本文已蒐集四季資料，然因空載測深光達為在短時間內完成大範圍測量，因此為更審慎評估，可針對本文實測資料針對相對透視度較佳區域，再進行更短時間段的透視度調查，以獲取最佳的測深光達作業時機。
- (四) 本研究因經費及人力限制，部分透視度調查測點位於港區內，未來建議以本文調查成果出發，以透視狀況分析較具備作業可能性區域，由港區向外延伸調查，以達成考量空間、時間影響的完整性。
- (五) 建立成果資料展示系統，可提供需求單位查詢使用，然本研究目前所建置完成之系統仍為單機版作業，未來應改於網路上公開使用，以避免重複調查，節省公帑。且配合全國近岸海域、河川、湖泊等水體之透視度資料庫，可作為國土規劃及環境影響評估之參考、國土管理維護依據。
- (六) 沙奇盤調查因受到人為主觀判斷的影響，本研究為控制此變因研發沙奇深度調查設備，目前僅進行初步的規劃，未來如能再進行相關實驗及探究其他影響變因，應可提昇成效。

## ABSTRACT

Keywords : Secchi disk, transparency, clarity, bathymetric LiDAR, ocean survey

Taiwan is an insularity. The ocean territory is vast, among it the offshore area (including the intertidal) owns the characteristics of frequent human activities and intense terrain variation when comparing to the rest of the water area. Under the situation of the lack in complete terrain map of Taiwan, the over-developed situation, environmental pollution, coastal ecology changes, the habitats of creatures depredation, the land destruction or been illegally occupied...etc. were happened. The debacle is the unavoidable result. As a consequence, we need basic maritime terrain maps to formulate and estimate environmental effect.

The ability of traditional survey technique is restrained when it comes to survey in coastal area. The most significant restriction is the specific properties there – the fluctuant terrain and the marine facies. Accordingly, a new technique needs to be introduced to enhance survey jobs efficiency. Bathymetric LiDAR if been properly formulated might be a possible way to overcome the above difficulties.

The research treats the factors that affect the function ability of bathymetric LiDAR and the attributes of the coastal areas around Taiwan. We investigate the transparency of coastal areas, because the water transparency was found to be the major restriction of the bathymetric LiDAR. By seasonal field survey with the secchi disk and the related analysis afterward, we found that the transparency varies greatly around Taiwan. The poorest area is from Taoyuan to Chiayi, however the intertidal is widest from Taichung to Tainan. The result around the east coast of Taiwan is better than that around the west coast in general.

The regression model of satellite images and in field secchi disk survey result is good. Nevertheless, the article targets ocean which is influenced by much more factors than lakes or rivers, so certain amount of secchi disk depth data was not included in the analysis. The preliminary MODIS image analysis outcome shows that although the transparency is worse in the west coast but status is more stable than the east coast.

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

Some researches were done under an objective consideration of the procedure in doing Secchi disk survey on site. A digital optical technique was used to analyze the gray value of photos of the pictured Secchi disk. Besides, in order to share the survey results, a query system was developed. Both single site and sites in one country can be looked up. In this way the public expenses can be spent more economically and efficiently.

## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

#### 一、研究緣起

臺灣四周環海，海域範圍國土面積廣大，其中近岸（含潮間帶）為民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈區域，因近岸及其周邊範圍內國土，尚無完整地形圖資訊，在無所依據以整體性區域功能之角度為管制考量下開發雜亂、環境污染頻傳、近岸生物棲息地遭受永無復原程度的破壞、國土流失或遭非法侵占使用情形嚴重，造成許多災害發生，因此需建立海洋地形基本圖資，期有效的進行國土規劃及各類環境影響評估，並作為國土管理維護依據。本局自 93 年度起積極辦理相關圖資測製，深切體會此區間利用傳統地測與船載測深作業受限於地形與海象因素，施測不易，為能快速獲取該區域圖資，有必要引進新技術以加速測量工作。空載陸域光達與測深光達測量技術適當規劃應用於近岸及潮間帶範圍地形測量是一種可行方式。

空載光達（Airborne LiDAR）是以航空器承載雷射掃瞄系統，結合全球衛星定位系統（GPS）及慣性測量系統（IMU），以獲取三維坐標，陸域光達可運用於測量退潮時露出水面部分之地形資料。臺灣近年已有 2 家民間公司引進，並已辦理相關陸域測量工作。另測深光達（Bathymetric LiDAR）可測量近岸區域清澈水域水下地形資料，惟因造價昂貴及透水性能尚待全盤瞭解，臺灣目前尚無該項設備，如要引進用於臺灣四周海域，則需詳細評估其經濟效益。測深光達作業能力與水體透視度有關，本文係以沙奇盤（Secchi Disk）實地調查臺灣海域沙奇深度或以衛星影像（Satellite Image）進行判讀，藉相關調查數據分析並規劃可使用測深光達之區域，以評估引進測深光達辦理之可行性。

#### 二、研究背景

海陸交接地帶的潮間帶區域，受海洋及陸地雙向影響，型塑出特殊的地形、地貌與生態環境。雙向環境變遷均直接或間接影響此處，造就複雜性高且變動劇烈的特性。惟該區域因傳統測量技術的限制，船測不易測到淺水灘地，陸測無法

履泥而行，測量作業實施困難，一般海圖與陸圖均缺乏該區域內資料，有賴以適當之測深工具以測繪潮間帶地形圖資。此區域對於海岸經濟開發、縣市行政區域劃分及養殖、採礦、海底電纜鋪設、海洋博物館、海岸資源合理利用、海域觀光資源及提昇遊憩品質等整體海岸開發經營管理有實質的助益。因此，有必要透過有計畫測量建立近岸基本地形、地籍資料，期望在進行海岸規劃與經濟建設開發時，減緩地理環境遭受急速之衝擊（謝東發等，2006）。

另依據 88 年行政院研究發展考核委員會所編印之「海洋白皮書」之總體目標：「健全海洋事務法制、組織，強化海域管理與海洋建設；維繫海洋資源的永續利用，確保國家海洋權利與社會發展；加強海洋人文、教育宣導，奠定海洋意識基礎」並配合「綠色矽島臺灣、數位臺灣、觀光之島」六年國建大方向，建構永續發展的國家建設基礎。為有效達成上述目標，需儘速建立海洋基本圖資。近來光達測量技術被廣泛的應用於地形測量，因其能藉由雷射波的反射快速獲取地形資料，且能在某些條件下穿透樹葉、水體等物質，所以該項技術適合引入進行海域地形測量，提供近岸地形基本圖資建置。

## 第二節 研究動機與目的

### 一、研究動機

空載測深光達 (Airborne Bathymetric LiDAR) 技術已達實用階段，於傳統船載聲納測深系統無法到達之區域，可利用空載測深光達系統來進行有效率的量測與資料蒐集作業 (Ebrite et al., 2001)。相較於一般空載光達多使用紅外波段 1064nm 波長之雷射光，對水體之穿透力低，測深光達經倍頻後所得之綠光波段 532nm 波長之雷射光，則具有透水能力 (史天元, 94)，在清澈水質環境下，可測至海水面下 70 公尺。

空載測深光達設備造價高昂，惟海水濁度為影響測深能力最重要之指標，基於經濟效率之考量，須審慎評估其測試成果甚至未來持續支持之預算均為考慮引進之重要因素。本局以衛星影像 (Satellite Image) 及沙奇盤 (Secchi Disk) 進行作業前評估。其中衛星影像適合大範圍區域作業評估，惟其精度對於小範圍區域尚顯不足；而沙奇盤係以實地接觸式方式調查，其準確度較高，然需投入較多人力及多時地辦理相關工作，期能分析何地於何時適合使用，以應變化多端的海水透視狀況，如能兩者並行評估互補不足應是較佳方式。本局自 94 年起以沙奇盤辦理臺灣沿岸沙奇深度調查作業，95 年起規劃在不同時期採用衛星影像與沙奇盤同步進行沙奇深度調查作業，進行引進測深光達前置分析研究作業。

### 二、研究目的

海域國土之調查應用為國家海洋政策之重點，特別是海岸及近岸地區之國土規劃、管理及資源開發等，亟需取得高精度高解析度的岸際及近岸地形資料。以往受限於近岸水深之傳統測量技術限制，不僅具較大之危險性且花費龐大又難以有效取得詳盡資訊，如經評估應用先進之空載測深光達技術可行，將可快速獲得完整精確的近岸地形資料，完整國土測量。本研究利用衛星影像 (Satellite Image) 及沙奇盤 (Secchi Disk) 資料蒐集以進行空載測深光達 (Bathymetric LiDAR) 技術作業前評估。本研究預估可以達成下列目的。

- (一) **資料流通共享**：完成後，本研究所蒐集之資料可提供其他單位與學術機關作進一步研究使用擴大研究領域，除以書面及電子檔提供資料共享外，更



計畫未來將開發查詢系統，使用電腦藉由網路提供更便捷及更廣泛的資訊交換流通。

- (二) **節省公帑，提升效率：**藉由調查資料提供共享，整合現有政府資源，避免重複辦理同區域沙奇深度調查工作，減少資源支出與浪費，彰顯政府施政效益。另空載測深光達的工作效率遠高於傳統船載測深儀，以近岸地形變化劇烈之區域，可藉由其高效率特質，以定期且快速地提供海岸監測、岸線變遷及海岸變遷模式等測量工作及研究使用。
- (三) **加速建置海域地形基本圖資：**臺灣陸域地形基本圖資測製工作持續進行並定期更新，惟海域地形基本圖資則尚無持續之測繪，測深光達成果足可提供大比例尺海域圖資建置使用，藉由高密度及高效率測量，可加速完成海域地形資本圖資建置，提供海岸經濟開發、縣市行政區域劃分及養殖、採礦、海底電纜鋪設、海洋博物館、海岸資源合理利用與保育、海域觀光資源及提昇遊憩品質等整體海岸經濟開發等用途使用。
- (四) **研究發展：**以沙奇盤調查沙奇深度資料原係以肉眼判讀透視度數據，雖然以重複讀數並限制作業時間、注重個人訓練及個人差異，以減低人為誤差，惟仍大有改善空間，為能更精確獲取沙奇深度調查資料，有必要研發相關較客觀且標準一致之透視度調查方法及設備，希望藉由約制各項外在條件（如日照光度、時間、及角度等），並搭配自動記錄設備期使提升沙奇深度調查精度；另為將所蒐集資料以視覺展現方式提供使用者查詢，開發相關查詢系統，提升資料價值。
- (五) **技術多目標應用：**Sensor Web 可為多功能地球空間感應器資訊分享系統提供基礎資料，透過該系統不但可以監測環境，甚至可經由歷史資料進行分析作為事先的預防；另外，沙奇深度調查資料除可分析做為引進測深光達的評估外，亦可提供海水中生物密度、藻類分布、底質及漂砂變遷使用，因此 Sensor Web 技術與沙奇深度調查資料可提供多目標應用。

### 第三節 研究方法與過程

#### 一、研究方法

沙奇深度扮演空載雷射水道測量 (Airborne Laser Hydrography, ALH) 測深之實用性預測指標，乃因 ALH 系統可偵測至水底的深度為沙奇深度的 3 倍以上 (LaRocque, P.E., and West, G.R., 1990.)，因此可視沙奇深度為測深光達是否合適辦理近岸水深測量使用之判斷指標，由於臺灣沿海地區沙奇深度差異極大，本研究採取方法為藉由實地資料蒐集，以瞭解臺灣那些區域在何種季節、天候下可應用測深光達辦理海域地形測量，以完整的資料，精確評估臺灣沿海各區域日後引進空載測深光達作業的可行性；研究作業方法如下。

- (一) 前置資料蒐集：蒐集國內外主要海域地形測量方法，此階段係整合相關資訊，確認測深光達應用於海域地形測量的能力與優點。再蒐集評估與引進測深光達高相關性的與沙奇深度調查方法，擷取適宜部分，做為本研究後續工作參考資料。
- (二) 沙奇深度調查：藉由國外經驗，發展之本研究之標準作業模式、獲取必要蒐集之基本資料，並以自行製作之 20 公分直徑黑白相間之沙奇盤，逐季辦理全臺灣沙奇深度調查，包含近岸及離岸資料，所調查資料填載於自行所設計之「沙奇深度 (Secchi disk) 調查表」內，提供本研究成果分析依據。
- (三) 調查資料建檔：將外業調查資料逐筆建置為電子檔，並將測點坐標系統由大地坐標系統 ( $\phi$ 、 $\lambda$ ) 轉換計算成 TWD97 坐標系統 (N、E)，以提供查詢系統建置使用，此階段最後將資料彙整以統計圖表方式展現，供比較參考，以辦理後續成果分析。
- (四) 成果分析：測深光達作業能力與水體透視度有關，沙奇深度調查可藉沙奇盤 (Secchi Disk) 實地調查或以衛星影像 (Satellite Image) 進行判讀，彙整之沙奇深度調查數據資料，藉相關調查數據分析並規劃可使用測深光達之區域，以評估引進測深光達辦理之可行性。
- (五) 查詢系統建置與設備研發：為資訊交換流通與共享，相關調查資料將提供其他單位與學術機關使用，開發建立沙奇深度調查資料查詢系統，提供使用者查詢，本研究先開發單機版，日後再藉由電腦及網際網路提供更便捷

及更廣泛的資訊交換流通。為能更精確獲取沙奇深度調查資料，本研究亦投入研究自動記錄設備，期能提升沙奇深度調查精度。

(六) 製作研究報告：依據內政部自行研究案報告書製作標準格式，辦理「沙奇盤 (Secchi Disk) 海水透視度調查之研究」研究報告書撰寫製作。

## 二、研究流程

本研究案作業規劃將工作分為 6 個部分，分別為前置資料蒐集，蒐集海域地形測量技術 (測深光達技術、船載測深技術) 與沙奇深度調查方法 (衛星影像調查、沙奇盤實地調查)、以沙奇盤進行實地沙奇深度調查、資料建檔 (坐標轉換、資料彙整)、調查成果統計分析與製作研究報告，研究作業方法如下，其研究流程如圖 1-1。

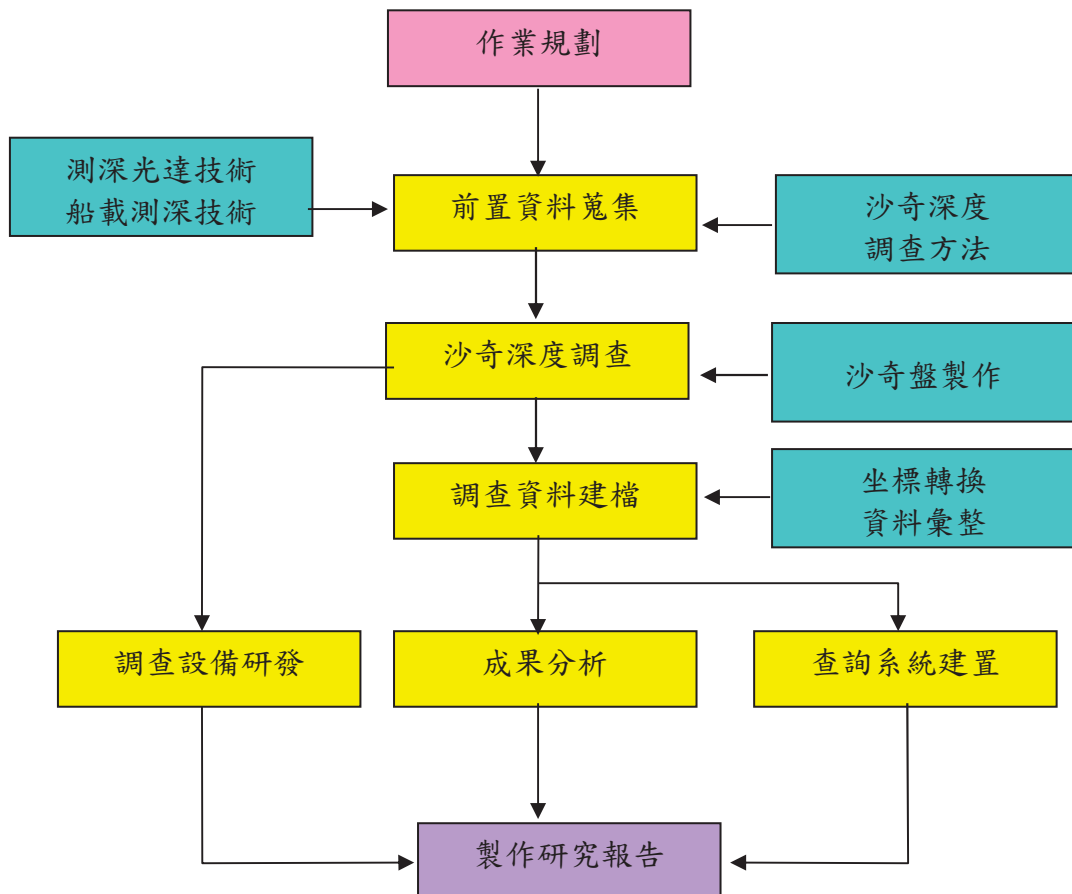


圖 1-1. 研究流程圖

## 第四節 研究架構

本文共分六章，各章節主要內容如下：

**第一章 緒論：**描述研究緣起與背景、研究動機與目的、研究方法與過程及研究架構等節次，為本文提供概念性說明。

**第二章 海域地形測量：**說明所蒐集資料重點內容，並將與研究相關資料彙集整理，首先蒐集國內外主要海域地形測量技術，相關限制，並引用測深光達相關研究資料，以強化測深光達應用於海域地形測量之可行性。再者，蒐集國內外沙奇深度調查方法，描述各種方法的能力技術優缺點與與限制，並介紹本研究的作法，包含沙奇深度調查設備（沙奇盤）製作、調查方法與其他相關描述。

**第三章 沙奇盤沙奇深度調查：**首先闡述以沙奇盤辦理沙奇深度調查表製作與內容描述，並介紹作業方法與程序。接著，說明將手持式衛星定位坐標系統（ $\phi$ 、 $\lambda$ ）轉換計算成 TWD97 坐標系統（N、E）之原理與數理公式，此階段將資料彙整以統計圖表方式展現，建立環臺灣沙奇盤沙奇深度基本資料，以辦理後續成果分析參考。

**第四章 成果分析：**沙奇深度會因浪、流、暴雨、颱風、季風...等季節及天候因素影響而產生巨大變化，因此實地調查資料須考量時間因素，沙奇深度固可提供參據，惟空載測深光達可作業時間可能為一瞬之間，僅籍地面實施沙奇深度調查，往往機會稍縱即逝，若可獲取空中或太空衛星影像的方式亦能獲得相同之參據，其與沙奇深度是否有著密切之關係，本章將第三章彙整之各季沙奇深度調查數據資料，藉相關調查數據分析並規劃可使用測深光達之區域，以評估引進測深光達辦理海域地形測量之可行性。

**第五章 資料展示與研發：**本章敘述計有三個部分，一為查詢系統建置，為使調查資料與其他使用者共享，設計建置沙奇深度調查資料查詢系統，展示包含地理資料與調查資訊，本研究先開發單機版，日後再另案建置於網際網路上，提供更便捷及更廣泛的資訊交換流通目的。二是調查設備研發，目前以沙奇盤調查沙奇深度資料係以肉眼判讀透視度數據，為能更精確獲取沙奇深度調查資料，有必要研發相關較客觀且標準一致之透視

度調查設備，以數位方式自動記錄以提升沙奇深度調查精度。三係研究  
規劃 Sensor Web 技術構建沙奇深度調查網可行性。

**第六章 結論與建議：**探討分析第二章海域地形測量、第三章沙奇盤沙奇深度調  
查、第四張成果分析與第五章資料展示與研發所得結果，並進而提出建  
議及未來可行或改進措施。

## 第二章 海域地形測量

廣義海域範圍包含近岸、潮間帶與水域等部分，其中近岸、潮間帶部分受潮汐漲落，時而隱沒水中，時而露出水面，地形地物資料有魚塭、港灣構造物、堤防、消波塊並間雜著散佈許多蚵架，水域部分則有暗礁、人工魚礁、沉船與海底管線等自然或人工構造物。近年來海域範圍地形測量因科技發展，近岸、潮間帶範圍測製業務以採近岸空載光達（LiDAR）測量及航空攝影測量為主，水域範圍地形測量以空載測深光達與船載音束測深為主。

### 第一節 海域地形測量方法

#### 一、船載音束測深

船載音束測深系統主要單元分為測深單元、定位單元、船體姿態單元、資料收集單元。在預定的航線上施測，音鼓每次發射音束取得音鼓下方之水深值，隨著船隻移動可得測線水深，圖 2-1 為船載測深作業情形。在提供足夠密度測線水深資料後，可以內插方式繪製等深線，以取得地形變化趨勢。因為基本上音束在水中的速度是可藉由計算得知，因此我們能以音束從發射至返回接收的時間來計算音束發射中心與物體間



圖 2-1. 船載測深作業情形

距離。公式：距離 = (音速於水中傳遞之速度 \* 時間差) / 2，得到音束發射點與物體間距離後，再經計算得到載具在坐標系統的空間位置，即得物體在坐標系統的空間位置。以音束測深之優點為垂直方向上具公分級解析能力、儀器較便宜、在儀器組裝及操作上簡單易上手、資料量小，處理簡單且單純。其精度需作包含測深儀測深精度、定位精度、水中聲速、潮位量測及潮差改正、船體前後傾斜、左右搖擺運動（Pitch & Roll）、船體上下升降及船向（Heave & Yaw）、儀器間的時間延遲（Latency）等因素改正。

船載音束水深測量的定位方式主要為衛星定位測量 DGPS、RTK 定位方式，測深設備音束測深儀，搭配電腦軟硬體的輔助及資料處理，能達成更精確、更有效率的施測水底地形，處理大量觀測資料，並呈現出更具彈性、多樣化之測量成果，以符合各種使用需求，累積長期之觀測數據更可快速分析比較出水底地形之變化情況及趨勢，測深儀又分為單音束測深儀及多音束測深儀。

### (一) 單音束測深系統 (Single-Beam Echo-Sounder System)

單音束測深作業為在預定的航線（航線規劃）上施測，音鼓每次發射單一音束取得音鼓正下方之水深值，隨著船隻移動可得測線沿線之水深資料。在提供足夠密度測線水深資料後，可以內插方式繪製等深線，以取得地形變化趨勢。單音束水深測量：以校正板檢校（bar check），先以聲速儀量測聲速並修正之，分別量測檢校板深度與測深儀讀數並記錄製作檢校

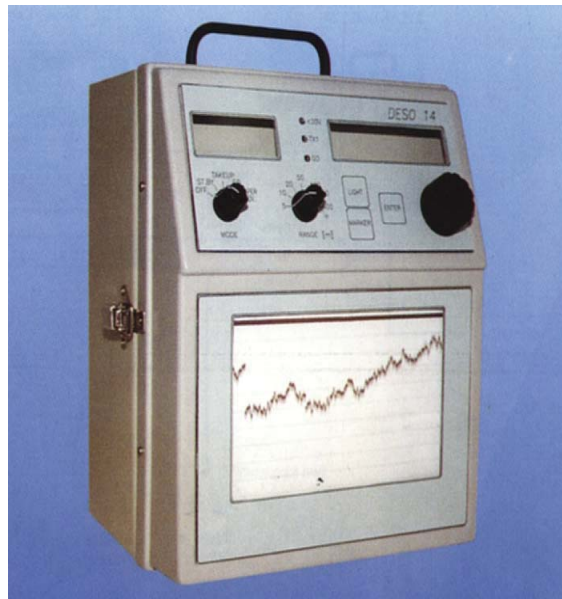


圖 2-2. 單音束測深儀

表，檢視測深差異量是否在儀器精度的合理範圍內，圖 2-2 為單音束測深儀。

- 1.優點：垂直方向上具公分級解析能力，儀器較便宜，在儀器組裝及操作上簡單易上手，資料量小，處理簡單且單純。
- 2.缺點：一次一個測點，只能取得預定測線上之測點資料，無法涵蓋整個施測區域，欠缺測點（線）間的水深資料，測點（線）間之地形以內插方式求得，成果良窳之好壞取決於測點（線）間之取樣疏密程度。

### (二) 多音束測深系統 (Multi-Beam Echo-Sounder System)

多音束測深作業為在預定的航線上施測，音鼓每次發射數十個音束為一束帶（扇形），取得垂直於船行方向的帶狀水深資料。多音束水深測量：在所有儀器安置完成後，實地至測區尋找適當地點作系統的疊合測試（patch test），分別求取音鼓安置的前後傾斜（pitch）、左右傾斜（roll）、船向偏差（yaw）之角度及

GPS 時間延遲量 (GPS Latency)，經由多次的反覆測試與計算求取出最佳的率

定值，以修正音鼓安置角度的偏差及 GPS 時間延遲的影響，圖 2-3 為多音束測深儀。



圖 2-3. 多音束測深儀

1.優點：在地形平面分佈上具公尺級解析度，在垂直方向上具公分級解析能力，聲波不但能完全涵蓋預測區域之水底，完整呈現出水底地形之原貌，更提高資料的精確度，具有高密度取樣與提高工作效率的優點，已廣泛地應用於海洋工程界、學術界、海域

石油界，港灣工程及航道測繪已開始引進此類儀器。

2.缺點：儀器設備較昂貴、系統設定及操作上較複雜，資料量大，處理程序繁複。

## 二、空載測深光達

空載雷射水道測量 (ALH)、空載雷射海深測量 (Airborne Laser Bathymetry, ALB)、空載海洋光達 (Airborne Oceanographic Lidar, AOL) 等稱謂均為測深光達之前身。目前國際上商業使用的軟體包括有加拿大的 LARSEN 系統、澳洲的 Laser Airborne Depth Sounder, LADS、瑞典的 HawkEye 系統及加拿大的 SHOALS 系統等。(LaRocque, P.E., and West, G.R., 1990)

空載測深光達測量技術利用空中雷射掃瞄搭配慣性導航儀 (IMU) 及全球定位系統 (GPS) 定位功能，可快速獲得近岸 (含潮間帶) 三維地形資料 (圖 2-4)。對於地形模型與地表模型的建立、地形變化的分析等，為一非常快速而有效的方法。



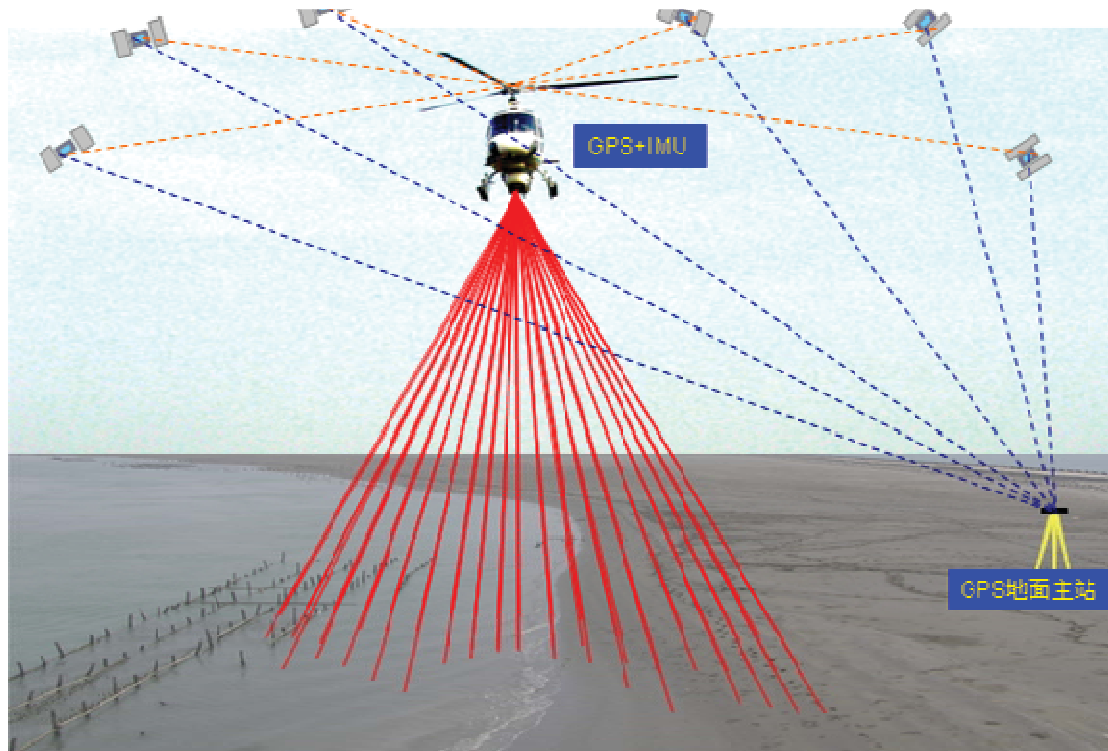


圖 2-4. 空載測深光達測量技術快速獲得近岸三維地形資料示意圖

雷射掃瞄儀是利用脈衝或光柱、接收器時間系統、計數和光線行進時間來進行一連串的作業。因為雷射光束的速度是已知，大約每秒 30 萬公里，因此我們能以光束從發射至返回接收的時間來計算光束發射點與物體間距離，公式如下：

$$\text{距離} = (\text{光速} \times \text{時間差}) / 2$$

經由二個可以旋轉的反射鏡藉以改變雷射光發射的方向，使得雷射光可以由上而下、由左而右的掃瞄目標，得到光束發射點與物體間距離後，再經由二個反射鏡的角度可以計算得到以儀器為原點的區域坐標系統的三維坐標點雲，圖 2-5 為光達 (LiDAR) 的掃描作業原理。

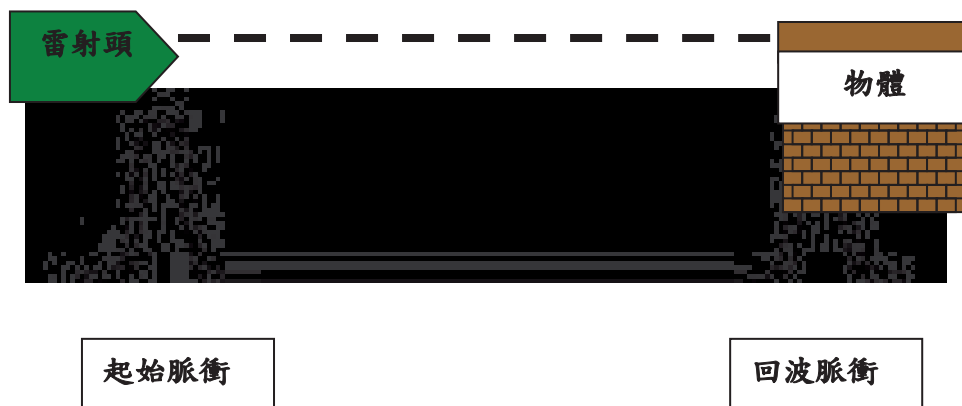


圖 2-5. 雷射掃瞄測量原理

空載測深光達設備造價高昂貴，且測深能力受制於海水之濁度。是以，測深光達並不十分普遍，自己知之成功案例顯示，測深光達可以透視的深度約為沙奇盤透視度（Secchi Disk Visibility）之 2 至 3 倍，在清澈水域下測深範圍為 0.5 至 70 公尺（林志交等，94），通常即稱可測得之深度約光學深度（Optical Depth）2 至 3 倍之深度。光學深度可藉人工判讀沙奇盤置於水下可透視之程度之方式獲得，即沙奇深度（Secchi Depth）。在一般的海水環境下，空載測深光達測深精度可達到國際海事組織（IHO）一級（Order 1）規範標準（<http://www.optech.ca/shoalsfeatbens.htm>）。

空載測深光達系統利用裝載於航空器之脈衝雷射光束（Pulsed Laser Beam）及掃瞄鏡進行資料蒐集，在約 200~500 公尺的飛航高度下可應用於量測水質清澈之近岸或湖水之水深（林志交等，94；Estep,1993）。空載測深光達藉由許多專門元件搭合作，以每秒高達數千至上萬頻率的雷射光束，進行水下資料蒐集（亦可進行陸域資料蒐集）。載具與蒐集頻率的優勢塑造出較傳統船測高的效率，藉由載具及高頻雷射掃瞄，空載測深光達作業效率每小時可測量涵蓋達 70km<sup>2</sup> 之範圍（<http://www.optech.ca/shoalsfeatbens.htm>）。測深光達作業情形請見附錄一。

空載測深光達測量，在海域地區每 1 道雷射光可得到 2 筆測量數據，第 1 筆測量數據（紅外光）反射值：測量範圍內首先遇到之水體表面；第 2 筆測量數據

（綠光）反射值：測量範圍內水下物體或海底（吳萬順等，94）。雷射光源投射至水體，紅外光對水體的穿透力低，因此大部分會直接從水面反射回感測器（Sensor），獲得時間、水面位置及雷射強度值等資料；綠光具備穿透水體能力，穿透水體再反射回感測器，獲得觀測時間、水底或底床上物體位置及雷射強度值等資料，



圖 2-6. 測深光達雷射掃瞄系統（SHOALS）

藉由水面及水底所產生之來回傳遞時間差及光束於空氣中及水中之幾何路徑計算出水深值，搭配全球衛星定位系統與慣性導航單元數據可解算測點空間位置。圖 2-6 為加拿大 Optech 公司所生產之測深光達雷射掃瞄系統（SHOALS）。

## 第二節 海水透視度調查方法

根據澳洲國家型水監測 (waterwatch) 社群所建議之水體濁度測量方法 (<http://www.waterwatch.org.au/publications/module4/index.html>)，可採用沙奇盤 (secchi disk)、濁度計量器 (turbidity meter)、濁度管 (turbidity tube) 等去測量濁度的量。

因濁度管測量濁度是用吸收光線的原理，因此會在存有高度色彩微粒的水中常會高估濁度值，而在含有非常細緻的微粒中低估濁度值，但因容易使用且相對而言可獲得不錯的量度，如圖 2-7。



圖 2-7. 濁度管作業情形

(<http://www.waterwatch.org.au/publications/module4/turbidity.html>)

濁度計量器通常用 nephelometric turbidity units (NTU) 或 metres depth 表示，係量測被水體中粒子散射的光線強度，值域為 0~1000NTU，當在水體極清澈時會特別建議使用濁度計量器。

沙奇盤最大優點為便宜且容易操作，但沙奇盤建議在較不流動的、相對較深的水體中測量，原因乃是沙奇盤是量測從視線消失瞬間的深度，因此不適合用於很淺的水體。如圖 2-8 為沙奇盤作業示意圖。

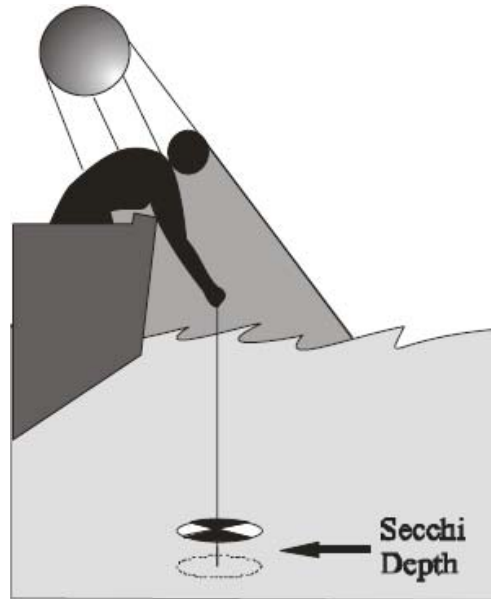


圖 2-8. 沙奇盤作業情形

([http://www.ene.gov.on.ca/programs/4663e03\\_appendix1.pdf](http://www.ene.gov.on.ca/programs/4663e03_appendix1.pdf))

本研究乃以沙奇盤 (Secchi Disk) 實地調查及藉由衛星影像 (Satellite Image) 進行判讀，藉相關調查數據分析臺灣沿海可使用測深光達以評估引進測深光達之可行性。本研究自 94 年度開始以季節劃分採用沙奇盤辦理近岸海域各港口沙奇深度調查，95 年度首度離岸辦理沙奇盤調查作業，並結合衛星影像辦理海域沙奇深度分析。

### 一、沙奇盤

「Secchi」的發展起源於羅馬教皇的海軍總司令要求科學顧問 Pietro Angelo Secchi 測試一新的透視度設備，第一次的沙奇盤 (Secchi Disk) 測量在 19 世紀地中海，進行 6 週的實驗 (<http://www.pca.state.mn.us/water/secchi.html>)。

沙奇盤的製作包括全白、四等分之黑白交錯、Minnesota's (美國明尼蘇達州污染控制局 Minnesota Pollution Control Agency) ... 等形式，如圖 2-9 所示。



圖 2-9. 沙奇盤 (<http://www.pca.state.mn.us/netscape4.html>)

而最早沙奇盤是全白的，但目前湖泊中使用的沙奇盤幾乎均以四等分的黑白交錯來製造，第一次將沙奇盤改為四等分黑白交錯的為 Whipple (1899)，理由為較容易為人眼辨識。沙奇盤運作的理論為對比效果，即在黑暗中白色盤子完全消逝時的對比效果，然而在許多湖泊中其背景顏色相較於海洋並非完全黑暗，因為光線可能被一些浮游粒子所反射，所以採用



圖 2-10. 本局製作之沙奇盤

黑白交錯有助於判釋效果。目前亦有全黑的設計，由 Davies-Colley (1988) 提出，目的為進行很淺的河流與溪流的透視度調查。

依照所要測量透視程度不同而採用不同大小的沙奇盤，如針對 15~50 公分的透視程度可採用 2 公分的沙奇盤、針對 50~150 公分的透視程度可採用 6 公分的沙奇盤、針對 150~500 公分的透視程度可採用 60 公分的沙奇盤，原因是因某些研究指出，當水質非常清澈狀況下，沙奇盤從視線消失非因為失去與周圍環境的對比，而是因為沙奇盤太小而無法看到。

(<http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/SD/sd.html>)

沙奇盤的尺寸並無一定，本研究所製作之沙奇盤尺寸為 8 英吋，理論上大盤子可看到的深度會比小盤子來的深，但也有研究指出盤子大小與可看到的深淺無關。但可發現的是，在極清澈的水中，沙奇盤消逝的原因非因為失去沙奇盤與周遭顏色的對比，而看不見沙奇盤，卻是因為沙奇盤變的太小而無法看到沙奇盤，

在此極端狀況下沙奇盤大小曾用到 120 公分的大小，圖 2-10 為本研究製作之 20 公分直徑，為用於外業作業之沙奇盤。

美國密西根州監測計畫 (Michigan Cooperative Monitoring Program, CMP)，專為密西根居民自願協助保護水資源，內之密西根湖泊與河流協會 (Michigan Lake and Stream Associations, ML&SA) 內專家 Ralph Vogel 負責實際製作沙奇盤，製作情形如圖 2-11。



圖 2-11. 沙奇盤的製作 ([http://www.mi-water-cmp.org/secchi\\_disk.htm](http://www.mi-water-cmp.org/secchi_disk.htm))

以沙奇盤進行透視度調查的方法，乃用手抓住繩子從船的向陽面把沙奇盤緩緩降入水中，並控制足夠時間(大概 2 分鐘)確認沙奇盤是否在視線消失的極限，記錄沙奇盤從視線消失的深度，此時取水面在繩上位置(刻劃)至盤面距離所量得的深度稱之為沙奇深度 (Secchi Depth)，亦代表水的透視度 (Transparency) 的指標，後記錄下沙奇盤消失與再出現深度值的平均並建議水深至少為沙奇深度的 2 倍以上以確保沙奇盤是以水做背景而非從底部反射的光線。(Davies-Colley et al., 1993)。在絕對純淨的水體中，理論的沙奇深度可達到 70-80 公尺。但目

前被發表最深的沙奇深度，在海洋為在北大西洋西岸美國佛羅里達州外海的藻海（Sargasso Sea）所測得的 66 公尺深的沙奇深度；在湖泊中則是在美國奧瑞岡州火口湖（Crater Lake），使用直徑 1 公尺之沙奇盤，測得 44 公尺深的沙奇深度（<http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/SD/sd.html>）。

## 二、衛星影像

透視度除了採用沙奇盤進行實測外，亦可採用衛星遙測影像分析獲得，衛星影像透視度分析必須針對每一幅不同影像進行不同迴歸式的計算，並需要與衛星影像相近時間內進行的沙奇盤透視度調查配合以獲得地真調查，且需考慮衛星影像的覆蓋率、衛星軌道、雲層問題、影像間的縫隙等問題。相較於沙奇盤透視度調查侷限於離散點位為資料，衛星影像可一次大範圍地進行，此外，當測量地點有明顯不適宜人員前往或需要頻繁的觀測時間間距，則衛星影像可作為一適當的替代品。但須注意是實地調查的沙奇盤深度成果，通常對於衛星影像透視度成果的精度分析及驗證的校正是相當重要的。

美國 Wisconsin 大學的環境遙測中心針對湖泊透視度的監測即採用結合衛星遙測影像和沙奇盤量測成果（Lillesand,2002），並針對 Landsat 與 Terra/MODIS 衛星進行研究。Landsat 衛星係採用 Landsat-5 TM 與 Landsat-7 ETM+ 感測器，並建置一迴歸模型可獲得沙奇盤透視度的對數值，公式如下：

$$\ln(SDT) = b_0 + (b_1 TM_1 / TM3) + (b_2 TM1) \quad (1)$$

式中：TM1、TM3 分別由藍色與紅色波段獲得之觀測的光譜輻射值；SDT 為沙奇盤透視度； $b_0$ 、 $b_1$ 、 $b_2$  則是迴歸模式參數。

然而當與衛星影像拍攝時間相近且空間分佈均勻的的沙奇盤實測深度若無法獲取時，則使用簡化的模型，其僅基於 TM1/TM3 之輻射比值計算，公式如下：

$$\ln(SDT) = b_0 + (b_1 TM_1 / TM3) \quad (2)$$

Terra/MODIS 之分析亦採用上述公式。

另外美國北卡羅萊納州的 ECSU 則使用 OrbView2 衛星的 SeaWiFS 感測器所獲之影像作透視度分析。其分析方法為使用 TeraScan 軟體系統內含功能針對原始影像進行解譯、處理、校正、最後並可獲得水透視度或沙奇盤深度成果（Graves et al,2004）。

本研究 95 年度規劃以 SPOT 衛星影像與 MODIS 衛星影像配合沙奇盤辦理海水透視深度調查，相關影像規格與作業方法分述如下。

### (一) SPOT 衛星影像

為建立 SDT (Secchi Disk Transparency) 與 SPOT 影像光譜間的關係式，以便藉此再進一步以此影像對臺灣海域透視度進行推估，需進行之工作項目包括：SPOT 影像獲取、SPOT 影像幾何與輻射校正處理、SPOT 影像與沙奇盤觀測數據關係式建立、以推估關係式以及 SPOT 影像計算沿海之透視度和成果檢核等。依據工研院利用地面光譜資料與 SPOT 影像應用於水質定量推估研究 (蕭國鑫等，94) 顯示：經水質實地採樣化驗成果之檢核，SPOT 影像輻射值與懸浮固體及透明度呈現明確之正相關 (圖 2-12)。

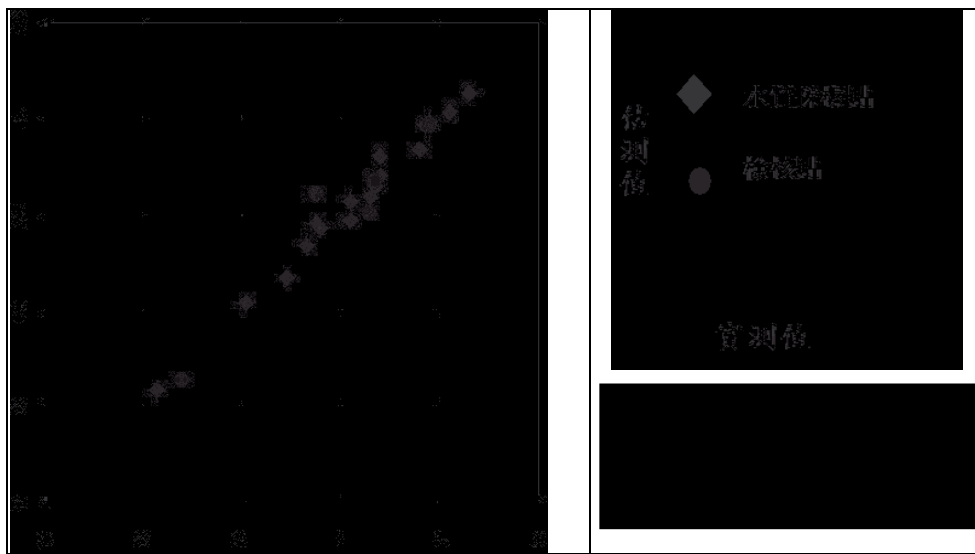


圖 2-12. SPOT 影像輻射值與透明度之相關度 (蕭國鑫等，94)

為提高 SPOT 衛星影像與沙奇盤實測數據之關連性，需事先取得衛星接收站提供 SPOT 衛星拍攝時程，並配合氣象預報及外業工作之規劃，安排沙奇盤測深與 SPOT 攝像同時進行。然而衛星影像易受天候影響，難以在拍攝前確定攝像品質，而海上作業亦會受到海象及出海申請管制等因素，難以保證能成功進行同步觀測，因此實際作業時，將於四次攝像時間中至少進行一次之同步觀測。SPOT 系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式如表 2-1 所述。



表 2-1.SPOT 系列衛星資料空間解析度與感測器光譜模式  
([http://www.csr.sr.ncu.edu.tw/chin.ver/c5query/c\\_spot.php](http://www.csr.sr.ncu.edu.tw/chin.ver/c5query/c_spot.php))

衛星代號	感測器	光譜模式	空間解析度
SPOT-1~3	HRV	全色態 PAN	10 m
		多光譜態 XS	20 m
SPOT-4	HRV	單色態 M	10 m
		多光譜態 XI	20 m
SPOT-5	HRG	全色態 HM	5 m
		超解像模式 THR	2.5 m
		多光譜態 HI	10 m

## (二) MODIS 衛星影像

MODIS 遙測感測儀（或稱中解像力成像波譜輻射儀，Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer）共含有 36 個波段，其波段規格如表 2-2。第 1-2 波段之解像力 250m，第 3-7 波段之解像力 500m，第 8-36 波段之解像力 1000m。MODIS 是 Terra 衛星與 Aqua 衛星上最重要的設備。Terra 衛星由北往南飛行環繞地球軌道，跨越赤道時間在早上 10：30；而 Aqua 衛星由南往北飛行環繞地球軌道，跨越赤道時間在下午 1：30。兩顆衛星約每一至二天可以涵蓋全地球，從而可以獲得良好之全臺灣涵蓋數據，因此以 MODIS 衛星影像資料來辦理臺灣大範圍的沙奇深度分析是可嘗試的方法之一。

分析方法為建立 SDT 與 MODIS 影像光譜間的關係式，以便藉此再進一步以遙測影像對全臺灣之沿海推估，需進行之工作包括：MODIS 影像資料獲取、MODIS 影像幾何與輻射校正處理、MODIS 影像與以沙奇盤辦理沙奇深度觀測數據關係式建立、以推估關係式以及 MODIS 影像計算臺灣沿海之透視度和成果檢核等。

表 2-2. MODIS 遙測感測儀之波段規格

基本用途	波段編號	波長區間	基本用途	波段編號	波長區間
陸地、雲、	1	620 - 670nm	地表與雲	20	3.660 - 3.840 $\mu$ m

氣溶膠之邊界	2	841 - 876nm	之溫度	21	3.929 - 3.989 $\mu$ m
陸地、雲、 氣溶膠之特性	3	459 - 479nm		22	3.929 - 3.989 $\mu$ m
	4	545 - 565nm		23	4.020 - 4.080 $\mu$ m
	5	1230 - 1250nm	大氣溫度	24	4.433 - 4.498 $\mu$ m
	6	1628 - 1652nm		25	4.482 - 4.549 $\mu$ m
	7	2105 - 2155nm	卷雲與大氣 水分	26	1.360 - 1.390 $\mu$ m
8	405 - 420nm	27		6.535 - 6.895 $\mu$ m	
海洋水色、 浮游植物、 生物化學	9	438 - 448nm		28	7.175 - 7.475 $\mu$ m
	10	483 - 493nm	雲之特性	29	8.400 - 8.700 $\mu$ m
	11	526 - 536nm	臭氧	30	9.580 - 9.880 $\mu$ m
	12	546 - 556nm	地表與雲 之溫度	31	10.780 - 11.280 $\mu$ m
	13	662 - 672nm		32	11.770 - 12.270 $\mu$ m
	14	673 - 683nm	雲頂高度	33	13.185 - 13.485 $\mu$ m
	15	743 - 753nm		34	13.485 - 13.785 $\mu$ m
16	862 - 877nm	35		13.785 - 14.085 $\mu$ m	
大氣水分	17	890 - 920nm		36	14.085 - 14.385 $\mu$ m
	18	931 - 941nm			
	19	915 - 965nm			

### (三) 採用衛星影像分析之影響因素

利用衛星影像紀錄之輻射值(或換算之指標)，結合現地沙奇盤測深值，建立二者之數學關係，以推算整個影像區域之海水透視度，影響成果之主要因素可大致整理如下：

#### 1. 自然條件：指人力無法控制或完全去除之影響

- (1) 海底底質：因海底物質不同而使衛星影像有不同之灰度值。可利用不同波段之指標計算，降低此部分之影響。
- (2) 海水條件：潮汐、海流之變化而使衛星影像有不同之灰度值。可利用不同波段之指標計算，降低此部分之影響。
- (3) 大氣條件：大氣中各種物質對光線之能量及路徑造成之影響。可利用大氣校正軟體改正，並以不同波段之指標計算，降低此部分之影響。

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

- (4) 突發現象：豪雨或傾倒廢棄物而短暫影響水體之灰度值。配合合約之規定，於作業時避開此時段，應可去除此項影響。

### 2. 沙奇盤誤差

- (1) 深度誤差：人為判讀深度之誤差，僅能透過嚴密之作業管制儘量降低。
- (2) 定位誤差：船舶 GPS 之定位誤差，可透過嚴密之作業管制降低至 1 公尺等級。

### 3. 衛星影像誤差

- (1) 幾何誤差：影像幾何校正之誤差，在有地面控制點之情況下可達 1 個像元；無地面控制點時，約為十公尺至數十公尺間。
- (2) 輻射誤差：包含衛星感測器之率定，以及灰度值與輻射值之換算。

### 4. 攝像與沙奇盤測深之差異

- (1) 時間差異：二項工作非同步作業（同時同地）。此時 1.-b、1.-c 之條件均已不同。
- (2) 位置差異：2-b 與 3-a 之幾何對位不準。若控制得宜可去除此部分之影響。

### 第三章 臺灣沿海沙奇深度調查

透視度可定義為一定條件下肉眼可透視水之深度，影響海水透視度的因素很多，包含海水中藻類含量、浮游生物、水色、日照強度、底質種類、波浪、流的變化與天候...等，使得臺灣近岸沙奇深度差異極大（圖 3-1）。海洋中透視度值從 0.3 公尺至 20 公尺不等，透視度之 2 倍左右之深度為適合綠色植物生長之水的最上層區域，其為研究海洋學之重要參數並且可用於發展物理及生物模型、及指出適合空載雷射測深之區域（Thorkild, 2002）。

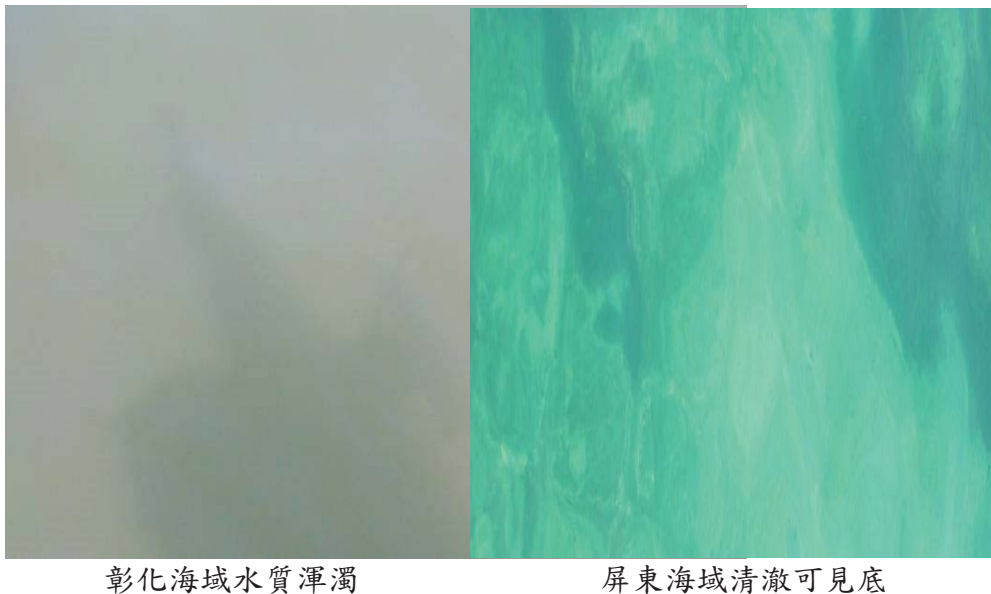


圖 3-1. 臺灣近岸沙奇深度差異極大

#### 第一節 沙奇深度調查表

加拿大卑詩湖管理協會 British Columbia Lake Stewardship Society (BCLSS) (<http://www.bclss.org>) 針對沙奇盤調查提出一公開的制式表格，給自願幫忙調查者於進行沙奇盤外業時需填具資料，重要需填寫的資料非常詳盡，主要項目包括一般資訊、地點資訊、水質，其中一般資訊內細項包括自願者名字、電話、電子郵件、首次監測水體的年度、是否曾參與本調查、水體名、水體位置、離水體最近的郵遞區號或鄉鎮名、水體座標（經緯度）、水體大小、取樣地點深度、水

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

體型態：自然湖、水庫、河流、河海口、海洋、其他；地點資訊內細項包括取樣日期、時間、取樣當時天氣、前一天天氣、沙奇盤的顏色：全黑、黑白相間、沙奇盤大小：20cm 或 40cm、讀取沙奇深度時是否有配戴太陽眼鏡？、若非使用沙奇盤請註明使用設備（Lamote 濁度計、濁度管、濁度計量器）、取樣地點位於：船、碼頭、岸邊、橋上、其他；水質內細項包括一般水質：良好、有點問題、稍差、極差；水體在過去 5 年內是否有改變：較佳、較差、沒有變化、不清楚；透視度狀況在過去 5 年內是否有改變：較清澈、較混濁、沒有變化、不清楚；在你所調查地點，下列何因素導致一般水質變差：藻類、海草、濁度、自用船體、垃圾、密集住宅、游泳者、細菌、釣魚、其他，詳細內容如表 3-1。

此外，愛荷華州之一個由自願者組成的組織水體品質監測計畫稱為 IOWATER，更提供一個共通的介面予所有自願幫忙者上網填寫沙奇盤資料調查成果，需填寫的資料包括監測日期、時間、自願監測者名字、湖泊名稱、湖泊所在城市、天氣、空氣溫度、過去 24 小時的降雨量、風向、風速、沙奇深度（若觸底則註記觸底深度）、水體顏色...，詳細內容如表 3-2。

為求作業人員有一致的作業程序，本研究擬定如下：沙奇盤須於向洋面降入及拉出水中，以減少船體或人員對數據的影響。沙奇盤降入及拉出水中時，均需讀取沙奇深度並求取平均值，並加註觸底深度，另需以手提式 GPS 接收儀記錄座標值，其他另需記錄天候狀況、雲霧覆蓋狀況等資料。

表 3-1. 加拿大卑詩湖管理協會沙奇盤調查表格 ([http://www.bcsls.org/docs/dipin\\_form\\_2006.pdf](http://www.bcsls.org/docs/dipin_form_2006.pdf))

**SECCHI DISK DIP-IN 2006 – DATA SHEET**

**GENERAL INFORMATION**

Volunteer Last Name: \_\_\_\_\_ First Name: \_\_\_\_\_

Telephone Number: \_\_\_\_\_ Email address: \_\_\_\_\_

What year did YOU begin monitoring this waterbody? \_\_\_\_\_

Have you participated in the Dip-In before? Yes No

Waterbody name: \_\_\_\_\_

Region of waterbody: \_\_\_\_\_

Postal Code of town nearest to the waterbody: \_\_\_\_\_

Name of nearest town: \_\_\_\_\_

**Coordinates of waterbody (note: minutes and seconds cannot be greater than 60)**

Longitude: degrees \_\_\_\_\_ minutes \_\_\_\_\_ seconds \_\_\_\_\_

Latitude: degrees \_\_\_\_\_ minutes \_\_\_\_\_ seconds \_\_\_\_\_

**Waterbody type:** (please circle one) natural lake/pond reservoir (has a dam)  
 stream/river estuary ocean other (harbour, marine, gravel pit,  
 quarry, etc.) please specify: \_\_\_\_\_

**Size (lake/reservoir only):** <5 acres 5-9.9 acres 10-99 acres 100-499 acres 500+ acres

**Actual size (if known):** \_\_\_\_\_ acres or \_\_\_\_\_ hectares

**Depth at sampling location (if known):** \_\_\_\_\_ metres

**SITE INFORMATION**

Date of reading: \_\_\_\_\_

Time of observation: \_\_\_\_\_ am pm

Weather at time dip-in: sunny partly cloudy overcast rain other

Weather yesterday: sunny partly cloudy overcast rain other

Did you take your reading from a: boat (canoe, pontoon boat, kayak, etc.) dock/pier  
 bridge shore/wading in other: \_\_\_\_\_

**SPECIFIC Site Name or Number:** \_\_\_\_\_ **Secchi reading:** \_\_\_\_\_ metres

**SPECIFIC Site Name or Number:** \_\_\_\_\_ **Secchi reading:** \_\_\_\_\_ metres

Can the disk be seen on the bottom? Yes No

Is the Secchi disk all white black and white

Size of disk: 8 inch/20 cm 16 inch/40cm

Did you use a Viewscope? Yes No

If yes, is it: open tube closed tube with glass or plastic plate on bottom?

Did you view the disk on the: sunny shady side of the boat?

Did you wear sunglasses during the measurement? Yes No

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

If using an instrument other than a Secchi disk, please indicate here: (i.e. Lamotte Turbidity Column, Turbidity Tube, Turbidity Meter, etc.)

---

If you also measure **Water Temperature** (15 cm below the surface) or **pH**, please record:

Temp: \_\_\_\_\_ ° C or °F (please circle one)

pH: \_\_\_\_\_ pH paper meter colour comparator other \_\_\_\_\_ (please circle one)

### WATER QUALITY

Please indicate your perception of the following:

**General water quality (check one)**

- Beautiful, no problems
- Minor problems
- Slight use impairment
- Use totally impaired

**Has the water quality changed in the past 5 years?**

- Better
- Worse
- No change
- Don't know

**Has the transparency changed in the past 5 years?**

- Clearer
- More turbid
- No change
- Don't know

What factors (if any) **NEGATIVELY** affect the general water quality at your site?

<b>Problem</b>	<b>I don't know</b>	<b>Beautiful, causes no problems</b>	<b>Causes minor problems</b>	<b>Causes slight use impairment</b>	<b>Causes substantial use impairment</b>	<b>Use totally impaired</b>
Algal scums						
Aquatic weeds (seaweed)						
Turbidity						
Boats/Boating (noise, congestion, safety)						
Poor fishing						
Personal watercraft (jet skis)						
Bacteria						
Dense housing						
Filling-in						
Trash and litter						
"Pest" wildlife (raccoons, geese, ducks, etc)						
Noise (non-boating: neighbours, traffic, etc.)						
Swimmer's itch						
Too many rules and regulations						
Other:						

PLEASE SEND YOUR RESULTS TO: **BC Lake Stewardship Society**  
**#4 – 552 West Avenue**  
**Kelowna, BC V1Y 4Z4**

表 3-2. 愛荷華州 IOWATER 計畫之沙奇盤資料填寫表

([http://www.iowater.net/database/DNRStand/DNRstand\\_entry.asp](http://www.iowater.net/database/DNRStand/DNRstand_entry.asp))

## IOWATER Iowa DNR Fisheries Secchi Disk Program Data Entry Form

Date of Monitoring  Time of Monitoring 8:00 AM

*(e.g., 04/24/2000; needs to be entered in this format)*

Name of Volunteer Monitor -

Name of Lake -  Select county where lake is located. ADAIR  
ADAMS  
ALLAMAKEE

Weather (Check all that apply)

Sunny  Partly Sunny  Cloudy  Rain/Snow

Air Temperature (degrees Fahrenheit)

Precipitation over the last 24 hours (inches; *do not enter text*)

Wind Direction (select one) Not Applicable  Wind Speed (select one) Not Sampled

Secchi Disk Depth (meters)

\*If disk hit bottom while still visible, record depth here (meters)

Water Color Scale (check one nearest to color) Not Sampled

Other Assessment Observations and Notes


本研究在沙奇深度調查表上，除了參考國外調查表實例保留所需要項目外，特別設計了需紀錄之內容包含地點、日期（含時間）、坐標（位置）、調查人員、測點水深、透視深度、天候與作業相片等項目。其中坐標（位置）是為了日後將資料建立地理資訊系統（GIS）而設計，在作業時以手持式 GPS 記錄測點位置坐標（WGS1984，後處理轉換為 TWD97 坐標系統），測點水深項目是為了計算該區域透視深度的倍數關係。沙奇盤須於向陽面降入及拉出水中，以減少船



## 沙奇盤海水透視度調查之研究

體或人員對數據的影響。沙奇盤降入及拉出水中時，均需讀取沙奇深度並求取平均值，並加註觸底深度，如表 3-3。

表 3-3.沙奇 (Secchi disk) 深度調查表

沙奇 (Secchi disk) 深度調查表			
地點 出海港	恆春鎮—山海漁港	日期 時間	95 年 2 月 21 日 12:05
坐標 (WGS1984)	N: 21-59-08 E: 120-42-40	調查人員	林連結、王水生
測點水深	3.2M	透視深度	大於 3.2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			



- (一) 調查地點：屏東縣恆春鎮山海漁港辦理透視度調查。
- (二) 調查日期、時間：該表為 95 年 2 月 21 日 12 時 05 分進行調查作業，考量臺灣西海岸潮汐變化大，退潮時許多港口將無法辦理沙奇深度調查作業，所以作業前已先調查該港區潮汐預報資料，以漲潮時段進行調查；另沙奇深度與日照有關，原則上於日照較強的時間段(中午前後)進行作業為佳，惟受限潮汐因素導致部分測點無法於日照較強的時間段執行調查。
- (三) 測點坐標：以手提式 GPS 接收儀記錄坐標值(大地經緯度)，以供日後建置查詢系統用。
- (四) 工作人員：由林連結、王水生 2 位工作人員執行本次沙奇深度調查作業，基於安全考量，工作人員須全程著救生衣工作。
- (五) 測點水深：量測測點從水面至水底距離，即觸底深度為 3.2 公尺。
- (六) 透視深度：該測點可透視深度為 3.2 公尺，表示該測點沙奇深度良好可見底，依經驗值透視深度的 2-3 倍距離為空載測深光達可測範圍，一般為 2.5 倍，經計算(3.2 公尺\*2.5=8 公尺)，即知該海域如以測深光達辦理測量，約 8 公尺水深以上範圍可獲取海底地形資訊，深度超過 8 公尺部分，測深光達無法獲取海底地形資訊，但該岸地沙奇深度與觸底深度相同，意味著該區域水質清澈，可能的話沙奇深度必大於 3.2 公尺。
- (七) 天候：對透視度成果影響巨大之天候，如颱風前後一定時間內有無豪大雨或河川疏浚...等，因均會對透視度產生巨大變化之因素應予敘明。

## 第二節 坐標轉換

實地辦理沙奇深度調查時，手持式 GPS 係紀錄大地坐標系統（經緯度），為後續資料庫建置需要，並與地籍、地形資料能統合於同一框架，所調查資料地點之坐標均納入我國公布之坐標 1997 臺灣大地基準（TWD97）系統中。

### 一、TWD97 (TAIWAN DATUM 97, 1997 臺灣大地基準)

民國 86 年內政部採用國際地球參考框架而定義更適合於全國大地坐標系統之新基準，其建構係採用國際地球參考框架（International Terrestrial Reference Frame 簡稱為 ITRF）。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局（Bureau International de l'Heure，簡稱為 BIH）定義在 1984.0 時刻之方位。國家坐標系統之參考橢球體採用 1980 年國際大地測量學與地球物理學協會（International Union of Geodesy and geophysics 簡稱為 IUGG）公布之參考橢球體（GRS80），其橢球參數如下：

長半徑  $a=6378137$  公尺

扁率  $f=1/298.257222101$

臺灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區之投影方式採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中中央子午線為東經 121 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999；另澎湖、金門及馬祖等地區之投影方式，亦採用橫麥卡托投影經差二度分帶，其中中央子午線定於東經 119 度，投影原點向西平移 250,000 公尺，中央子午線尺度比為 0.9999。

### 二、坐標轉換 $(\varphi, \lambda) \rightarrow (N, E)$

本研究所採用之座標轉換公式係參考 GPS 理論與實務（B.Hofmann-Wellenhof et al., 1992-1993）內橫麥卡托投影系統製圖公式，公式係由下展開式所導得：

$$N = B(\varphi) + \frac{1}{2} N \cos^2 \varphi t l^2 + \frac{1}{24} N \cos^4 \varphi t (5 - t^2 + 9\eta^2) l^4 + \dots \quad (3)$$

$$E = N \cos \varphi l + \frac{1}{6} N \cos^3 \varphi (1 - t^2 + \eta^2) l^3 + \frac{1}{120} N \cos^5 \varphi (5 - 18t^2 + t^4) l^5 + \dots \quad (4)$$

式中使用符號說明如下：

$B(\varphi)$ ：從赤道起算之子午線弧長

$N$ ：主垂線曲率半徑

$t = \tan \varphi$ ：輔助值

$\lambda_0$ ：中央子午線經度

$t = \lambda - \lambda_0$ ：經度差

$\eta^2 = e^2 \cos^2 \varphi$ ：輔助值

因  $N$ 、 $E$  座標乃與  $\varphi$ 、 $\lambda$  座標相對應，因此先獲取  $N$  座標後在計算  $E$ 。 $B(\varphi)$  的子午線弧長為由投影點位起算的橢球距離，並以下列展開式計算而得

$$B(\varphi) = \alpha[\varphi + \beta \sin 2\varphi + \gamma \sin 4\varphi + \delta \sin 6\varphi + \dots] \dots\dots\dots (5)$$

式中使用符號說明如下：

$$\alpha = \frac{a+b}{2} \left(1 + \frac{1}{4}n^2 + \frac{1}{64}n^4 + \dots\right) \dots\dots\dots (6)$$

$$\beta = -\frac{3}{2}n + \frac{9}{16}n^3 - \frac{3}{32}n^5 + \dots\dots\dots (7)$$

$$\gamma = \frac{15}{16}n^2 - \frac{15}{32}n^4 + \dots\dots\dots (8)$$

$$\delta = -\frac{35}{48}n^3 + \frac{105}{256}n^4 - \dots\dots\dots (9)$$

$$n = \frac{a-b}{a+b} \dots\dots\dots (10)$$

### 第三節 資料蒐集

因沙奇深度會因浪、流、暴雨、颱風、季風...等季節及天候因素影響而產生巨大變化，因此實地調查資料須考量時間因素，因此本案規劃 1 季辦理 1 次調查工作，以進行資料蒐集。本研究從 94 年即開始辦理沙奇深度調查作業相關工作。因人力及經費條件之限，計辦理 94 年度 2、4 季及 95 年度 1、3 季沙奇深度調查，調查資料已建檔完成，相關資料彙整如下。

#### 一、94 年第 2 季調查資料建置

94 年度第 2 季辦理 71 個港區沙奇深度調查，調查時間為 94 年 5 月 19 日至 6 月 27 日期間，調查範圍從臺東與屏東交界處沿屏東、高雄、臺南、嘉義、雲林、彰化、臺中、苗栗、新竹、桃園、臺北、基隆至宜蘭縣與臺北縣交界處；因該時間點調查表內容未臻完善，坐標項目尚未置入表中，5 月 19、25 日調查作業也未記錄測點水深，相關資料建置完成，彙整如表 3-4。

表 3-4. 94 年第 2 季實地調查資料彙整表

漁港	坐標	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
八尺門港		2.5	2.5	94 年 05 月 30 日	14:50
八斗子漁港		2.1	大於 10	94 年 05 月 30 日	14:30
八里渡船頭		0.5		94 年 05 月 25 日	10:50
下罟子漁港		1.9		94 年 05 月 25 日	10:25
大武崙漁港		1.5	4.5	94 年 05 月 30 日	15:50
水尾漁港		0.6		94 年 05 月 25 日	14:38
水濂洞漁港		1.8	3	94 年 05 月 30 日	13:44
卯澳漁港		2.1	3.9	94 年 05 月 30 日	10:30
臺北港		1.8		94 年 05 月 25 日	10:10
外木山漁港		2.5	3.2	94 年 05 月 30 日	15:40
石門漁港		0.9		94 年 05 月 25 日	13:50
東澳漁港		2.5	2.5	94 年 05 月 30 日	16:30
長潭里漁港		0.5	3.2	94 年 05 月 30 日	14:20
阿里荖漁港		0.5		94 年 05 月 25 日	14:00
南雅漁港		3	3	94 年 05 月 30 日	13:32

第三章 臺灣沿海沙奇深度調查

漁港	坐標	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
後厝漁港		0.8		94年05月25日	12:32
挖子港(福隆港)		1.2	2.8	94年05月30日	11:10
美艷山漁港		2	2.3	94年05月30日	11:25
蚊子港		1	2.7	94年05月30日	11:32
馬崗漁港		2.7	3.9	94年05月30日	10:45
基隆港(內港)		3	4	94年05月30日	15:10
望海巷漁港		1.8	3	94年05月30日	14:10
淡水渡船頭		0.5		94年05月25日	11:40
深奧漁港		3.2	5	94年05月30日	14:00
野柳漁港		1.8		94年05月25日	14:55
富基漁港		1		94年05月25日	12:52
萬里(馬鏈)漁港		2.5	3.7	94年05月30日	16:10
滬尾		0.5		94年05月25日	11:34
碧沙漁港		3.8	大於10	94年05月30日	14:40
鼻頭漁港		1	1	94年05月30日	13:20
澳底漁港		2	3.5	94年05月30日	11:20
龍形渡船頭		0.5		94年05月25日	11:06
龍洞南口遊艇港		2.5	3.1	94年05月30日	11:40
龍洞漁港		3.2	3.2	94年05月30日	12:10
龜吼漁港		3	4.5	94年05月30日	16:25
磺港漁港		2		94年05月25日	14:22
五甲漁港		0.2	0.5	94年06月13日	13:02
外埔漁港		0.6	0.8	94年06月02日	13:45
永安漁港		0.8	3.3	94年06月02日	11:33
竹圍漁港		0.8	4.7	94年06月02日	10:25
松柏漁港		0.5	1.3	94年06月13日	12:30
南寮漁港		0.7	3.5	94年06月02日	12:10
苑裡漁港		0.3	0.7	94年06月13日	12:02
海山漁港		0.4	1.2	94年06月13日	10:20
梧棲漁港		1.6	5.5	94年06月13日	13:50
龍港漁港		0.3	0.9	94年06月13日	11:20
龍鳳漁港		0.3	0.7	94年06月13日	10:45

沙奇盤海水透視度調查之研究

漁港	坐標	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
三條崙漁港		0.8	1.9	94年06月09日	16:30
王功漁港		0.5	1.2	94年07月05日	10:16
布袋漁港		0.8	2.5	94年06月09日	14:00
好美里漁港		0.8	2	94年06月09日	13:00
安平漁港		0.5	8	94年06月09日	10:00
東石漁港		1.0	3.2	94年06月09日	15:00
青山漁港		0.7	1.8	94年06月09日	11:00
將軍漁港		2	5.2	94年06月09日	12:08
箔子寮漁港		1.0	2.8	94年06月09日	16:00
興達漁港		2.2		94年05月19日	15:30
渡船頭		1.4		94年05月19日	13:30
西子灣		2.0		94年05月19日	13:00
山海漁港		大於 3.8	3.8	94年06月27日	10:45
旭海漁港		0.7	2.3	94年06月07日	11:22
枋寮漁港		1.5	3.5	94年06月27日	13:25
東港漁港		1	4	94年06月27日	14:45
南仁漁港		2	2.2	94年06月07日	12:37
南平漁港		0.8	2	94年06月27日	14:20
後壁湖漁港		1	3	94年06月07日	15:01
後灣漁港		大於 2.5	2.5	94年06月27日	11:10
射寮漁港		0.3	0.3	94年06月27日	11:40
海口漁港		1.5	大於 1.5	94年06月27日	12:20
港仔漁港		1	1.9	94年06月07日	11:49
興海漁港		2	2.6	94年06月07日	13:25

## 二、94年第4季調查資料建置

94年度第4季辦理84個港區沙奇深度調查，調查時間為94年11月8日至12月20日期間，調查範圍從臺東與屏東交界處沿屏東、高雄、臺南、嘉義、雲林、彰化、臺中、苗栗、新竹、桃園、臺北、基隆、宜蘭與花蓮縣；調查作業以手持式GPS辦理定位，紀錄經緯度，相關坐標資料已轉成TWD97系統並建置完成，彙整如表3-5。

表 3-5. 94 年第 4 季實地調查資料彙整表

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
八尺門港	327968	2783351	2.3	2.3	94 年 11 月 08 日	
八斗子漁港	329960	2782193	3	>8	94 年 11 月 08 日	
八里渡船頭	293891	2783469	0.5	1.2	94 年 11 月 15 日	10:30
下罟子漁港	288438	2781747	0.3	4.1	94 年 11 月 15 日	09:50
大武崙漁港	321344	2784468	3	3.5	94 年 11 月 08 日	
水尾漁港	315589	2790978	0.3	2.2	94 年 11 月 15 日	14:20
水濂洞漁港	337418	2779734	1.5	2.2	94 年 11 月 08 日	
卯澳漁港	350030	2767512	3	3	94 年 11 月 08 日	
臺北港	289140	2783143	1.5	>8	94 年 11 月 15 日	10:08
外木山漁港	323976	2783547	2.5	3.1	94 年 11 月 08 日	
石門漁港	307138	2798564	0.5	2.5	94 年 11 月 15 日	13:15
東澳漁港	319738	2788555	1.6	2.8	94 年 11 月 15 日	14:45
長潭里漁港	330851	2781712	1.9	3	94 年 11 月 08 日	
阿里荖漁港	311015	2797249	0.2	2.2	94 年 11 月 15 日	13:45
南雅漁港	339495	2779587	1.5	3.8	94 年 11 月 08 日	
後厝漁港	297658	2794417	0.4	4	94 年 11 月 15 日	12:35
挖子港(福隆港)	345876	2768516	2.8	2.8	94 年 11 月 08 日	
美艷山漁港	343218	2773747	3.2	3.2	94 年 11 月 08 日	
蚊子港	342379	2778490	3	3	94 年 11 月 08 日	
馬崗漁港	351103	2767674	2.8	2.8	94 年 11 月 08 日	
基隆港(外港)	326634	2783035	4	5.9	94 年 11 月 08 日	
望海巷漁港	330957	2781316	2.1	2.9	94 年 11 月 08 日	
淡水渡船頭	294260	2784620	0.5	7	94 年 11 月 15 日	13:35
深奧漁港	332807	2780576	3.1	4.2	94 年 11 月 08 日	
野柳漁港	319201	2788934	2	3	94 年 11 月 15 日	14:35
富基漁港	303824	2798347	0.6	2.6	94 年 11 月 15 日	13:00
萬里(馬鏈)漁港	320138	2785942	0.3	3.2	94 年 11 月 15 日	15:10
滬尾	293696	2785043	0.2	2.1	94 年 11 月 15 日	11:57



沙奇盤海水透視度調查之研究

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
碧沙漁港	329417	2782202	4	>8	94年11月08日	
鼻頭漁港	342297	2779880	4	4	94年11月08日	
澳底漁港	343557	2772553	2.1	2.1	94年11月08日	
龍形渡船頭	295660	2780468	0.6	3.2	94年11月15日	11:05
龍洞南口遊艇港	342603	2776928	3	3	94年11月08日	
龍洞漁港	342364	2774896	3	3	94年11月08日	
龜吼漁港	319365	2787667	1.5	3	94年11月15日	14:55
磺港漁港	315237	2791410	1	1.5	94年11月15日	14:05
漁人碼頭	291713	2786105	0.8	3	94年11月15日	12:10
五甲漁港	208054	2698293	0.2	0.4	94年12月14日	15:35
外埔漁港	226873	2727154	0.5	1.8	94年12月14日	13:13
永安漁港	251093	2764571	0.6	2	94年12月14日	10:45
竹圍漁港	274412	2778881	0.5	5.8	94年12月14日	09:42
松柏漁港	211202	2702462	0.4	0.6	94年12月14日	15:00
南寮漁港	242159	2748830	0.3	5.8	94年12月14日	11:20
苑裡漁港	214374	2706096	0.15	0.3	94年12月14日	14:26
海山漁港	240106	2739801	0.6	3	94年12月14日	11:54
梧棲漁港	201116	2687566	0.7	2.3	94年12月14日	16:20
龍港漁港	235550	2732566	0.3	2	94年12月14日	12:15
公司寮漁港	225434	2722935	0.2	0.4	94年12月14日	13:35
三条崙漁港	163216	2617410	0.35	1.9	94年11月29日	16:35
王功漁港	180939	2596282	0.2	2	94年11月17日	10:45
布袋漁港	163690	2587101	0.75	3.1	94年11月29日	14:50
好美里漁港	160625	2582310	0.8	2.2	94年11月29日	14:23
安平漁港	164188	2541301	1.85	<8	94年11月29日	13:00
東石漁港	162104	2594484	0.9	3.2	94年11月29日	15:30
青山漁港	156427	2565708	0.8	1.9	94年11月29日	13:40
將軍漁港	156635	2567987	1.1	5.2	94年11月29日	13:51
箔子寮漁港	162397	2613086	0.85	2.8	94年11月29日	16:15
興達漁港	168953	2530686	1.55	6	94年11月29日	11:45
渡船頭	174909	2502598	1.7	5	94年11月29日	10:30

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
西子灣	174726	2502098	1.9	5	94年11月29日	10:25
旗津渡船頭	174953	2501682	1	1.8	94年12月20日	15:15
山海漁港	220117	2432059	3	3	94年12月07日	10:51
旭海漁港	238890	2455440	0.5	1.7	94年11月22日	12:10
枋寮漁港	208089	2473744	1	5	94年12月07日	12:34
東港漁港	192200	2485157	0.5	4	94年12月07日	15:12
南仁漁港	238761	2443233	0.5	2	94年11月22日	13:30
南平漁港	193814	2483382	1	2	94年12月07日	14:57
後壁湖漁港	223726	2427504	1	1	94年11月22日	15:45
後灣漁港	218829	2438281	1	1	94年12月07日	11:10
射寮漁港	219762	2439851	0.2	0.5	94年12月07日	11:23
海口漁港	220534	2443752	0.5	2	94年12月07日	11:50
港仔漁港	238848	2448803	0.5	2.7	94年11月22日	12:40
興海漁港	233932	2430784	0.5	2.8	94年11月22日	14:20
大鵬灣	196507	2483317	1	4	94年12月07日	14:32
花蓮港	313740	2652282	2.8	<10	94年12月21日	12:39
椰子樹腳	309660	2636221	0.5	1.7	94年12月21日	11:26
大里港	343083	2761961	1.5	2.7	94年12月20日	12:49
大溪漁港	341227	2759619	1	3.5	94年12月20日	12:35
石城港	346015	2763886	1.8	3	94年12月20日	12:59
烏石漁港	334657	2751414	1.5	<10	94年12月20日	14:26
梗枋漁港	337949	2755555	1	3	94年12月20日	12:20
石梯漁港	301626	2599133	0.5	1.5	94年12月21日	10:35
粉鳥林	335377	2710437	2.8	2.8	94年12月20日	16:51
蘇澳港	337813	2720612	3.2	<10	94年12月20日	15:31

### 三、95年第1季調查資料建置

95年度第1季辦理74個港區沙奇深度調查，調查時間為95年2月9日至3月21日期間，調查範圍從臺東與屏東交界處沿屏東、高雄、臺南、嘉義、雲林、彰化、臺中、苗栗、新竹、桃園、臺北、基隆至宜蘭縣與臺北縣交界處；調查作業以手持式GPS辦理定位，紀錄經緯度，相關坐標資料已轉成TWD97系統並建

置完成，彙整如表 3-6。本季透視度調查表之詳細作業狀況及相關資料請見附錄二。

表 3-6. 95 年第 1 季實地調查資料彙整表

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
八尺門港	327960	2783351	2.2	2.2	95 年 02 月 09 日	14:42
八斗子漁港	331467	2782279	2.8	>8	95 年 02 月 09 日	14:05
八里渡船頭	293920	2783475	0.5	1.8	95 年 03 月 15 日	14:12
下罟子漁港	288408	2781754	1.2	1.7	95 年 03 月 15 日	14:58
大武崙漁港	321345	2784465	0.9	3.8	95 年 02 月 09 日	16:37
水尾漁港	315643	2790926	1.6	2.8	95 年 03 月 15 日	10:43
水濂洞漁港	337419	2779639	0.8	3.8	95 年 02 月 09 日	13:23
卯澳漁港	350042	2767510	1.7	3.8	95 年 02 月 09 日	10:37
臺北港	289163	2783153	2.5	>7	95 年 03 月 15 日	14:36
外木山漁港	323990	2783541	1.8	2.8	95 年 02 月 09 日	16:26
石門漁港	307082	2798580	1.8	1.8	95 年 03 月 15 日	11:22
東澳漁港	319736	2788550	2.5	2.5	95 年 03 月 15 日	10:09
長潭里漁港	330816	2781595	1	2.7	95 年 02 月 09 日	13:57
阿里荖漁港	311066	2797197	1.9	2.6	95 年 03 月 15 日	11:12
南雅漁港	339480	2779256	1.4	3	95 年 02 月 09 日	13:16
後厝漁港	297659	2794414	1.9	4.2	95 年 03 月 15 日	11:54
挖子港 (福)	345879	2768501	1.2	2.7	95 年 02 月 09 日	10:25
美艷山漁港	343205	2773775	2.8	3	95 年 02 月 09 日	11:47
蚊子港	342342	2774887	2.5	2.7	95 年 02 月 09 日	12:57
馬崗漁港	351151	2767702	2	2.8	95 年 02 月 09 日	10:25
基隆港 (外)	326634	2783039	3	3.3	95 年 02 月 09 日	16:00
望海巷漁港	331030	2781304	1.8	2.9	95 年 02 月 09 日	13:49
淡水渡船頭	294255	2784621	0.8	3.6	95 年 03 月 15 日	12:45
深奧漁港	332810	2780570	3	5	95 年 02 月 09 日	13:38
野柳漁港	319354	2788840	3.5	3.8	95 年 03 月 15 日	10:19
富基漁港	303774	2798345	1.7	3.5	95 年 03 月 15 日	11:34
萬里 (馬鏈)	320236	2786060	3.5	3.5	95 年 03 月 15 日	09:42
滬尾	293814	2785016	0.8	3.1	95 年 03 月 15 日	12:34
碧沙漁港	329423	2782202	3.5	>8	95 年 02 月 09 日	14:17

第三章 臺灣沿海沙奇深度調查

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
鼻頭漁港	342238	2780025	3.5	4	95年02月09日	12:30
澳底漁港	343541	2772553	2.5	4.8	95年02月09日	11:36
龍形渡船頭	295655	2780496	0.5	2.2	95年03月15日	13:41
龍洞南口遊	342592	2776941	1.9	3	95年02月09日	12:00
龍洞漁港	342363	2778466	3	3	95年02月09日	12:22
龜吼漁港	319402	2787619	3	3	95年03月15日	09:59
磺港漁港	315298	2791534	2	3.9	95年03月15日	10:49
漁人碼頭	291159	2786205	0.9	3.9	95年03月15日	12:20
五甲漁港	208246	2698256	0.8	1.5	95年03月21日	14:30
外埔漁港	226845	2727179	0.8	4.5	95年03月21日	12:10
永安漁港	251478	2764507	0.5	2.5	95年03月21日	10:20
竹圍漁港	274435	2778873	0.5	3.5	95年03月21日	09:15
松柏漁港	211207	2702367	0.8	2.8	95年03月21日	14:10
南寮漁港	242215	2748806	0.9	3.9	95年03月21日	11:00
苑裡漁港	214425	2706173	0.8	1.5	95年03月21日	13:35
海山漁港	240103	2739805	1	2	95年03月21日	11:25
梧棲漁港	201123	2687591	1.1	5.9	95年03月21日	15:00
龍港漁港	225432	2722932	0.5	1.1	95年03月21日	12:35
公司寮漁港	235548	2732560	1	1.5	95年03月21日	11:45
三條崙漁港	163200	2617398	0.8	1.2	95年02月16日	09:30
王功漁港	181205	2651635	0.3	1.2	95年03月21日	16:00
布袋漁港	163690	2587104	0.9	2.5	95年02月16日	10:50
好美里漁港	160657	2582283	0.8	1.5	95年02月16日	11:08
安平漁港	164199	2541304	1.8	>8	95年02月16日	13:20
東石漁港	162096	2594494	0.8	2.8	95年02月16日	10:25
青山漁港	156419	2565712	0.9	1.7	95年02月16日	12:30
將軍漁港	156627	2567969	1.2	5	95年02月16日	11:40
箔子寮漁港	162369	2613170	1.1	2.7	95年02月16日	09:50
興達漁港	168928	2530684	1.6	5	95年02月16日	14:10
渡船頭	174904	2502599	1.8	4	95年02月16日	15:30
西子灣	174733	2502083	1.7	4.9	95年02月16日	15:20
旗津渡船頭	174973	2501694	1.5	1.5	95年02月16日	15:50
山海漁港	220169	2432011	3.2	3.2	95年02月21日	12:05
旭海漁港	238876	2455438	2	2.5	95年03月08日	11:48
枋寮漁港	208004	2473812	1.5	2.8	95年02月21日	15:05

沙奇盤海水透視度調查之研究

漁港	坐標 N	坐標 E	透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
東港漁港	192226	2485182	2	4	95 年 02 月 21 日	16:50
南仁漁港	238752	2443231	1	3	95 年 03 月 08 日	12:32
南平漁港	193763	2483361	1.2	1.2	95 年 02 月 21 日	16:20
後壁湖漁港	223772	2427342	3	3	95 年 03 月 08 日	15:45
後灣漁港	218821	2438297	2.5	2.5	95 年 02 月 21 日	12:25
射寮漁港	219696	2439799	0.5	0.5	95 年 02 月 21 日	13:30
海口漁港	220535	2443765	1.5	1.5	95 年 02 月 21 日	14:40
港仔漁港	238862	2448819	1.5	3.5	95 年 03 月 08 日	12:06
興海漁港	233999	2430957	0.5	3.5	95 年 03 月 08 日	13:14
大鵬灣	196508	2483290	2.2	3.8	95 年 02 月 21 日	15:50

四、95 年第 3 季調查資料建置

95 年度第 3 季辦理 70 個離岸沙奇深度調查，調查時間為 95 年 9 月 4 日至 9 月 25 日期間，調查範圍為全國靠海縣市包括桃園、新竹、苗栗、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南、高雄、屏東、臺東、花蓮、宜蘭、臺北縣；調查作業以手持式 GPS 辦理定位，紀錄經緯度，相關坐標資料已轉成 TWD97 系統並建置完成，彙整如表 3-7。

表 3-7. 95 年第 3 季實地調查資料彙整表

縣市	坐標(TWD97)		透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
桃園縣	2759999.824	248127.145	1.84	4.85	95 年 09 月 08 日	09:07
桃園縣	2766386.167	250669.978	1.82	13.80	95 年 09 月 08 日	10:13
桃園縣	2770018.766	252897.083	1.25	18.45	95 年 09 月 08 日	10:57
桃園縣	2773709.957	259402.579	1.58	18.80	95 年 09 月 08 日	11:43
桃園縣	2777225.376	268931.311	1.44	5.25	95 年 09 月 08 日	13:24
新竹縣	2737052.984	235837.740	2.82	19.95	95 年 09 月 07 日	09:01
新竹縣	2740041.090	237588.655	2.27	18.95	95 年 09 月 07 日	09:41
新竹縣	2745782.939	239846.896	3.43	9.75	95 年 09 月 07 日	10:21
新竹縣	2750704.526	242687.554	1.85	11.45	95 年 09 月 07 日	10:50
新竹縣	2757817.224	246166.098	2.38	9.45	95 年 09 月 07 日	14:25
苗栗縣	2733202.101	233673.822	3.99	17.50	95 年 09 月 06 日	11:55
苗栗縣	2730088.620	229756.313	3.79	18.90	95 年 09 月 06 日	11:13

第三章 臺灣沿海沙奇深度調查

縣市	坐標(TWD97)		透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
苗栗縣	2724461.950	224038.159	2.83	7.15	95年09月06日	10:03
苗栗縣	2713984.901	218237.184	3.76	7.20	95年09月06日	09:26
苗栗縣	2706901.390	213774.411	4.37	19.90	95年09月06日	09:00
臺中縣	2682328.848	196287.991	2.59	15.55	95年09月04日	13:40
臺中縣	2688158.853	199887.987	2.37	6.20	95年09月04日	14:05
臺中縣	2678426.564	188735.048	0.74	12.30	95年09月04日	13:00
臺中縣	2694292.236	203890.674	2.47	19.85	95年09月04日	14:35
臺中縣	2699803.217	207500.188	2.64	18.80	95年09月04日	15:02
彰化縣	2674140.504	191580.386	0.74	5.80	95年09月04日	10:59
彰化縣	2669412.985	185850.235	2.28	14.50	95年09月04日	10:47
彰化縣	2675140.104	191720.390	0.75	5.65	95年09月04日	15:21
彰化縣	2657983.542	180321.160	1.32	7.85	95年09月09日	09:03
彰化縣	2647738.530	172771.916	0.85	6.80	95年09月09日	10:53
雲林縣	2608974.863	159572.287	0.51	3.30	95年09月19日	13:33
雲林縣	2621549.026	161715.583	0.75	10.50	95年09月19日	10:48
雲林縣	2634689.010	166270.598	0.51	5.40	95年09月19日	09:23
雲林縣	2633551.413	165090.395	0.75	19.70	95年09月20日	13:37
雲林縣	2617977.016	156419.614	0.73	11.30	95年09月20日	13:19
嘉義縣	2586139.268	156928.443	0.60	9.70	95年09月13日	12:48
嘉義縣	2590065.846	150920.923	1.09	8.20	95年09月13日	10:34
嘉義縣	2600153.853	152013.717	0.46	4.80	95年09月14日	13:42
嘉義縣	2605618.074	156200.820	0.69	9.80	95年09月14日	11:09
嘉義縣	2605382.525	152481.348	0.78	12.20	95年09月13日	09:06
臺南縣	2577332.456	152651.377	1.65	16.10	95年09月21日	11:19
臺南縣	2571320.551	150686.159	2.04	16.40	95年09月21日	10:51
臺南縣	2561642.860	150109.529	2.11	15.80	95年09月21日	10:07
臺南縣	2551593.679	150448.875	1.12	4.90	95年09月21日	09:43
臺南縣	2543358.675	157511.851	2.15	12.90	95年09月21日	09:17
高雄縣	2530620.556	164499.006	3.30	14.20	95年09月21日	11:23
高雄縣	2522875.024	166659.261	3.30	16.40	95年09月21日	12:44
高雄縣	2512806.401	170544.034	1.86	13.80	95年09月21日	13:15
高雄縣	2500620.123	174091.279	2.88	8.90	95年09月21日	13:41
高雄縣	2489828.970	183215.664	2.34	9.10	95年09月21日	14:10
屏東縣	2482940.827	192959.475	3.39	11.20	95年09月22日	09:03
屏東縣	2478522.837	199389.914	2.65	12.10	95年09月22日	09:46

沙奇盤海水透視度調查之研究

縣市	坐標(TWD97)		透視深度 (M)	測點水深 (M)	日期	時間
屏東縣	2472401.437	206696.631	3.70	7.70	95年09月22日	10:28
屏東縣	2463177.496	212562.523	5.54	18.60	95年09月22日	11:21
屏東縣	2446240.319	219422.362	7.25	14.10	95年09月22日	12:29
臺東縣	2585591.566	299532.485	1.36	7.60	95年09月25日	10:32
臺東縣	2555949.870	290519.340	5.45	18.80	95年09月25日	12:04
臺東縣	2538716.311	281319.309	2.32	11.80	95年09月25日	13:11
臺東縣	2518478.266	267939.880	2.38	6.80	95年09月25日	14:08
臺東縣	2470441.079	240269.964	0.94	5.20	95年09月25日	14:57
花蓮縣	2685515.900	326104.970	0.49	19.60	95年09月24日	11:12
花蓮縣	2659328.921	313824.195	0.67	19.80	95年09月24日	13:02
花蓮縣	2636766.018	311227.331	2.27	14.30	95年09月24日	14:46
花蓮縣	2622537.187	307572.802	2.05	12.30	95年09月24日	15:16
花蓮縣	2600238.966	302898.354	2.76	12.80	95年09月25日	09:31
宜蘭縣	2760447.805	343600.980	4.23	16.90	95年09月23日	12:24
宜蘭縣	2747177.657	334439.022	1.82	9.80	95年09月23日	13:34
宜蘭縣	2729028.369	336627.314	1.68	12.50	95年09月23日	14:47
宜蘭縣	2704998.568	333000.577	2.85	9.20	95年09月24日	09:36
宜蘭縣	2697559.766	330721.012	0.59	13.20	95年09月24日	10:15
臺北縣	2781804.895	283545.502	1.20	14.20	95年09月09日	09:33
臺北縣	2790619.090	293141.082	1.58	19.30	95年09月09日	10:41
臺北縣	2798675.415	306540.312	1.39	19.80	95年09月09日	11:48
臺北縣	2786385.181	321495.586	2.51	19.50	95年09月23日	09:08
臺北縣	2775150.516	343453.037	3.84	7.60	95年09月23日	10:36

### 第四節 沙奇深度與衛星影像迴歸成果

經獲取 MODIS 影像後，進行幾何與輻射校正處理，目的為獲取海面的反射值及將位置校正至正確的位置上。建立 MODIS 影像與沙奇盤觀測數據關係式為

$$\ln(SDT) = b_0 + b_1 \left( \frac{blue}{red} \right) \dots\dots\dots (11)$$

$$\ln(SDT) = b_0 + b_1 \left( \frac{green}{red} \right) \dots\dots\dots (12)$$

式中：

ln：取對數值

SDT：secchi disk transparency 即沙奇盤透視度

b<sub>0</sub>、b<sub>1</sub>：迴歸係數

blue、red、green：藍、紅、綠波段

95 年第 3 季共進行 70 個離岸沙奇調查點，因調查時間從 95 年 09 月 04 日至 95 年 09 月 25 日，配合蒐集的之衛星影像共計 7 張，影像日期為 95 年 09 月 03 日、95 年 09 月 05 日、95 年 09 月 08 日、95 年 09 月 13 日、95 年 09 月 19 日、95 年 09 月 22、日 95 年 09 月 28 日。

結合實地資料與衛星影像分析結果如圖 3-2。

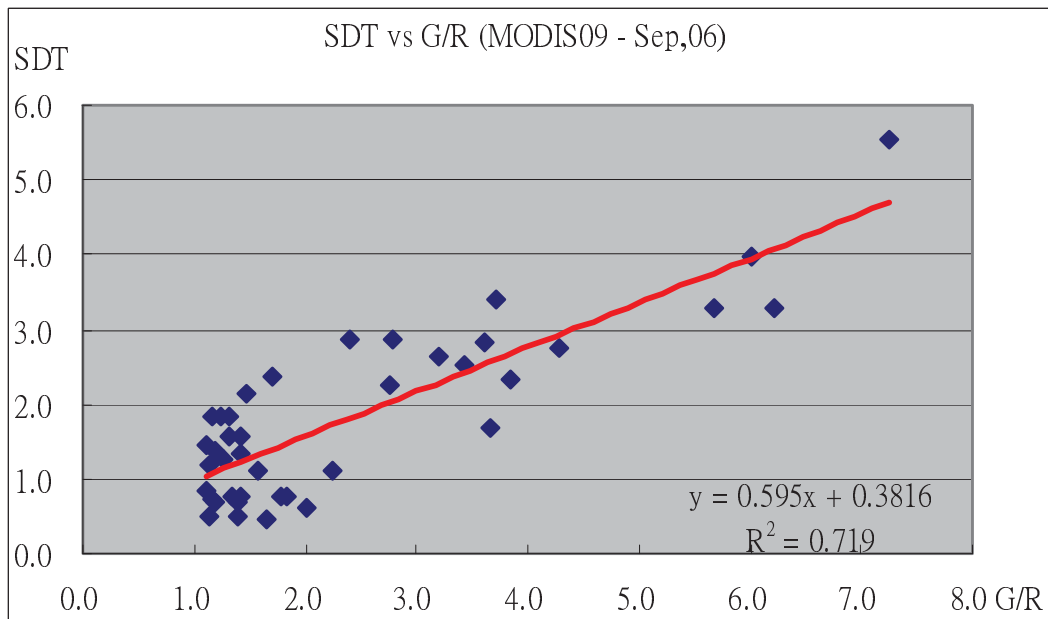


圖 3-2. 衛星影像結合沙奇深度迴歸成果



## 沙奇盤海水透視度調查之研究

本次推估關係式為  $y=0.595x+0.3816$ 。即可據以計算影像中其他位置之透視度狀況。

因國外目前針對此分析標的多為影響變因較少的湖泊，本次分析標的則為沿岸海域，所受的自然影響如飄沙、洋流、底質...等，勢必對分析成果造成巨大影響，經判讀部分沙奇盤調查點位成果有問題，因此本成果共取 40 個點位進行迴歸。

## 第四章 成果分析

### 第一節 近岸沙奇深度成果

#### 一、94 年第 2 季沙奇深度成果

由彙整表 3-4 發現沙奇深度最差測點出現於五甲漁港只有 0.2 公尺，最佳為臺北縣碧砂漁港可達 3.8 公尺，桃園至臺南除梧棲漁港（1.6 公尺）、東石漁港（1.0 公尺）、箔仔寮漁港（1.0 公尺）、將軍漁港（2.0 公尺）外，大部分港區沙奇深度皆低於 1 公尺，該範圍（臺灣西海岸中部區域）近岸特色為以泥沙為主體的潮間帶區域且潮差較大，依據現場調查所拍攝照片可見混濁之水體，初步推估底質與潮汐對於海水濁度有大影響，如此區域要以測深光達辦理水下地形測量，仍需進行更深入評估。透視度較佳為東北角與屏東部分區域，這些區域底質以岩石、卵石、砂為主，這些區域可初步推估適合引進測深光達來辦理，因東北角海域地形坡度較陡，測深光達能力是否可及，此又為另需考慮之因素，94 年第 2 季調查成果如圖 4-1。

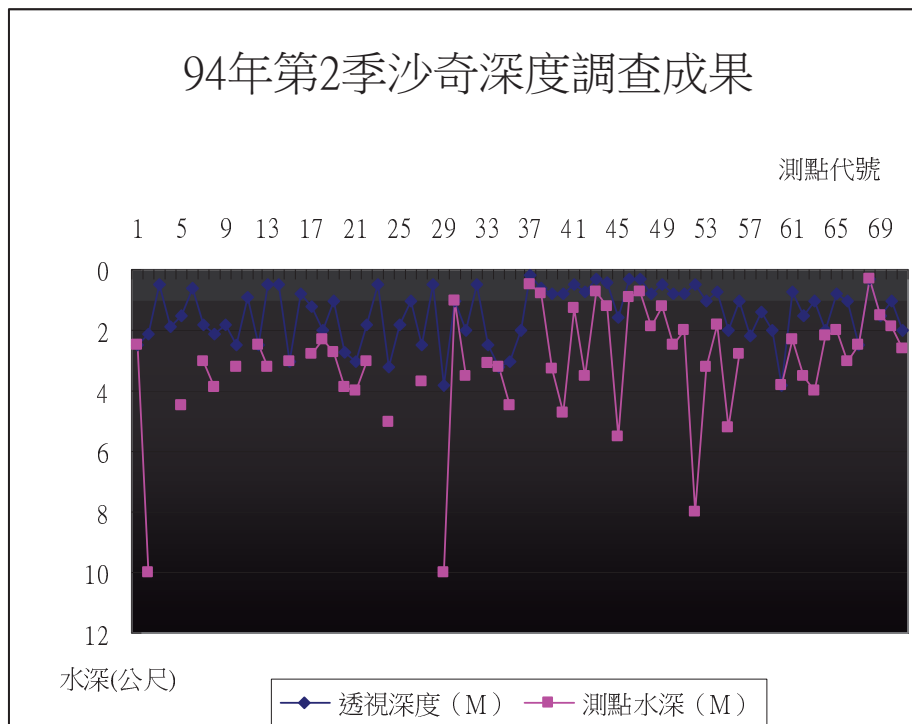


圖 4-1. 94 年第 2 季調查成果

## 二、94 年第 4 季沙奇深度成果

由彙整表 3-5 發現本季沙奇深度最差測點出現於阿里荖漁港、滬尾、五甲漁港、苑裡漁港、王功漁港、公司寮漁港及射寮漁港，皆只有 0.2 公尺以下，桃園至臺南除臺南市安平漁港（1.85 公尺）與將軍漁港（1.1 公尺）外，大部分港區沙奇深度皆低於 1 公尺。最佳為基隆港、碧砂漁港與鼻頭漁港，皆為 4 公尺，另八尺門港、卯澳漁港、美艷山漁港、挖子港、蚊子港、馬岡漁港、鼻頭漁港、澳底漁港、龍洞南口遊艇港、龍洞漁港、山海漁港、後壁湖漁港及後灣漁港，皆可見底，94 年第 4 季調查成果如圖 4-2。

在辦理 94 年第 2 季調查時，梧棲漁港、東石漁港、箔仔寮漁港、將軍漁港等地沙奇深度皆大於 1 公尺，本季卻只剩下將軍漁港的沙奇深度值大於 1 公尺，惟仍較 94 年第 2 季之調查值（2.0 公尺）為低，初步評估季節對於沙奇深度有影響。臺灣西部海域夏季西南氣流旺盛，吹西南風機會較高；冬季受東北季風影響，東北風較強且浪較大海象較差，致西部泥沙海岸濁度較夏季為高。臺灣東部、北部、東北部及南部海域沙奇深度調查值普遍較西部海域為佳，該區域有部分沙奇深度調查資料較差，原因係測點位於溪流出口，如八里渡船頭透視度調查只有 0.3 公尺，同時鄰近的臺北港透視度則有 1.5 公尺，可推估河川水質與沖刷會影響海水濁度，如此區域要以測深光達辦理水下地形測量，仍需進行更深入評估。

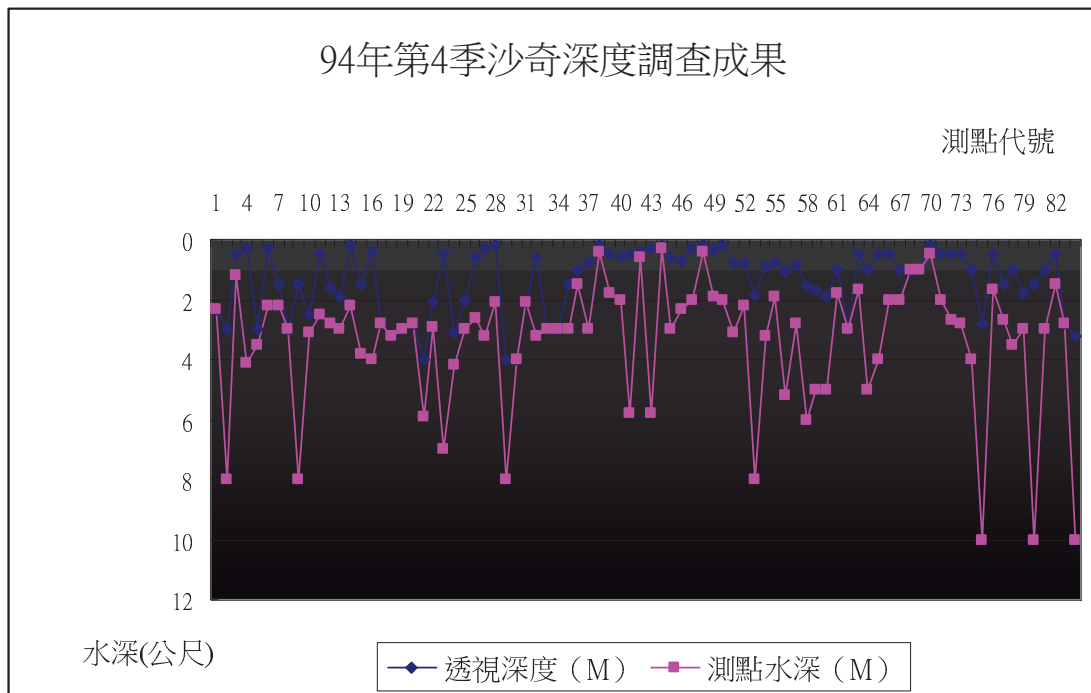


圖 4-2. 94 年第 4 季調查成果

### 三、95 年第 1 季沙奇深度成果

由彙整表 3-6 發現本季沙奇深度最差測點出現王功漁港，只有 0.3 公尺，桃園至臺南除海山漁港（1.0 公尺）、梧棲漁港（1.1 公尺）、公司寮漁港（1.0 公尺）、安平漁港（1.8 公尺）、將軍漁港（1.2 公尺）與箔子寮漁港（1.1 公尺）外，大部分港區沙奇深度皆低於 1 公尺。最佳為野柳漁港、碧砂漁港與鼻頭漁港，可達 3.5 公尺，另八尺門港、石門漁港、東澳漁港、萬里（馬鍊）漁港、龍洞漁港、龜吼漁港、山海漁港、後壁湖漁港、後灣漁港、射寮漁港及海口漁港，皆可見底，95 年第 1 季調查成果如圖 4-3。

在 95 年第 1 季調查成果發現，春季臺灣西部海域海水濁度普遍降低。在 94 年第 2 季（夏季）桃園至臺南間海岸有 4 個測點（梧棲漁港、東石漁港、箔仔寮漁港、將軍漁港）沙奇深度值大於 1 公尺，在 94 年第 4 季（冬季）只剩 2 個測點（安平漁港、將軍漁港）沙奇深度值大於 1 公尺，而本季有 6 個測點（海山漁港、梧棲漁港、公司寮漁港、安平漁港、將軍漁港與箔子寮漁港）沙奇深度值大於 1 公尺。臺灣西部海域區域要以測深光達辦理水下地形測量，春季是較合適的時間點，東北季風與西南氣流影響較小，海象較佳。

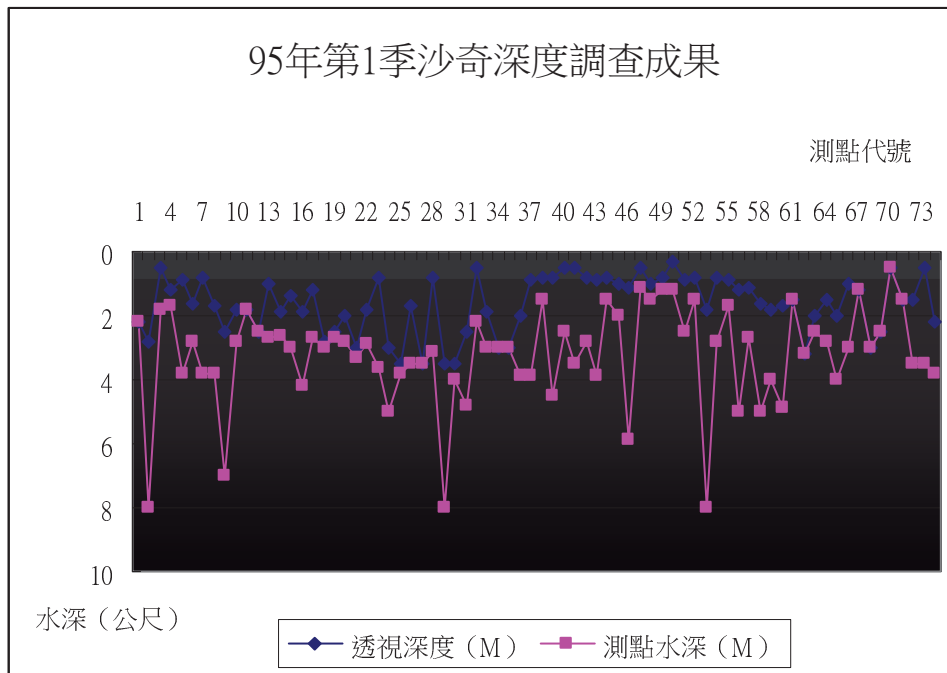


圖 4-3. 95 年第 1 季調查成果

## 第二節 離岸沙奇深度成果

### 一、95 年第 3 季沙奇深度成果

經由彙整表 3-7 發現本季透視度最佳的測點位於屏東縣（7.25 公尺），次佳者為分別為位於屏東縣（5.54 公尺）及臺東縣（5.45 公尺），經查看除了透視深度 7.25 公尺的點位是位於水深 14.1 米外，其他兩個點位均為於 18.6 及 18.8 公尺處。其次透視深度大於 4 公尺且小於 5 公尺的共計有 2 個分別位於苗栗縣（4.37）及宜蘭縣（4.23）；透視深度大於 3 公尺且小於 4 公尺的共計有 9 個點位；透視深度大於 2 公尺且小於 3 公尺的共計有 22 個點位；透視深度大於 1 公尺且小於 2 公尺的共計有 17 個點位；透視深度大於 0 公尺小於 1 公尺的共計有 17 個點位。由於本次作業最遠範圍為水深 20 公尺處，且調查區域遍及全國海域，因此初步判斷本季全國沿海範圍透視狀況並不算很好。全國性的透視深度分佈統計如圖 4-4。

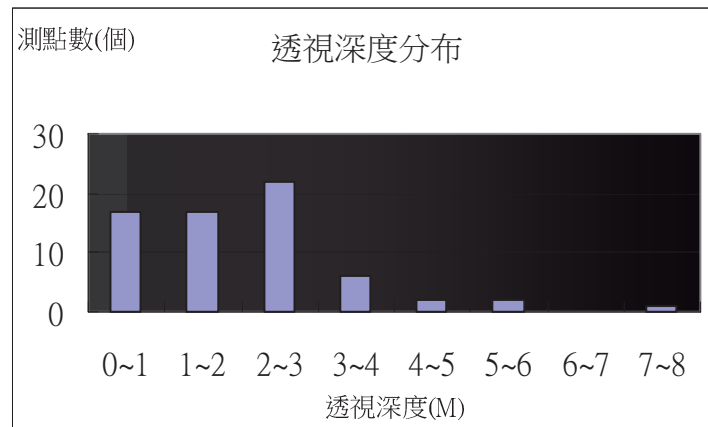


圖 4-4.透視深度分佈

本季沙奇深度調查由於為離岸調查，初步推測受到沿岸河口及沙岸區之底質狀況影響應相對較小，因此本季透視度狀況普遍較佳，然於臺中、彰化、雲林、嘉義、臺東、花蓮、宜蘭縣出現部分點位沙奇深度未達 1 公尺，地域分佈於臺灣冬、西岸，因此應非受到沿岸影響，另查與水深並無明顯關係，因此應非整體海洋環流影響。然由圖 4-5 發現，桃園、雲林、嘉義縣之沙奇深度均未達 2 公尺，為全國透視度平均較差之區域。若以東、西岸進行初步劃分，西岸狀況以苗栗縣為最佳、臺北縣與新竹縣及臺中縣次之、桃園縣及臺南縣稍差、彰化縣及雲林縣與嘉義縣最差；東岸透視度以屏東縣為最佳、宜蘭縣及臺東縣均於水深較深處

有較佳的透視狀況，然宜蘭縣及臺東縣其他點位與高雄縣透視狀況則相差不大，而花蓮縣透視度狀況最差且於水深較深點位之透視狀況反而最差。

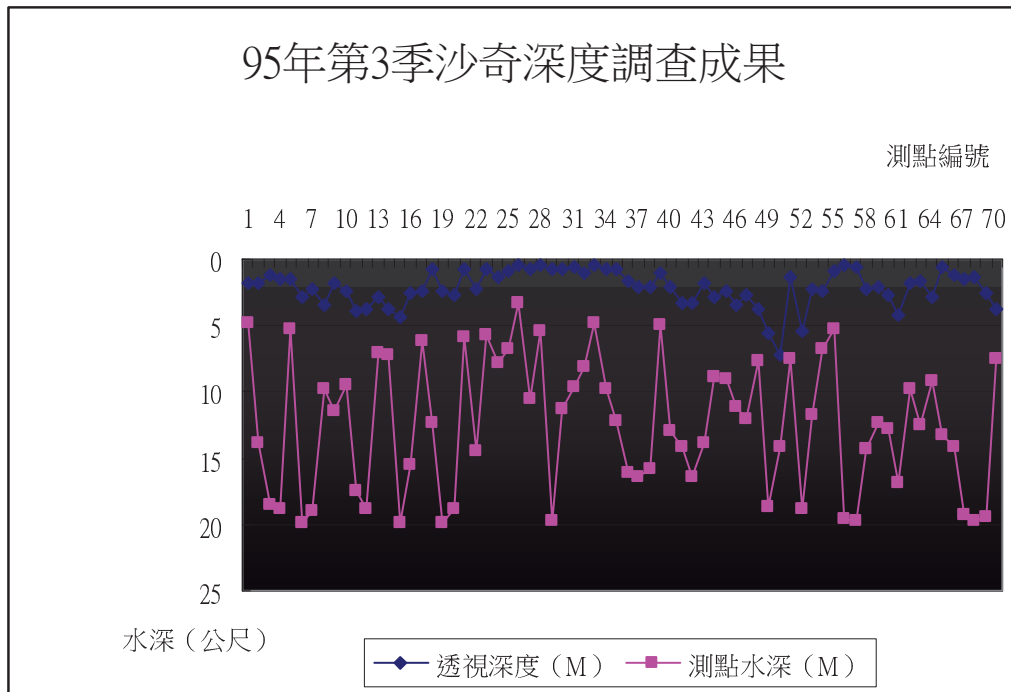


圖 4-5. 95 年第 3 季調查成果

## 二、配合中山大學進行調查

本研究為調查近岸與離岸沙奇深度變化，與國立中山大學海科中心（薛憲文教授）合作，於 95 年 5 月 3 日配合該中心研究出船時隨船辦理離岸沙奇深度調查。在研究船出海前於高雄西子灣渡船頭先辦理 1 次沙奇深度調查，測點水深為 4.9 公尺，沙奇深度為 1.0 公尺；船隻離岸後再辦理 1 次作業，測點水深 22 公尺，沙奇深度 7 公尺，調查作業情形如圖 4-6。



圖 4-6.配合中山大學研究案辦理離岸沙奇深度調查

### 三、影響沙奇深度因素

由調查成果得知，離岸所測得沙奇深度遠較近岸為深，其影響結果因素可分幾個部分來闡述：

- (一) **測點水深因素**，該區域泥沙性質底質較不會受海水表面流與海象影響，導致海水較為清澈，近岸底質則受上述因素影響，造成所測沙奇深度較離岸為淺。
- (二) **水體污染因素**，離岸海域水體受陸域污染因素影響較小，如溪流沖刷、污染排放等，加上海流的流動與稀釋作用，讓陸域污染因素與海水透視度關聯降低，而測得較深之沙奇深度。
- (三) **潮汐因素**，臺灣西部近岸海域因坡度緩且潮差較大，漲退潮影響範圍極大，潮汐作用造成海水與底質交互作用，增加近岸海水濁度，導致所測沙奇深度較離岸為淺。



#### 四、辦理測深光達引進評估注意事項

離岸所測沙奇深度資料雖然較近岸為高，但其成果要應用於測深光達作業評估，仍有兩個部分需加以注意：

- (一) **沙奇深度與水深比**，測深光達可以透視的深度約為沙奇盤深度之 2 至 3 倍，其測深能力在清澈水域下測深範圍為 0.5 至 70 公尺，所以沙奇深度與水深比大於 3 或水深高於 70 公尺，沙奇深度調查並無意義。
- (二) **底質與下層海流作用影響**，離岸水深較深區域進行沙奇深度調查所視深度只能判斷沙奇盤與水面（上層）之水體濁度，對於沙奇盤至海床（下層）之水體尚無資料可供檢視，若該範圍水體受底質與下層海流作用影響，其濁度與上層差異太大，會產生誤判，可能需選定幾個訓練區測試，以提供各測點資料修正。

### 第三節 衛星影像分析結果

因 MODIS 衛星影像來源費用低廉，且其軌道設計可在 2~3 天左右即拍攝臺灣一次，雖其影像解析度較粗，然對於全臺灣整體海域的分析而言，較為合適。

MODIS 影像經取得 MOD09 產品、座標轉換、獲取對應實測沙奇深度之衛星影像網格之反射值、代入第三章公式 (11)，獲得之迴歸成果如第三章圖 3.2 所示。

再由上述迴歸式及配合沙奇調查時間 MODIS 衛星影像，可獲致所分析之臺灣周圍海域透視度狀況 (圖 4-7) 成果。由此透視度分佈圖可發現，在臺灣西岸由臺北縣 (基隆市以西部分) 至嘉義縣之近岸區域，透視度狀況為沿著海岸線呈帶狀分佈，且值域由 1~2 公尺漸次增加，其中臺北、桃園、新竹向外海約為 3~5 公尺之間；苗栗、臺中、彰化、雲林向外海，則略成有層次地分佈，值約 5~7.5 公尺。而嘉義、臺南、高雄、屏東之近岸透視度狀況雖然較佳，然而卻呈現相當不規則之分佈，其值域往外海並無增加的傾向，但透視度值域 3~5 公尺之分佈，發現約略呈現帶狀分佈，且與海岸距離約略相等；臺東、花蓮、宜蘭呈現狀況亦相當不規則，且透視度狀況變動較大；而以臺北縣 (基隆市以東部分) 海域之透視度狀況呈現最為一致的情形，但透視狀況僅由 1~2 公尺範圍。

因影響透視度狀況最為明顯的應為近岸之河川、泥沙、底質、環流狀況，由臺灣西岸之透視度狀況呈現之帶狀分佈，似為西岸為沙岸地質之緣故。然臺灣東岸為岩岸，應可去除水體底質影響，然透視狀況不佳，應可能為太平洋流及環流影響劇烈造成之水體運動之結果。而臺南、高雄、屏東外海透視度狀況較近岸差，且數值亦有突然下降趨勢，其透視度 0~1 公尺之範圍，所涵蓋之區塊亦可約略發現為一近如帶狀分佈，初步判斷似受到南大陸洋流影響。

本成果所使用的分析對象為衛星影像，故分析呈現的成果即以網格式的分佈表現，但卻會使成果呈現不甚合理狀況，因海域水體透視狀況應有連續變化情形，不應發生相近區塊透視狀況卻相差 2~3 公尺的情形始為合理。另外，本次分析成果採用之衛星影像為單張單日，雖可避免因拼接不同日期衛星影像可能產生的差異，若以長時間序列分析，其影響變因之探討 (如：影像輻射值、大氣、海水水體之變異) 仍尚待增加更多影像分析方可獲得，因此本成果僅可作為初步參考。



圖 4-7. 臺灣周圍海域透視度概況

## 第五章 資料展示與研發

### 第一節 沙奇深度資料查詢系統

美國地質測量機構 (U.S. Geological Survey, USGS) 為針對沙奇深度調查成果已針對不同調查作業製作以空間為查詢基準之沙奇深度展示系統，該系統藉由圖上索引位置，並將各點位之編號、取樣日期、水體名稱、濁度、溫度、PH 值等資料下方表格，作為一公開於相關使用需求之查詢平台，如圖 5-1 為維吉尼亞州 2004 年之水體監測成果。

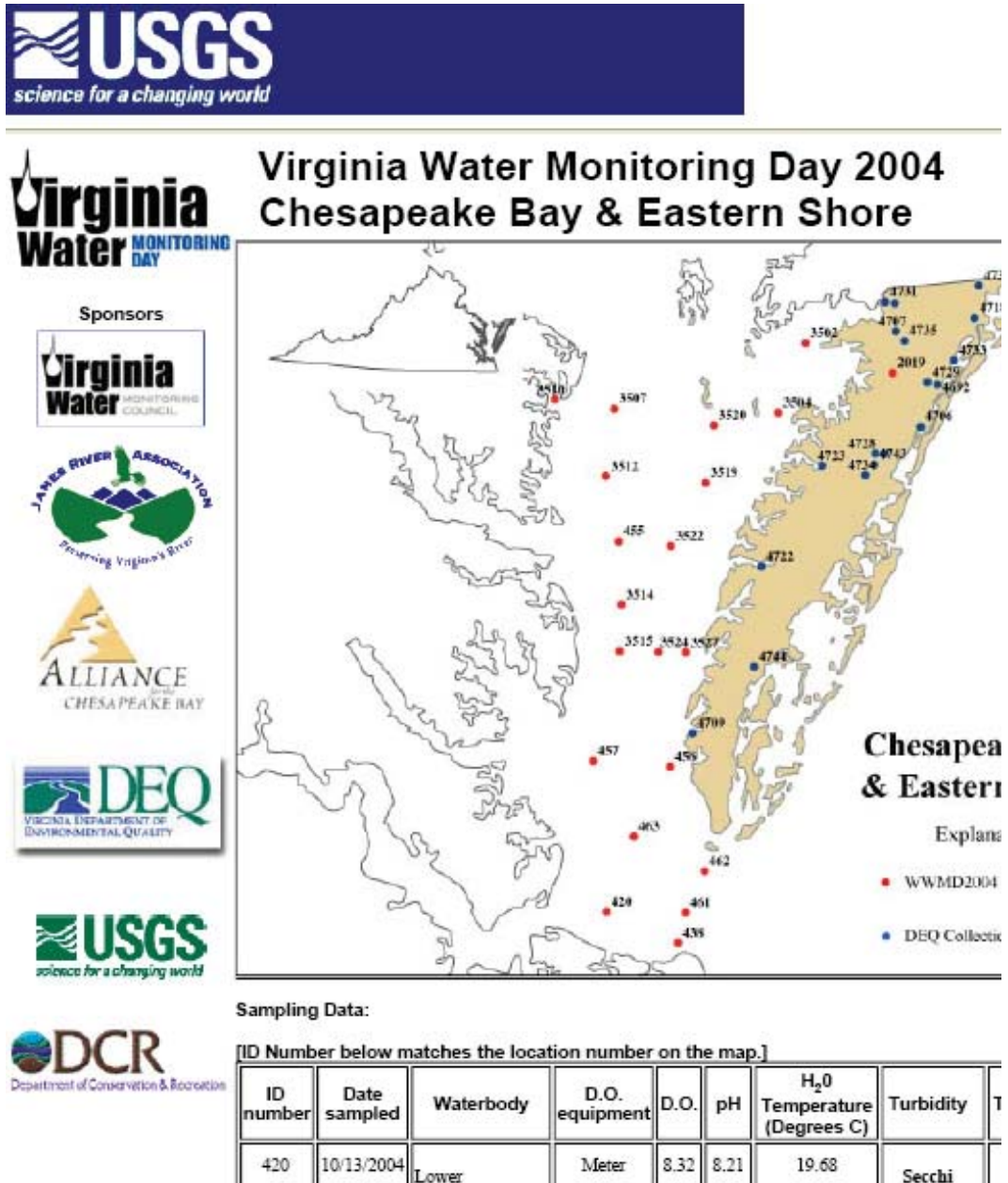


圖 5-1. USGS 水體監測系統

([http://va.water.usgs.gov/wqday\\_04/vawqd\\_04es\\_bay2.htm](http://va.water.usgs.gov/wqday_04/vawqd_04es_bay2.htm))

本研究已調查以西海岸為主之臺灣四季各一次沙奇深度成果，為將所蒐集資料以視覺展現方式提供使用者查詢，現階段已完成沙奇深度資訊查詢系統雛型建置工作，並將所蒐集資料匯入該系統中，本查詢系統為方便使用者可於最短時間查詢到所需資訊，畫面設計以簡單、易懂、操作容易為重點。圖 5-2 為查詢系統首頁。

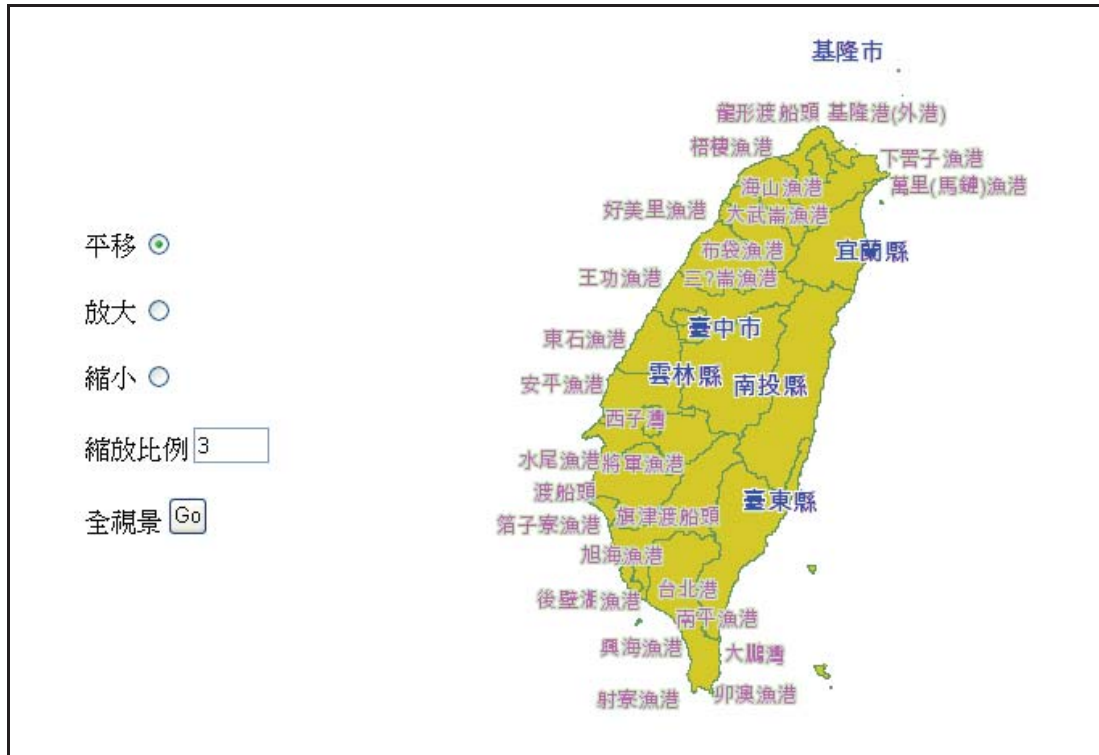


圖 5-2.查詢系統主頁

### 一、首頁視窗

在首頁右方展示臺灣略圖，圖中標示縣市與港口名稱，使用者只要點選港口名稱，即可查詢該港口沙奇深度資訊。另於畫面左邊有幾個選項（平移、放大、縮小、縮放比例與全視景）供使用者依需求點選使用，在此，將各選項功能做簡單描述。

- (一) 平移：點選平移選項，可將畫面以滑鼠上、下、左、右移動，以提供使用者最需要之畫面位置。
- (二) 放大：點選放大選項，可將原畫面或已縮小畫面放大，透過滑鼠、鍵盤操作，提供使用者最需要之畫面位置。
- (三) 縮小：點選縮小選項，可將原畫面或以放大畫面縮小，透過滑鼠、鍵盤操作，提供使用者最需要之畫面位置。
- (四) 縮放比例：以鍵盤載入縮放比例，可將畫面依所鍵比例展現，提供使用者最需要之畫面大小。
- (五) 全視景：點選全視景選項，畫面將回復原始設定畫面。

### 二、查詢資料內容

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

現階段可查詢資料內容畫面包含 2 個部分，在畫面左側為辦理沙奇深度調查測點位置圖，右側為調查資訊，包含縣市、地點、測點水深、沙奇深度、測點坐標（TWD97 系統）、調查日期於調查時間，另外為讓使用者不須回主畫面即可查詢其他測點沙奇深度相關資訊，於右上角建立一下拉式選單，提供其他測點資料查詢，如圖 5-3 所示。



圖 5-3.單點調查資料查詢內容

除單點調查資料展示之外，並提供依據縣市別查詢跨年度之沙奇深度及觸底深度資料，較清楚地提供給使用者針對所需要的地域，查詢不同季節時之透視度狀況。但因本研究目前無經費來源，沙奇盤相關設備由研究人員自行以廢物利用製作而得；加上人力吃緊，故實地調查並無法於每年之每一季進行。圖 5-4 展示臺中縣及彰化縣之沙奇深度成果。

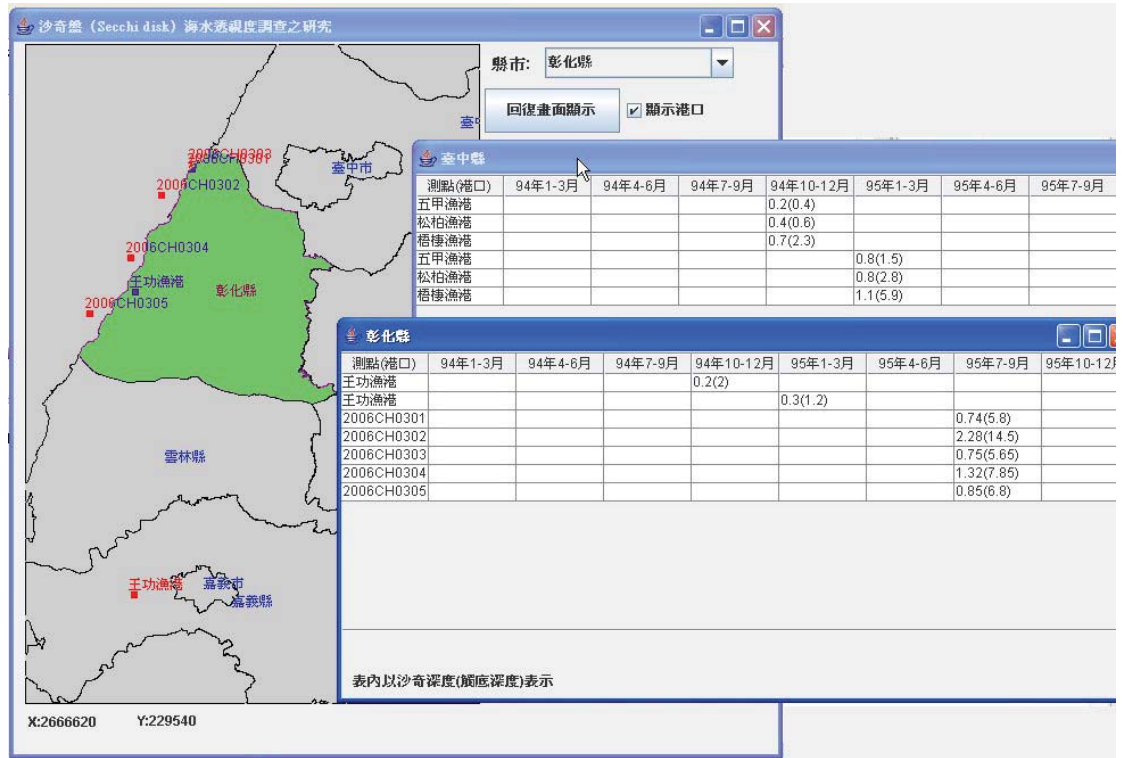


圖 5-4. 縣市調查資料查詢內容

### 三、資料庫

經考量所蒐集之資料內容，設計之資料庫欄位包括編號、港口、調查點位所在縣市、調查點位座標、透視深度、觸底深度、調查日期、調查時間，資料庫設計如圖 5-5。

由於資料庫內設計之欄位一般以英文為主，而本研究分析之對象亦以縣市區分，故將相關地名譯音依據行政院九十一年八月二十二日院臺教字第 0910042331 號函備查「中文譯音使用原則」規定，以便於日後使用。又為了資料庫設計上的簡便，採用將 Taiwan 縮寫為 TW 的原則，將臺灣臨海縣市縮寫如表 5-1 表示之。

表 5-1. 地名縮寫原則

縣市別	英文縮寫	縣市別	英文縮寫
臺北	TP	嘉義	CI
桃園	TY	臺南	TN
新竹	HC	高雄	KH
苗栗	ML	屏東	PT
臺中	TC	臺東	TT
彰化	CH	花蓮	HL



沙奇盤海水透視度調查之研究

雲林	YL	宜蘭	IL
----	----	----	----

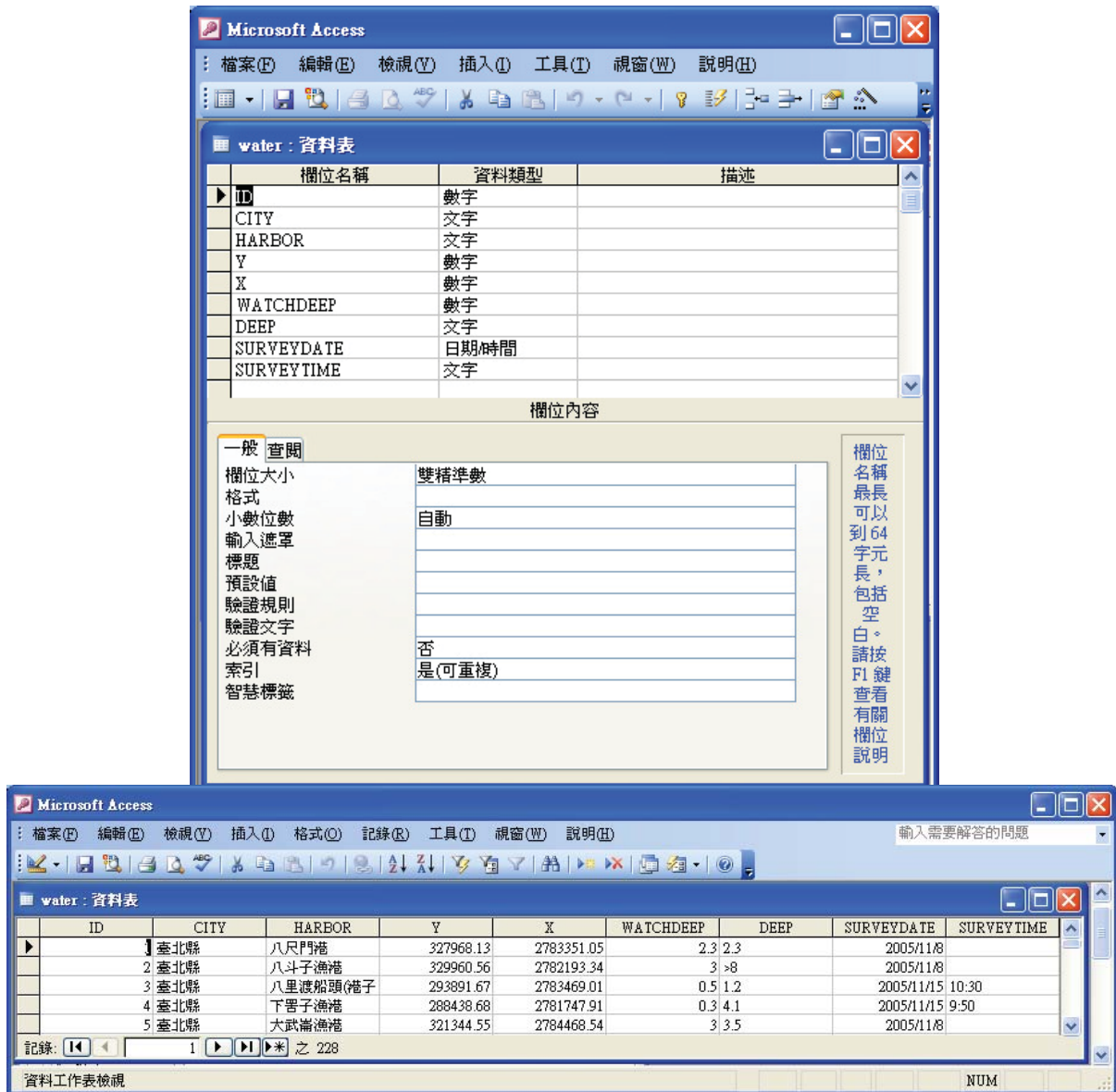


圖 5-5. 資料庫設計

## 第二節 沙奇深度調查設備研發

以沙奇盤調查沙奇深度資料係以肉眼判讀透視度數據，雖然以重複讀數並限制作業時間以減低人為誤差，惟不免受人為主觀因素影響，根據中華民國 87 年 6 月 11 日 (87) 環署檢字第 0037650 號公告「水體透明度測定方法」，描述辦理沙奇深度調查，有 5 種因素會對調查成果造成干擾：

- 一、光線過暗會影響能見度，以上午九時至下午三時間量測較為適合。
- 二、水面有波紋影響能見度時，不宜量測。
- 三、由於風浪、暴雨、洪水或施工等不尋常因素所造成之混濁，不宜量測，如必須量測，應將異常現象，詳細記錄，供日後參考。
- 四、水面陽光反射過強影響視線時，應背對太陽在身影或船影下，儘量接近水面垂直觀測。
- 五、量測人員視力不佳時，應矯正至正常視力，但不可戴太陽眼鏡。

因此沙奇深度調查作業仍有改善空間，為能更精確獲取沙奇深度調查資料，有必要研發相關較客觀且標準一致之透視度調查設備及方法，希望藉由約制各項外在條件（如日照條件、水面波紋……等），運用光學影像記錄設備來提升沙奇深度調查精度，本章節之研究先行對沙奇深度調查誤差作一歸納分析，以了解各項誤差對沙奇深度調查的影響程度，進而設計一套影像式沙奇深度調查法來消除或減低各項外在環境及人為主觀判斷上可能之誤差，目前已購置相關零組件，並進行光學系統之測試及率定，以了解各項所用設備的範圍及限制，以利進行本項設備研發。

本研究以數值照相方式記錄沙奇盤水下之影像，取代人眼之觀察，拍攝所得影像檔不但可忠實記錄觀測時之情況，亦可以對水中沙奇盤上反射之亮度值進行計算及分析等優點，所以針對本次使用目的選擇一可靠性較高之光學影像系統是必要的，並就一般光學系統常見的問題及限制（如：景深問題、測光與曝光問題、光圈限制、感光元件噪訊比）更進一步了解其特性，以避免日後實際測試時上產生極大的系統誤差。

針對光學系統的測試，搭配儀器設備及相關影像處理計算程式進行檢校，介紹如下：

### 一、灰卡：

如圖 5-6 係專為攝影需要所設計的一塊 8×10inch（或 4×5 inch）厚約 3mm 之硬紙板，其中一面是中灰度無彩色，另一面則是純白。灰色面反射率為 18%

( $\pm 1\%$ )，白色面反射率為 90%，灰卡有多方用途，彩色或黑白攝影皆適用，可用來決定曝光值、檢校測光錶、色彩平衡。



(圖 5-6. 柯達灰卡)

## 二、Q-14 灰階卡：

如圖 5-7 為一塊 14inch×3 inch 的紙卡，上面印有 20 個不同的灰階，標示為 0~19，其反射率為 89.1%~1.1%，兩個灰階間差值為 1/3 個曝光值 (EV)，可利用此卡檢測攝影系統曝光是否正常，曝光動態範圍，檢查感光元件之 Gamma 值是否合理。



(圖 5-7. 柯達 Q-14 卡)

## 三、照度計：

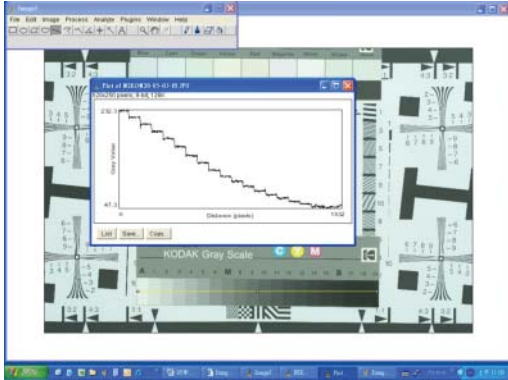
LX-101 照度計為一簡便之照度測量工具，使用高精度的照度感應器及濾光鏡片，並符合國際規範 C.I.E 標準光譜功率，採分離式感應器，測量範圍 0~50000LUX (照度)  $\pm 5\%$ ，已足敷本研究於日光環境下使用，如圖 5-8。



(圖 5-8. 實際照度為 59500Lux)

#### 四、影像處理計算程式：

採用 ImageJ 軟體，是一個免費的共享軟體，該軟體有諸多優點，如：快速計算選定區域之統計直方圖，量取選定之任一條剖面線的灰度值，並可將所有統計分析結果輸出成純文字檔供後續數值分析使用，如圖 5-9。



(圖 5-9. ImageJ 軟體，Q-14 卡各色階之灰度值剖面顯示畫面)

#### 五、MTF：

傳遞函數值 MTF (Modulation Transfer Function) 一般常指成像系統對特定空間頻率之物體轉移對比能力，該值包含了「解析度」與「對比」的意義。其計算公式如下：

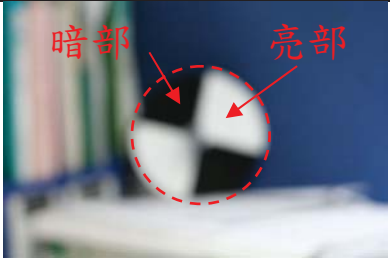




$$\text{對比 (調制度) \%} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100\%$$

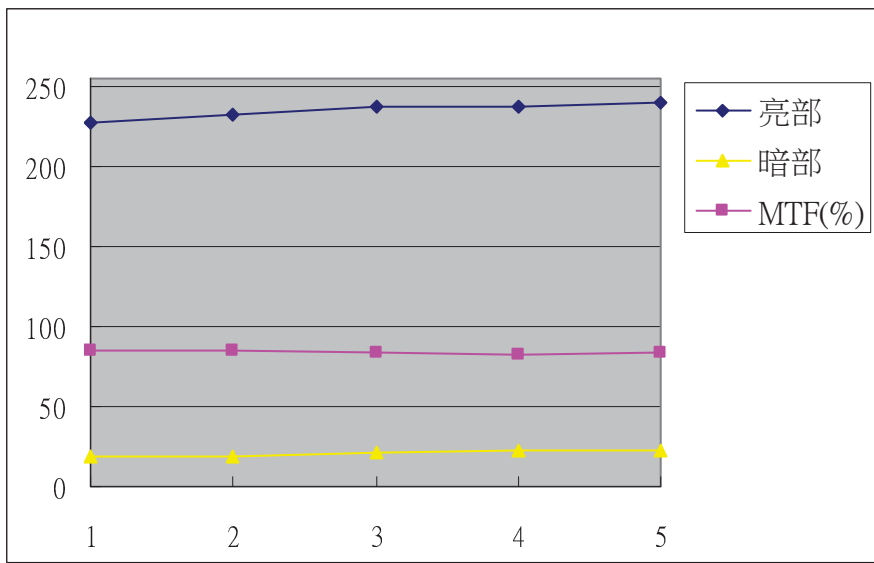
本研究著重於 MTF 在影像對比的意涵，而非一般光學系統所指之成像空間解析力，畢竟針對沙奇盤上低頻的黑白目標，於近距離 (約 10m) 內拍攝，由取得影像中辨識沙奇盤形狀大小十分容易，縱使出現嚴重失焦 (defocus) 情形 (如表 5-2) 對 MTF 的計算似乎不構成影響 (<1%)，利用相機取得沙奇盤於不同海水深度的影像，並就盤上亮部及暗部求出 MTF，並可建立水深與 MTF 關係模型。如此，以影像 MTF 計算方式推估沙奇深度的新方法變為可行。

表 5-2. 不同失焦條件下對 MTF 計算的影響

編號	鏡頭上物距設定 (cm)	暗部	亮部	MTF (%)	備註

沙奇盤海水透視度調查之研究

1	45	19	227	84.5528455		
2	80	19	233	84.9206349		
3	120	21	237	83.7209302	以相機自動對焦，且以此為測光之標準	
4	5000	22	238	83.0769231		
5	無限遠	22	240	83.2061069		
<p>數據分析</p> <p>AVERAGE= 20.6 235 83.8954881</p> <p>STDEV= 1.36 4.6 0.7292202</p>						
<p>使用相機：Canon Kiss-N 820 萬畫素 DSLR</p> <p>鏡頭：Canon EF 50mm /f1.8</p> <p>曝光值：<u>@f/4@1/60sec</u></p> <p>ISO: 800</p> <p>B/W: Aauto</p>						



### 第三節 Sensor Web 應用規劃

Sensor Web 可為多功能地球空間感應器資訊分享系統提供基礎資料,透過該系統不但可以監測環境,甚至可針對歷史資料進行分析作為事先的預防。它的方式為利用佈設於地球表面的偵測設備,包括量測氣溫、氣壓、濕度、坐標等功能的微小巧妙的感應器,透過無線訊號傳輸及連繫,執行廣泛的環境監視工作,提供即時性、全面性、連續性和多重狀態的觀測資訊,並從所蒐集的大量資料中萃取出有用的資訊或知識,藉以監視、瞭解進而掌握環境生態演變。Sensor Web 具有價廉、微型、快速、裝置簡單等特性,且有擴充功能,結合快速的計算設備與無線網路存取系統,將成為未來監測技術新趨勢,Sensor Web 之架構如圖 5-10 所示。

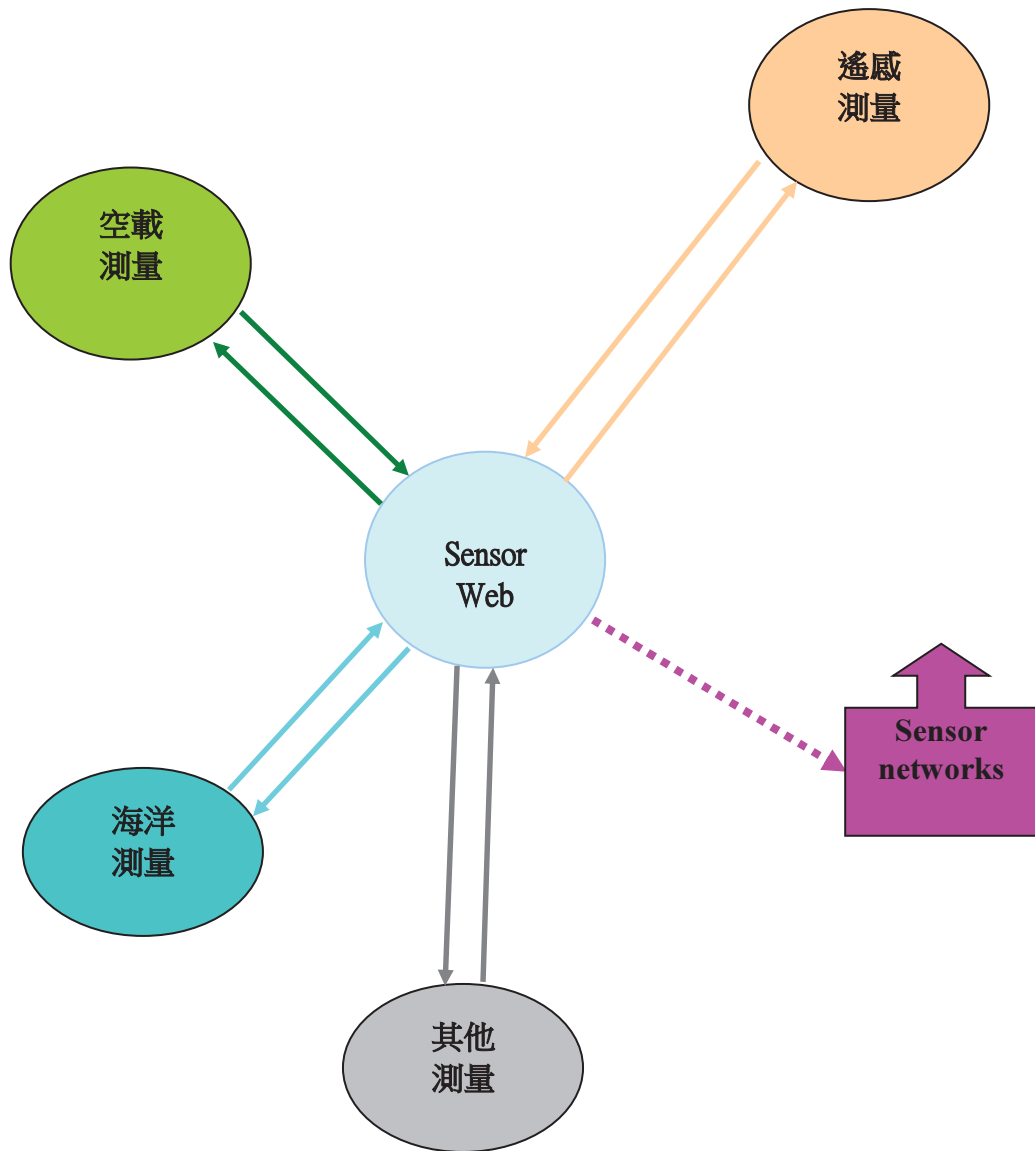


圖5-10. Sensor Web架構圖

Sensor Web 技術已廣泛應用於交通、治安、氣海象監測等領域，藉由遠端遙控與資料接收，即時獲取所需資訊。本研究係預先規劃將 Sensor Web 技術應用於沙奇深度調查工作。目前實地沙奇深度調查作業係需派人至實地調查，再將調查資料攜回建檔與分析，所蒐集之資料只有單點與單一時間，對於分析研究取樣數恐尚顯不足。未來如能以第二節研發之設備與 Sensor Web 技術結合，透過散佈於不同空間之感應器蒐集海水透視度變化資料，即可獲致時間連續性資料，可進一步分析海水透視度線性變化差異，提供更完整的分析資料，以評估該區域是否有引進測深光達辦理海域地形測量的可能性，或評估於某個時節辦理測量作業較適宜之正確決策。

降低成本與效能一直是政府部門努力的方向，應用 Sensor Web 技術於海水透視度調查，我們可預期會有減少人力之成本支出，藉由該技術取得資料持續蒐集、資料及時處理等效益。另外，多目標應用與亦是 Sensor Web 技術的加值目的，本研究規劃未來除應用於沙奇深度調查外，在有關海洋環境監測方面，可運用 Sensor Web 系統技術，將佈設於海洋及近岸的監測設備（溫度、潮汐、海流等），透過即時無線傳輸，將監測資料傳至 Sensor Web 伺服器彙整與分析，進而達到海洋環境監控目的，並進行資料倉儲分享，達成資料共享目的。



## 第六章 結論與建議

### 第一節 結論

- 一、建立民生活動最頻繁且地形變動最為劇烈之近岸（含潮間帶）海洋地形基本圖資，銜接並延伸陸域數值地形模型（DTM），提供政府政策研擬、決策分析、施政評估及其他公民營企業各種不同用途之參考，以有效的進行國土規劃及各類環境影響評估，並作為國土管理維護依據乃當急要務。
- 二、高精度高解析度的岸際及近岸地形資料的獲取，以往受限於近岸水深之傳統測量技術限制，不僅具較大之危險性且花費龐大又難以有效取得正確資訊。如經評估應用先進之空載測深光達技術可行，將可快速獲得完整精確的近岸地形資料，完整國土測量。
- 三、沙奇盤發明於 19 世紀，雖年份久遠，但因具備設備成本低廉及外業調查程序簡易之優點，且能快速地獲取水體透視度資訊，故本研究採用沙奇盤進行海水透視度之調查。經分析長期影響海水透視度改變之主因，即四季天候、海流變化及空間關係…等，本文於 94 年第 2 季、94 年第 4 季、95 年第 1 季、95 年第 3 季各進行一次調查，獲致台灣沿岸四季之完整成果。
- 四、沙奇深度扮演空載測深光達是否合適辦理近岸水深測量使用之關鍵，初步成果顯示，臺灣沿海地區沙奇深度差異極大，以西部中段（桃園-嘉義）沙奇深度最差，皆在 1 公尺以下，而潮間帶範圍又以臺中至臺南間較大，因此該技術用於此區域會受到極大之限制；東北部、東部沙奇深度尚佳，該區近岸區域有引進空載測深光達辦理測量的空間。
- 五、由 94 年第 2 季與第 4 季調查資料交叉比對，臺灣西岸冬季沙奇深度值較夏季為差，初步評估季節因素對於沙奇深度有影響。臺灣西部海域夏季西南氣流旺盛，吹西南風機會較高；冬季受東北季風影響，東北風較強且浪較大海象較差，致西部海岸泥沙濁度較夏季為高。

- 六、臺灣東部、北部、東北部及南部海域沙奇深度調查值普遍較西部海域為佳，該區域有部分沙奇深度調查資料較差，查係測點位於溪流出口，原因可能為河川水質與沖刷影響海水濁度，若此區域要以測深光達辦理水下地形測量，仍需再進行更深入之評估。
- 七、春季東北季風與西南氣流影響較小，海象較佳，臺灣西部海域海水濁度普遍降低，臺灣西部海域區域要以測深光達辦理水下地形測量，春季是較合適的時間點。
- 八、為提高衛星影像與沙奇盤實測數據之關連性，需事先取得衛星接收站提供衛星拍攝時程，以利安排沙奇盤外業調查工作與衛星攝像同時進行之規劃。然氣象變化極大，因此衛星影像拍攝以及沙奇盤外業作業當天仍受制於當天天候及雲霧狀況。其中衛星影像易受雲霧影響，難以在拍攝前確定攝像品質；而海上作業亦會受到海象及出海申請管制等因素，故同步觀測之成功達成之困難度相當高。本文因受制於經費短缺及人力不足，尚無同步的衛星影像掃瞄與沙奇盤調查同步的成果。
- 九、本研究中運用單日單張之 MODIS 衛星影像獲致全臺灣海域透視度成果，初步發現，近岸海域之透視度狀況以西岸較為穩定，然透視度不高，東岸透視度狀況變異甚大；向外海透視狀況以位於臺灣海峽之透視度最佳，向外海透視狀況以位於南大陸洋及西太平洋區塊較差。
- 十、因測深光達作業時間極短，又考量本分析成果受到衛星影像本身誤差及沙奇調查與衛星影像拍攝時間不同步致造成誤差無法完善改正，且本次僅對單日單張影像進行分析，所以僅提出作為測深光達引進之之初步參考，至於測深光達引進之可行度尚須更進一步分析更多各季同步資料之成果方可達成。
- 十一、經分析單日單張 MODIS 影像與沙奇調查成果關係，已有初步之迴歸成果。但因臺灣海域自然環境變化極大，相較於國外研究分析標的幾乎為自然環境變化極小的湖泊，因此本研究尚需針對臺灣海域之自然環流、尤其在臺灣海域近岸如河口等許多情形異於外國研究成果之變因待實驗、探討及

## 沙奇盤海水透視度調查之研究

分析。此外因本研究採用之衛星影像解析度較粗，進行影像分析時，容易受到單一網格涵蓋部分陸域部分海域範圍致無法進行分析，且可能在單一網格內海水透視度已產生變化，因此未來應以更細解析度之衛星影像進行分析，方可獲致更精確之分析成果。

## 第二節 建議

- 一、海域國土之調查應用為國家海洋政策之重點，內政部正積極辦理「我國近岸海域及未登記土地使用先期規劃」工作，海域測量為海域開發建設的先鋒，海岸經濟開發、縣市行政區域劃分、近岸養殖、海底電纜鋪設、海岸資源合理利用皆須有圖資以供規劃參考，建議透過專責機關計畫性地測量並結合本局 70 年間海岸土地測量成果，可作為國土變遷、生態環境監測及資源開發等基礎資料。
- 二、國內目前已在成熟的技術下針對陸域國土建立了高精度及高解析度 5 公尺解析度之數值高程模型；將陸域國土往外延伸之近岸及海域國土仍有待有計畫性地進行。且陸域與海圖的接續問題仍待突破，此系統銜接問題，建議於辦理測量時應予以考量。
- 三、空載測深光達受限於水體透視度狀況，故其作業主要為近岸海域、河川、湖泊等較淺水域，而傳統測量方法尤以近岸海域為測深技術較受限區域。本文已蒐集四季資料，然因空載測深光達為在短時間內完成大範圍測量，因此為更審慎評估，可針對本文實測資料針對相對透視度較佳區域，再進行更短時間段的透視度調查，以獲取最佳的測深光達作業時機。
- 四、沙奇盤調查在國外經常以自願者協助進行，主要目的為水體狀況的監測。因此未來若能在相關研究船作業時增加沙奇盤調查，可在不影響原研究作業下以低廉的成本及簡短的作業時間，或參考國外作法，以自願協助者進行，將對於水體資源的保護有重大影響。
- 五、以沙奇盤調查沙奇深度資料係以肉眼判讀透視度數據，雖然以重複讀數並限制作業時間以減低人為誤差，惟仍有改善空間，為能更精確獲取沙奇深度調查資料，有必要研發相關較客觀且標準一致之透視度調查設備，希望藉由約制各項外在條件，並搭配自動記錄設備來提升沙奇深度調查精度。本文僅進行初步的規劃，未來如能再進行相關實驗及探究其他影響變因，應可提昇成效。

- 六、本研究因經費及人力限制，部分透視度調查測點位於港區內，未來建議以本文調查成果出發，以透視狀況分析較具備作業可能性區域，由港區向外延伸調查，以達成空間、時間影響考量之完整性。
- 七、建立成果資料展示系統，可提供需求單位查詢使用，然本研究目前所建置完成之系統仍為單機版作業，未來應改於網路上公開使用，以避免重複調查，節省公帑。且配合全國近岸海域、河川、湖泊等水體之透視度資料庫，可作為國土規劃、環境影響評估之參考及國土管理維護依據。
- 八、以沙奇盤辦理沙奇深度調查會耗較多人力且所獲取資訊亦只有點狀資料，如能建立光學深度即沙奇深度（Secchi Depth）與衛星影像光譜的關係式，以便藉由衛星影像快速推估全臺灣沙奇深度值，可提升效能並節省人力支出。因關係式的建立需瞭解水體的光譜特性，建議為來針對多次衛星影像進行分析，以更經濟之方式瞭解不同時期之水體狀況，作為後續分析基礎。
- 九、Sensor Web 可為多功能地球空間感應器資訊分享系統提供基礎資料，透過該系統不但可以監測環境，甚至可針對歷史資料進行分析作為事先的預防；在有關沙奇深度調查方面，可運用 Sensor Web 系統技術，將佈設於海洋及近岸的調查設備，透過無線傳輸，將調查資料傳至 Sensor Web 伺服器加以彙整與分析，並進行資料倉儲分享，進而達到資料連續蒐集、即時分析與處理，提供決策參考。
- 十、星散於各機關、單位的海洋及近岸資料尚無一個專責機關來進行統整合理，除了浪費人力與資源外，已有資料也無法提供其他使用者使用，本研究將所搜集資料經整理後供應使用者。因此應儘速成立一個專責海洋資料庫建置機關，來整合各機關、單位的海洋資料庫，辦理資料庫處理工作站軟硬體與網路系統、資料庫結構建立與查詢介面開發、資料釋出辦法擬定及資料之建檔等持續性之工作，建立一個精確的平台來提供各單位使用，可避免重複測量、調查之相關經費支出。

附錄一：測深光達作業情形



國外測深光達載具



國外測深光達載具開孔情形



本案研究人員至加拿大考察測深光達作業情形



國外測深光達裝機作業情形



國外測深光達完成裝載情形



測深光達裝載情形





測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



測深光達裝載情形



國內測深光達載具 (BN2B)



測深光達裝載情形





測深光達裝載情形



測深光達裝載完成情形


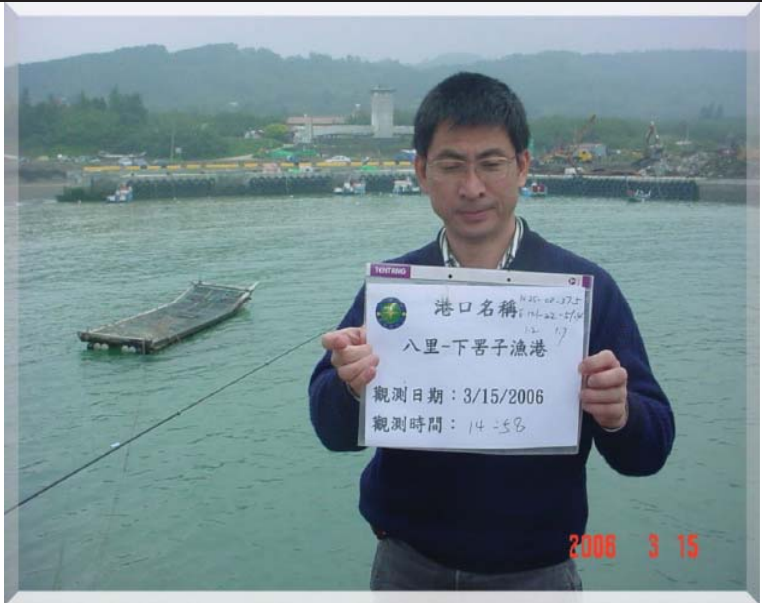
## 附錄二：95 年度第 1 季海水透視度調查

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	萬里—龜吼漁港	日期 時間	95 年 03 月 15 日 09:59
坐標 (WGS1984)	N: 25-11-44.1 E: 121-41-19.1	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3M	透視 深度	3M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	八里—八里渡船頭	日期 時間	95年03月15日 14:12
坐標 (WGS1984)	N: 25-09-32.9 E: 121-26-08.4	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	1.8M	透視 深度	0.5M
天候	當日：陰、前一日：陰偶雨、前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			




沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	八里一下罟子漁港	日期 時間	95年03月15日 14:58
坐標 (WGS1984)	N: 25-08-37.5 E: 121-22-51.4	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	1.7M	透視 深度	1.2M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	八里-臺北港	日期 時間	95年03月15日 14:36
坐標 (WGS1984)	N: 25-09-22.9 E: 121-23-18.5	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	大於 7M	透視 深度	2.5M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	八里-龍形渡船頭	日期 時間	95年03月15日 13:41
坐標 (WGS1984)	N: 25-07-55.9 E: 121-27-10	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	2.2M	透視 深度	0.5M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	三芝—後厝漁港	日期 時間	95年03月15日 11:54
坐標 (WGS1984)	N: 25-15-28 E: 121-28-23.3	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	4.2M	透視 深度	1.9M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			


沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	石門-石門漁港	日期 時間	95年03月15日 11:22
坐標 (WGS1984)	N: 25-17-42.2 E: 121-34-00.7	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	1.8M	透視 深度	1.8M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	石門—阿里荖 (草里) 漁港	日期 時間	95 年 03 月 15 日 11:12
坐標 (WGS1984)	N: 25-16-56.7 E: 121-36-22.9	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	2.6M	透視 深度	1.9M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	石門-富基漁港	日期 時間	95年03月15日 11:34
坐標 (WGS1984)	N: 25-17-35 E: 121-32-02.4	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.5M	透視 深度	1.7M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	金山-水尾漁港	日期 時間	95年03月15日 10:43
坐標 (WGS1984)	N: 25-13-32.2 E: 121-39-05.4	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	2.8M	透視 深度	1.6M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			





沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	金山-磺港漁港	日期 時間	95年03月15日 10:49
坐標 (WGS1984)	N: 25-13-52.0 E: 121-38-53.2	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.9M	透視 深度	2.0M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮-卯澳漁港	日期 時間	95年02月09日 10:37
坐標 (WGS1984)	N: 25-00-44.4 E: 121-59-28.2	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3.8M	透視 深度	1.7M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮-挖子港(福隆港)	日期 時間	95年02月09日 10:25
坐標 (WGS1984)	N: 25-01-17.6 E: 121-57-00	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.7M	透視 深度	1.2M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮—美艷山 (火炭山) 漁港	日期 時間	95 年 02 月 09 日 11:47
坐標 (WGS1984)	N: 25-04-09.6 E: 121-55-25.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3M	透視 深度	2.8M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮-蚊子港	日期 時間	95年02月09日 12:57
坐標 (WGS1984)	N: 25-04-45.9 E: 121-54-55.4	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點水深	2.7M	透視 深度	2.5M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮－馬崗漁港	日期 時間	95年02月09日 10:25
坐標 (WGS1984)	N: 25-00-50.4 E: 122-00-07.8	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.8M	透視 深度	2M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮-澳底漁港	日期 時間	95年02月09日 11:36
坐標 (WGS1984)	N: 25-03-29.8 E: 121-55-37.6	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	4.8M	透視 深度	2.5M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮—龍洞南口遊艇 港	日期 時間	95年02月09日 12:00
坐標 (WGS1984)	N: 25-05-52.6 E: 121-55-04.8	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3M	透視 深度	1.9M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing an orange life vest and a cap with a logo is holding a white sign. The sign contains the following text: '港口名稱 貢寮-遊艇港', '觀測日期: 2/9/2006', and '觀測時間: 12:00'. The background shows a concrete structure and water.</p>		
作業相片	 <p>A photograph showing a view of the water surface and a concrete structure. The water is a light greenish-blue color. A red timestamp '2006 2 9' is visible in the bottom right corner.</p>		



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	貢寮-龍洞漁港	日期 時間	95年02月09日 12:22
坐標 (WGS1984)	N: 25-06-42.2 E: 121-54-57	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3M	透視 深度	3M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆—八尺門漁港	日期 時間	95年02月09日 14:42
坐標 (WGS1984)	N: 25-09-23.9 E: 121-46-23.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.2M	透視 深度	2.2M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing an orange life vest and a matching cap stands in the water at a harbor. He is holding a white sign that reads: '港口名稱: 基隆-八尺門漁港', '觀測日期: 2/9/2006', and '觀測時間: 14:42'. A red timestamp '2006 2 9' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>Two people wearing life vests are standing on a dark pier or dock. They are looking out at a harbor where several boats are docked. The background shows buildings and hills. A red timestamp '2006 2 9' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		


沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆一八斗子漁港	日期 時間	95 年 02 月 09 日 14:05
坐標 (WGS1984)	N: 25-08-48.4 E: 121-48-28.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	8M 以上	透視 深度	2.8M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆一大武崙漁港	日期 時間	95年02月09日 16:37
坐標 (WGS1984)	N: 25-10-01.3 E: 121-42-27.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3.8M	透視 深度	0.9M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>The photograph shows a man wearing an orange cap with 'L.P.C. LUNONG' and a life vest. He is holding a white sign with the following text: '港口名稱 基隆-大武崙漁港', '觀測日期: 2/9/2006', and '觀測時間: 16:37 2006'. The background shows a harbor with several boats.</p>		
作業相片	 <p>The photograph shows a view of the water surface from a concrete pier. A white Secchi disk is visible in the water, attached to a rope. The water appears slightly turbid. A red timestamp '2006 2 9' is visible in the bottom right corner.</p>		



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆—外木山漁港	日期 時間	95年02月09日 16:26
坐標 (WGS1984)	N: 25-09-30.8 E: 121-44-02.2	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.8M	透視 深度	1.8M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆—長潭里漁港	日期 時間	95年02月09日 13:57
坐標 (WGS1984)	N: 25-08-26.3 E: 121-48-05.5	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.7M	透視 深度	1M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆-基隆港 (外港)	日期 時間	95年02月09日 16:00
坐標 (WGS1984)	N: 25-09-14 E: 121-45-36.5	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3.3M	透視 深度	3M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆一望海巷漁港	日期 時間	95年02月09日 13:49
坐標 (WGS1984)	N: 25-08-16.8 E: 121-48-13.1	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	2.9M	透視 深度	1.8M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			




沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	基隆—碧沙漁港	日期 時間	95 年 02 月 09 日 14:17
坐標 (WGS1984)	N: 25-08-46.3 E: 121-47-15.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	8M 以上	透視 深度	3.5M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	淡水-淡水渡船頭	日期 時間	95年03月15日 12:45
坐標 (WGS1984)	N: 25-10-10.1 E: 121-26-20.5	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.6M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	淡水-滬尾 (淡水第一 漁港)	日期 時間	95年03月15日 12:34
坐標 (WGS1984)	N: 25-10-23 E: 121-26-04.8	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.1M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	淡水-漁人碼頭	日期 時間	95年03月15日 12:20
坐標 (WGS1984)	N: 25-11-01.9 E: 121-24-30.1	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.9M	透視 深度	0.9M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	瑞芳—水濂洞漁港	日期 時間	95 年 02 月 09 日 13 : 23
坐標 (WGS1984)	N : 25-07-21.4 E : 121-52-00.8	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3.8M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	瑞芳—南雅漁港	日期 時間	95 年 02 月 09 日 13:16
坐標 (WGS1984)	N: 25-07-08.5 E: 121-53-14.3	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	3M	透視 深度	1.4M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	瑞芳—深奧漁港	日期 時間	95年02月09日 13:38
坐標 (WGS1984)	N: 25-07-52.6 E: 121-49-16.5	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	5M	透視 深度	3M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	瑞芳—鼻頭漁港	日期 時間	95年02月09日 12:30
坐標 (WGS1984)	N: 25-07-32.9 E: 121-54-52.9	調查 人員	李佩珊、廖大榮 、王水生
測點 水深	4M	透視 深度	3.5M
天候	當日：陰偶雨、 前一日：陰偶雨、 前二日：晴時多雲 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			




沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	萬里-東澳漁港	日期 時間	95年03月15日 10:09
坐標 (WGS1984)	N: 25-12-14.3 E: 121-41-31.2	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	2.5M	透視 深度	2.5M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	萬里-野柳漁港	日期 時間	95年03月15日 10:19
坐標 (WGS1984)	N: 25-12-23.8 E: 121-41-17.6	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.8M	透視 深度	3.5M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			


沙奇盤海水透視度調查之研究



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	萬里—萬里 (馬鏈) 漁 港	日期 時間	95 年 03 月 15 日 09 : 42
坐標 (WGS1984)	N : 25-10-53.3 E : 121-41-48.6	調查 人員	劉芳一、王水生 、謝東發
測點 水深	3.5M	透視 深度	3.5M
天候	當日：陰、 前一日：陰偶雨、 前二日：陰偶雨 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	竹南鎮-龍鳳漁港	日期 時間	95 年 03 月 21 日 11:45
坐標 (WGS1984)	N: 24-42-00.1 E: 120-51-25.8	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	1.5M	透視 深度	1.0M
天候	當日: 雨、 前一日: 雨、 前二日: 陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a yellow raincoat, an orange life vest, and a grey cap is standing in a harbor. He is holding a white sign that reads: '港口名稱: 竹南鎮-龍鳳漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '觀測時間: 11:45'. A red timestamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>A view of the water surface from a boat. A white Secchi disk is visible in the water, attached to a rope. The water appears slightly turbid. A red timestamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	大安鄉-五甲漁港	日期 時間	95年03月21日 14:30
坐標 (WGS1984)	N: 24-23-23.3 E: 120-35-18.1	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	1.5M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰、 前一日：雨、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a red life vest and a cap is holding a white sign. The sign contains the following text: 港口名稱 (Harbor Name) 大安鄉-五甲漁港 (Dahan Township - Wujia Fishing Port), 觀測日期: 3/21/2006 (Observation Date: 3/21/2006), and 觀測時間: 14:30 (Observation Time: 14:30). The background shows a body of water and some structures.</p>		
作業相片	 <p>A view of the water surface showing a Secchi disk being lowered into the water. The water is greenish and the disk is visible at the bottom. The background shows a concrete structure.</p>		

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	芳苑鄉-王功漁港	日期 時間	95 年 03 月 21 日 16:00
坐標 (WGS1984)	N: 23-58-04.5 E: 120-19-26.4	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	1.2M	透視 深度	0.3M
天候	當日：陰、 前一日：陰、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a light-colored long-sleeved shirt, a grey cap, and a bright orange life vest is standing on a boat. He is holding a white sign with blue text. The sign reads: '港口名稱 芳苑鄉-王功漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '觀測時間: 16:00'. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>An underwater photograph showing a Secchi disk being used for water transparency measurement. The disk is visible as a bright, circular object in the murky water. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	後龍鎮-外埔漁港	日期 時間	95年03月21日 12:10
坐標 (WGS1984)	N: 24-39-04.8 E: 120-46-16.5	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	4.5M	透視 深度	0.8M
天候	當日: 雨、 前一日: 雨、 前二日: 陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A photograph of a surveyor wearing a yellow raincoat, orange life vest, and a white cap. He is holding a white sign with blue text that reads: '港口名稱 後龍鎮-外埔漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '觀測時間: 12:10'. The background shows the sea. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>A photograph showing a view from a boat looking down into the sea. A white Secchi disk is suspended by a rope and is partially submerged in the water. The water appears slightly turbid. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	新屋鄉-永安漁港	日期 時間	95年03月21日 10:20
坐標 (WGS1984)	N: 24-59-18.7 E: 121-00-52.7	調查人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	2.5M	透視 深度	0.5M
天候	當日：雨、 前一日：陰、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			





沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	大園鄉-竹圍漁港	日期 時間	95年03月21日 09:15
坐標 (WGS1984)	N: 25-07-04.9 E: 121-14-32.3	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	3.5M	透視 深度	0.5M
天候	當日: 雨、 前一日: 陰、 前二日: 陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

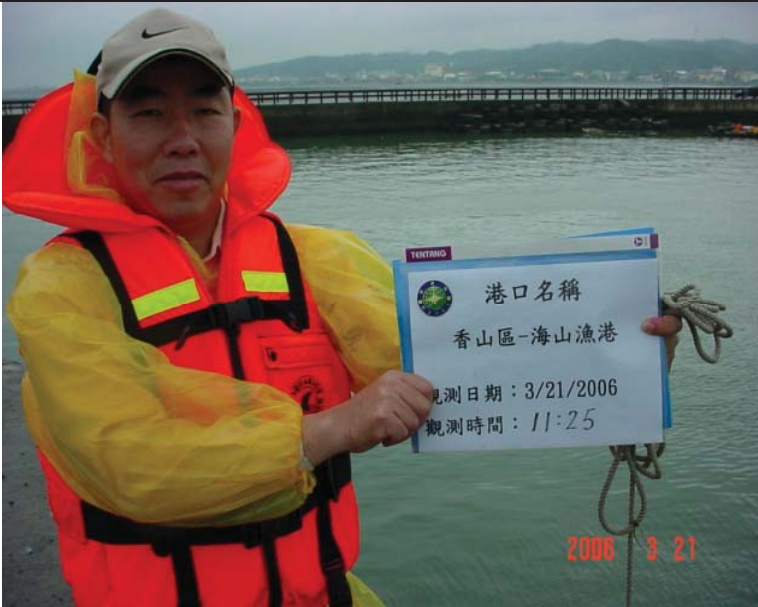

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	大甲鎮-松柏漁港	日期 時間	95年03月21日 14:10
坐標 (WGS1984)	N: 24-25-37.2 E: 120-37-02.8	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	2.8M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰、 前一日：雨、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a light-colored long-sleeved shirt, a bright orange life vest, and a grey cap is standing on a boat. He is holding a blue sign that reads: '港口名稱 大甲鎮-松柏漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '測時間: 14:10'. The background shows a harbor with several boats and buildings.</p>		
作業相片	 <p>A close-up view of a white Secchi disk being lowered into the water from a boat. The water is a murky green color. The date '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	新竹市北區-南寮漁港	日期 時間	95年03月21日 11:00
坐標 (WGS1984)	N: 24-50-48.3 E: 120-55-22.7	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	3.9M	透視 深度	0.9M
天候	當日: 雨、 前一日: 雨、 前二日: 陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a yellow raincoat, an orange life vest, and a grey cap is holding a blue sign. The sign contains the following text: '港口名稱 北區-南寮漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '觀測時間: 11:00'. A red date stamp '2008 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>A view of the water surface and a rocky structure. A white Secchi disk is visible in the water, being lowered by a rope. A red date stamp '2008 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	苑裡鎮-苑裡漁港	日期 時間	95年03月21日 13:35
坐標 (WGS1984)	N: 24-27-41.2 E: 120-38-56.7	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	1.5M	透視 深度	0.8M
天候	當日：陰、 前一日：雨、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	新竹市香山區—海山漁 港	日期 時間	95 年 03 月 21 日 11:25
坐標 (WGS1984)	N: 24-45-55.7 E: 120-54-07.7	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	2.0M	透視 深度	1.0M
天候	當日：雨、 前一日：雨、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	梧棲鎮-梧棲漁港	日期 時間	95年03月21日 15:00
坐標 (WGS1984)	N: 24-17-35.9 E: 120-31-06.6	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	5.9M	透視 深度	1.1M
天候	當日：陰、 前一日：雨、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片	 <p>A man wearing a light-colored long-sleeved shirt, a grey cap, and a bright orange life vest stands on a boat. He is holding a white sign with black text. The sign reads: '港口名稱 清水鎮-梧棲漁港', '觀測日期: 3/21/2006', and '觀測時間: 15:00'. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		
作業相片	 <p>A close-up view of a white Secchi disk being lowered into the water from a boat. The water is a greenish-turquoise color. A black metal structure of the boat is visible in the foreground. A red date stamp '2006 3 21' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>		



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	後龍鎮-龍港(公司 寮)漁港	日期 時間	95年03月21日 12:35
坐標 (WGS1984)	N: 24-36-46.7 E: 120-45-26.5	調查 人員	廖大榮、張俊仁
測點 水深	1.1M	透視 深度	0.5M
天候	當日: 雨、 前一日: 雨、 前二日: 陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	旗津區－旗津漁港	日期 時間	95 年 02 月 16 日 15:50
坐標 (WGS1984)	N: 22-36-49.4 E: 120-16-12.7	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	1.5M	透視 深度	1.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			







沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	口湖鄉—三条崙漁港	日期 時間	95年02月16日 09:30
坐標 (WGS1984)	N: 23-39-28.5 E: 120-08-56.8	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	1.2M	透視 深度	0.8M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	口湖鄉一箔子寮漁港	日期 時間	95年02月16日 09:50
坐標 (WGS1984)	N: 23-37-10.9 E: 120-08-28.4	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	2.7M	透視 深度	1.1M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	布袋鎮—布袋漁港	日期 時間	95 年 02 月 16 日 10 : 50
坐標 (WGS1984)	N : 23-23-03.9 E : 120-09-20.4	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	2.5M	透視 深度	0.9M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	布袋鎮一好美里漁港	日期 時間	95年02月16日 11:08
坐標 (WGS1984)	N: 23-20-26.6 E: 120-07-34.6	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	1.5M	透視 深度	0.8M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	安平區-安平漁港	日期 時間	95年02月16日 13:20
坐標 (WGS1984)	N: 22-58-15.2 E: 120-09-47.6	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	大於 8M	透視 深度	1.8M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	東石鄉—東石漁港	日期 時間	95年02月16日 10:25
坐標 (WGS1984)	N: 23-27-03.8 E: 120-08-22.7	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	2.8M	透視 深度	0.8M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	茄萣鄉—興達漁港	日期 時間	95年02月16日 14:10
坐標 (WGS1984)	N: 22-52-30.8 E: 120-12-35.6	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	5M	透視 深度	1.6M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

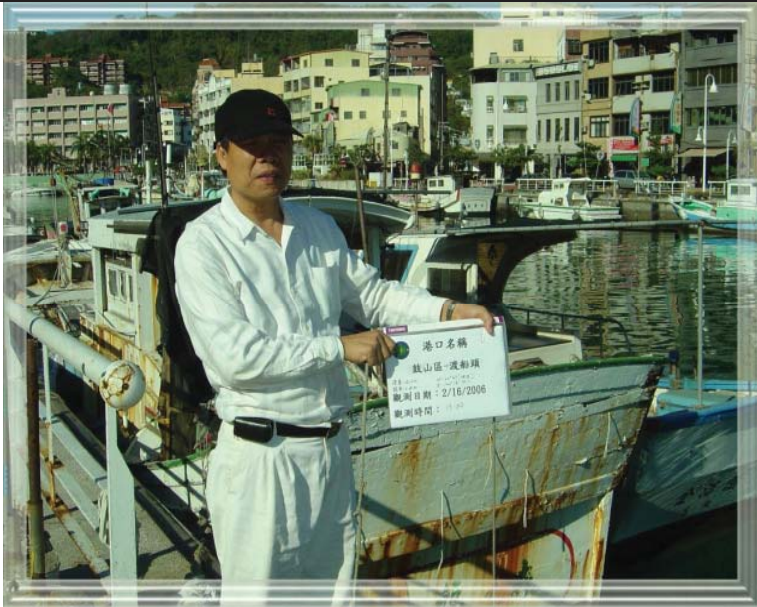

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	將軍鄉—青山漁港	日期 時間	95年02月16日 12:30
坐標 (WGS1984)	N: 23-11-27.1 E: 120-05-09.1	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	1.7M	透視 深度	0.9M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			





沙奇盤海水透視度調查之研究



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	將軍鄉-將軍漁港	日期 時間	95年02月16日 11:40
坐標 (WGS1984)	N: 23-12-40.5 E: 120-05-15.9	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	5.0M	透視 深度	1.2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	鼓山區－西子灣	日期 時間	95 年 02 月 16 日 15:20
坐標 (WGS1984)	N: 22-37-02 E: 120-16-04.2	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	4.9M	透視 深度	1.7M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	鼓山區一渡船頭	日期 時間	95 年 02 月 16 日 15:00
坐標 (WGS1984)	N: 22-37-18.8 E: 120-16-10.1	調查 人員	郭文智、余文祈 、李佩珊
測點 水深	4M	透視 深度	1.8M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	滿洲鄉一興海漁港	日期 時間	95年03月08日 13:14
坐標 (WGS1984)	N: 21-58-35.2 E: 120-50-42.2	調查 人員	林連結、王水生 、謝東發
測點 水深	3.5M	透視 深度	0.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	牡丹鄉—旭海漁港	日期 時間	95年03月08日 11:48
坐標 (WGS1984)	N: 22-11-51.3 E: 120-53-31.6	調查 人員	林連結、王水生 、謝東發
測點 水深	2.5M	透視 深度	2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	車城鄉—後灣漁港	日期 時間	95年02月21日 12:25
坐標 (WGS1984)	N: 22-02-33.1 E: 120-41-52.6	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	2.5M	透視 深度	2.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	車城鄉—射寮漁港	日期 時間	95年02月21日 13:30
坐標 (WGS1984)	N: 22-03-22 E: 120-42-23	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	0.5M	透視深 度	0.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	車城鄉—海口漁港	日期 時間	95年02月21日 14:00
坐標 (WGS1984)	N: 22-05-31 E: 120-42-52	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	1.5M	透視 深度	1.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			







沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	枋寮鄉-枋寮漁港	日期 時間	95年02月21日 15:05
坐標 (WGS1984)	N: 22-21-47 E: 120-35-32	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	2.8M	透視 深度	1.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	東港鎮—大鵬灣	日期 時間	95年02月21日 15:50
坐標 (WGS1984)	N: 22-26-54 E: 120-28-49	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	3.8M	透視 深度	2.2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	東港鎮-東港漁港	日期 時間	95年02月21日 16:50
坐標 (WGS1984)	N: 22-27-55 E: 120-26-19	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	4M	透視 深度	2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	東港鎮-南平漁港	日期 時間	95年02月21日 16:20
坐標 (WGS1984)	N: 22-26-56 E: 120-27-13	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	1.2M	透視 深度	1.2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	恆春鎮-山海漁港	日期 時間	95年02月21日 12:05
坐標 (WGS1984)	N: 21-59-08 E: 120-42-40	調查 人員	林連結、王水生 、李佩珊
測點 水深	3.2M	透視 深度	大於 3.2M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：陰 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	恆春鎮—後壁湖漁港	日期 時間	95年03月08日 15:45
坐標 (WGS1984)	N: 21-56-37.2 E: 120-44-45.9	調查 人員	林連結、王水生 、謝東發
測點 水深	3M	透視 深度	3M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

沙奇盤海水透視度調查之研究

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	滿洲鄉-南仁漁港	日期 時間	95年03月08日 12:32
坐標 (WGS1984)	N: 22-05-14.4 E: 120-53-27.6	調查 人員	林連結、王水生 、謝東發
測點 水深	3M	透視 深度	1M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			

內政部土地測量局 海水透視度 (Secchi Disk) 調查表			
地點 出海港	滿洲鄉—港仔漁港	日期 時間	95 年 03 月 08 日 12:06
坐標 (WGS1984)	N: 22-08-16.1 E: 120-53-31.3	調查 人員	林連結、王水生 、謝東發
測點 水深	3.5M	透視 深度	1.5M
天候	當日：晴、 前一日：晴、 前二日：晴 (略述調查當日前數天之天候狀況)		
作業相片			
作業相片			



## 參考書目

- (1) 史天元，94，測深光達原理與國外測試成果，內政部『辦理LIDAR之高精度及高解析度數值地形測繪、資料庫建置與應用推廣工作案』成果發表暨應用研討會，新竹縣，工業技術研究院。
- (2) 吳萬順、林昌鑑、王焱、謝東發，94，先進國家海洋政策與海洋測量科技發展考察，臺中市，內政部土地測量局。
- (3) 林志交、王弘基、張坤樹、李彥弘，94，SHOALS 透水光達系統於臺灣 沿海水深測量測試報告，內政部『辦理 LIDAR 之高精度及高解析度數值地形測繪、資料庫建置與應用推廣工作案』成果發表暨應用研討會，新竹縣，工業技術研究院。
- (4) 蕭國鑫、吳啟南、廖子毅，94，地面光譜資料與 SPOT 影像應用於水質定量推估研究，航測及遙測學刊第十卷第二期，pp.169-181。
- (5) 謝東發、李佩珊、白敏思、蕭輔導，2006，臺灣西部沿岸沙奇深度調查應用於測深光達測量先期研究，第四屆數位地球國際研討會，臺北市，文化大學。
- (6) B.Hofmann-Wellenhof, H.Lichtenegger, and J.Collins, 1992-1993. GPS Theory and Practice. Springer-Verlan Wien, New York.
- (7) Davies-Colley, R.J. 1988. Measuring water clarity with a black disk. Limnol. and Oceanogr. 33: 616-623.
- (8) Davies-Colley, R.J., Vant, W.N., and Smith, D.G. 1993. Colour and Clarity of Natural Waters. Ellis Horwood.
- (9) Ebrite, S., Pope, R.W., and Lillycrop, W.J., 2001. A multi-agency solution for coastal surveys –SHOALS in the Pacific, Proc. Oceans 2001, MTS/IEEE, Nov. 5-8, Honolulu, Hawaii, ( in press ) .
- (10) Estep, L., 1993. A review of airborne lidar hydrographic (ALH) systems, The Hydrographic Journal, No. 67, January, pp.25-42.
- (11) Graves, D., Kearney, J. and Williams, K., 2004, Remote sensing of turbidity and water clarity along the north Carolina coast with the use of SeaWiFS data, ECSU, USA.
- (12) Lillesand, T.M., 2002, Combining satellite remote sensing and volunteer secchi

- disk measurement for lake transparency monitoring, UW, USA.
- (13) LaRocque, P.E., and West, G.R., 1990. "Airborne Laser Hydrography : An Introduction", Proceedings, ROPME/PERSGA/IHB Workshop on Hydrographic Activities in the ROPME Sea Area and Red Sea, October 24-27, Kuwait City
- (14) <http://lakes.chebucto.org/DATA/PARAMETERS/SD/sd.html>
- (15) <http://www.bclss.org>
- (16) [http://www.bclss.org/docs/dipin form 2006.pdf](http://www.bclss.org/docs/dipin%20form%202006.pdf)
- (17) [http://www.csrnr.ncu.edu.tw/chin.ver/c5query/c\\_spot.php](http://www.csrnr.ncu.edu.tw/chin.ver/c5query/c_spot.php)
- (18) [http://www.mi-water-cmp.org/secchi disk.htm](http://www.mi-water-cmp.org/secchi_disk.htm)
- (19) <http://www.pca.state.mn.us/water/secchi.html>
- (20) <http://www.pca.state.mn.us/netscape4.html>
- (21) <http://www.optech.ca/shoalsfeatbens.htm>
- (22) <http://www.waterwatch.org.au/publications/module4/index.html>
- (23) <http://www.waterwatch.org.au/publications/module4/turbidity.html>
- (24) [http://www.ene.gov.on.ca/programs/4663e03\\_appendix1.pdf](http://www.ene.gov.on.ca/programs/4663e03_appendix1.pdf)
- (25) Thorkild, A.,2002. Transparency of the North Sea and Baltic Sea—a Secchi depth data mining study, *oceanologia*, 44 ( 3 ) , 2002, pp. 323-337.
- (26) Whipple, G.C. 1899, 1910, 1914, 1933. *The Microscopy of Drinking Water*. John Wiley and Sons. New York and London.