

旗津海洋垃圾之特性分析及因應 管理策略

王孟偉¹ 高睿莊¹ 劉大綱²

¹國立成功大學海洋科技與事務研究所研究生

²國立成功大學海洋科技與事務研究所助理教授

摘要

日益嚴重的海洋垃圾污染問題，已因其對生態造成之危害及對人類之各類影響而受到國際間重視，許多國家已開始進行海洋垃圾調查監測計畫及管理策略以預防海洋垃圾，我國卻仍未依此國際趨勢制定相關因應管理辦法。因此，本研究於 2010 年 12 月—2011 年 08 月於高雄市旗津四處海灘進行兩個月一次之海洋垃圾實地採樣調查，共採得 9,798 項海洋垃圾樣品，重 72,445 公克；前三大垃圾項目為塑膠碎片、保麗龍碎片、吸管，這三大垃圾項目就佔了整體海洋垃圾數量的 52.7%，希望能透過採樣調查來探討旗津海洋垃圾的變化情形，並將海洋垃圾資料依各類特性進行分類探討，包含組成材質、產生之活動來源等分析結果並與國內外其它海洋垃圾調查進行比較，探討其差異性。

關鍵詞：海洋垃圾、管理因應對策、塑膠、保麗龍

Characterization of Beach Litter in Chijin and the Response Management Strategy

Meng-Wei Wang Jui-Chuang Kao Ta-Kang Liu*

* Assistant Professor, Institute of Ocean Technology and Marine Affairs, National Cheng Kung University

ABSTRACT

The pollution of marine litter is increasingly serious. many countries have established monitoring plan and management strategies to prevent marine litter. Beach litter survey is important since the results can be used for beach management and for establishing related regulatory measures. In this study, we performed more than half yearlong transect survey to investigate the fluctuation of marine litter on four selected beaches in Chijin, Kaohsiung. There are 9,798 items of marine litter that weights 72,445 grams in this survey. The top three debris items were plastic fragment, Styrofoam fragment, and straw. that occupied 52.7% of litters collected. The amount of marine litter, material compositions, source for litter generation activity, seasonal variation, and top 10 items were analyzed and results were compared with litter survey in other countries to understand the differences.

Keywords: Marine debris, Response Management Strategy, Plastics, Styrofoam

一、前言

海洋垃圾不僅會造成人類健康、視覺和景觀上的影響，對於生活在大洋中的各類生物也有危害，連帶使得旅遊收入減少(Barnes and Milner, 2005)，

影響部份人類的生計；為了解決這些令人討厭的垃圾，政府需要額外支出龐大的經費來清理它們 (Marine Conservation Society, 2007; Moore et al., 2001; UNEP, 2005)，它們也可能威脅到人類本身健康(Nelson and Botterill, 2002)；此外，海洋垃圾對於

生活在大洋中的各類生物也有著健康和生命上明顯的危害(Bjorndal et al., 1994; Galgani et al., 2000)

海洋垃圾來源相當多元廣泛。面對日益增加的海洋垃圾威脅，我們必須要了解各種海洋垃圾的特性，包括垃圾來源、數量、材質、危害等，才可能有有效的控制垃圾數量，降低威脅；本研究主要是透過對旗津海灘之海洋垃圾實地調查監測，來分析旗津地區之海洋垃圾型態，並探討可能之因應管理策略，具體之目的如下：

1.對旗津海灘之海洋垃圾進行監測調查，並對它們進行分類與統計分析，探討垃圾之來源，並藉此了解旗津海灘海洋垃圾之變化情形。

2.將本研究所採得之海洋垃圾與國外海洋垃圾調查進行比較分析，研究不同地區、不同國家在海洋垃圾上之異同處及可能之影響因素。

二、研究方法

本研究之採樣範圍位於高雄港外旗津西側海岸濱臨臺灣海峽之海灘，調查範圍內無河川流經或注入。本研究一共選擇四處採樣區，其位置如圖 1 所示本研究參考許多海洋垃圾調查方法及內容，並對旗津海岸實地勘查後，最後決定使用許多科學家採用的橫切面調查來進行海洋垃圾採樣(Silva et al., 2008; Oigman-Pszczol and Creed, 2007; Alkalay et al., 2007; Storrier et al.,2007; Santos et al., 2005)。而根據勘查旗津海灘的大小、形狀、特性後，由研究人員持捲尺沿高潮線量取，往陸地方向劃定一個 100*5 公尺的採樣區進行調查；靠海的一側為 100 公尺長邊，為海水之最高潮位線；樣區並非皆矩形，要視海岸的形狀而定，也有弧狀採樣區。

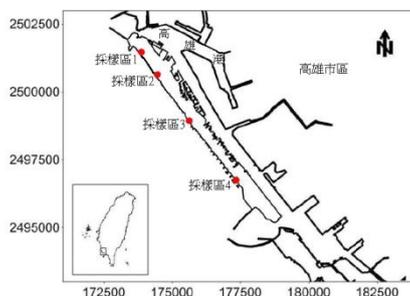


圖 1 本研究採樣區位置與旗津島相關區位
採樣時間為 2010 年 12 月—2011 年 08 月，每

兩個月進行一次採樣，一共進行 5 次樣本採集。每次採樣人員為四人，面對 100*5 公尺(約 500 平方公尺)的調查範圍，先由兩人使用鐵耙子在海灘上與海水垂直方向來回耙動，先將較大型的垃圾集中至一處；其餘兩人則跟隨其後，將被鐵耙子遺漏之肉眼可見的較小型垃圾以徒手方式收集，至所有調查範圍皆巡視撿拾完畢，並將所有垃圾集中裝袋，即完成一個樣區的採集；天然類之垃圾(漂流木、植物殘骸、貝殼)不在本次研究調查範圍之內。待四個樣區皆完成採樣，再另外找地方進行垃圾分類記錄。最後將所有垃圾集中分類妥善處置，即完成一次採樣的所有工作程序。

三、旗津海洋垃圾之特性分析

3.1 旗津海洋垃圾特性分析

根據研究期間內(2010 年 12 月—2010 年 08 月)對旗津海岸的五次海洋垃圾採樣，本研究一共採得了 9,798 項(以數量計算)海洋垃圾，以及 72,445 公克重的海洋垃圾，歷次採樣之海洋垃圾數量、密度及重量如表 1 所示。

表 1 旗津海洋垃圾採樣數量與重量變化表

次採樣	採樣日期	海洋垃圾數量(項)	密度(項/平方公尺)	海洋垃圾重量(公克)
1	2010/12/13	2,025	1.01	6,680
2	2011/2/10	1,903	0.95	5,890
3	2011/4/9	2,080	1.04	13,610
4	2011/6/10	1,783	0.89	31,505
5	2011/8/2	2,007	1	14,760
總計		9,798	-	72,445
平均		1,960	0.98	14,489

將海洋垃圾依其組成材質做分類，主要將其分為八大類別，分別為：一般塑膠類、紙類、尼龍類、橡膠類、玻璃類、保麗龍類、金屬類及其他材質類等。從圖 2 中可以發現，旗津的海洋垃圾調查，以塑膠類垃圾為最大宗，共採得了 5,396 項，約佔整體垃圾之 55.1%，佔所有垃圾達一半之比例，該結果與世界上大部分之海洋垃圾調查結果相吻合(Derraik, 2002)，也顯示一般塑膠類垃圾污染在全世界的廣泛嚴重性；其它種類依序為保麗龍類垃圾的

1,639 項(約 16.7%)、其它類垃圾的 1,206 項(約 12.3%)、紙類垃圾的 1,176 項(約 12%)、玻璃類垃圾的 159 項(約 1.6%)、尼龍類垃圾的 132 項(約 1.3%)、橡膠類垃圾的 69 項(約 0.7%)，最少的為金屬類垃圾的 21 項(約 0.2%)。

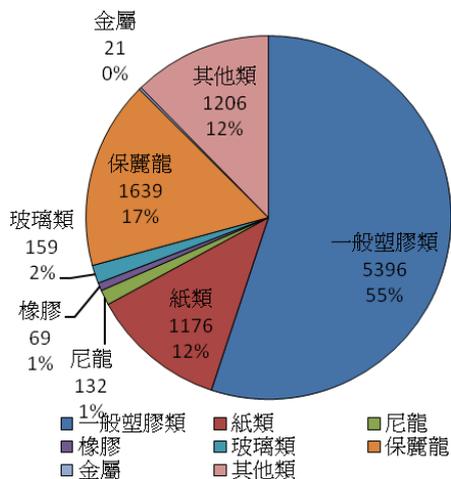


圖 2 旗津海洋垃圾依材質分類之百分比組成

3.2 與國外海洋垃圾調查之比較

表 2 為美國國家海洋垃圾監測計畫(National Marine Debris Monitoring Program, NMDMP)與本研究的前十大垃圾項目及其所佔比例之列表(NMDMP Report 2008)。NMDMP 前十大垃圾項目佔整體垃圾之 83.1%，本研究則為 83%；NMDMP 前十大垃圾項目中有四項垃圾為源自於陸地、四項垃圾為一般來源、源自於海上之垃圾則有兩項；本研究源自於陸地之垃圾種類多達七項、一般來源為兩項、源自於海洋則僅有一項。此外，兩項調查有許多相異之處，例如本研究第二大垃圾項目為保麗龍碎片，比例高達 16.5%，但是 NMDMP 卻未有發現此垃圾項目；本研究採得為數不少的冲天炮類垃圾，但 NMDMP 未有該項垃圾之採集；NMDMP 之第十大垃圾項目為棉花棒，本研究卻未發現該項垃圾；此外，塑膠碎片、泡棉、瓶蓋、廢建材等本研究之前十大垃圾項目，於 NMDMP 之前十大垃圾項目中並未出現。同時出現於兩項調查前十大垃圾項目中的垃圾僅有吸管以及塑膠袋。由此比較可得知，本研究旗津之海洋垃圾調查與美國調查之項目有顯著的差別，可能與兩國之國民生活習慣、廢棄物清運回收系統及當地工商業發展等有很大的關係。

表 2 NMDMP 與本研究前十大垃圾項目結果比較

排名	NMDMP 前十大垃圾項目及比例		本研究前十大垃圾項目及比例	
	垃圾項目名稱	比例 (%)	垃圾項目名稱	比例 (%)
1	吸管	27.5%	塑膠碎片	24.4%
2	塑膠瓶：飲料	13.0%	保麗龍碎片	16.5%
3	裂縫<1m 塑膠袋	9.0%	吸管	11.8%
4	氣球	7.8%	廢建材	7.5%
5	金屬飲料罐	7.4%	菸蒂	6.9%
6	>1m 的繩子	5.5%	瓶蓋	5.5%
7	塑膠瓶：食物	3.5%	冲天炮頭	3.2%
8	其他塑膠瓶	3.4%	塑膠袋	3.1%
9	釣魚線	3.4%	泡棉	2.2%
10	棉花棒	2.7%	冲天炮桿	1.9%
前十大垃圾項目總計		83.1%	前十大垃圾項目總計	83%

將本研究之海洋垃圾調查結果依其產生之活動來源分類，共分為遊憩與日常用品類、海上活動類、抽菸相關行為類、傾倒廢棄物及醫療衛生用品類等五種類別，並與 2006 年韓國 ICC、2006 年日本 ICC、2006 年 ICC、2008 年 ICC 以及 2009 年 ICC 之結果進行比較，如表 3 所示。從表格內容可以發現，遊憩與日常用品類皆為各調查之首位，其中以 2009 年 ICC 之 64% 最高，本研究之 35.4% 最低；顯示不論在何處，遊客都可能是海洋垃圾最大的製造者。醫療衛生用品類則皆為各調查之最低比例類別，其中以 2006 年 ICC 之 1.2% 最高，2006 年韓國 ICC 與 2006 年日本 ICC 之 0.2% 最低。

海上活動類垃圾以 2006 年韓國 ICC 之 32.7% 最高，2008 年 ICC 之 5.2% 最低；其中屬於東亞地區的韓國、日本及我國相對於世界性的調查而言，該類別之比例皆偏高，推測與此三個國家漁業、養殖業發達有很大的關連性。其它調查與本研究較不同之類別為抽菸相關行為及傾倒廢棄物兩類別，抽菸相關行為類本研究之比例僅有 7.6%，其它調查結果則皆超過 20%；傾倒廢棄物類本研究有高達 34.6% 之比例，其它調查則皆低於 3.1%。

此外，從表 3 也可以發現，2006 年、2008 年與

2009 年 ICC 整體海洋垃圾調查結果，若依照海洋垃圾產生之活動來源分類，其各類別之比例變化不大且相當接近。根據該結果推測，全球海洋垃圾若依照產生之活動來源分類，其比例可能與 ICC 之結果相當接近。

表 3 本研究與其它海洋垃圾調查依產生來源比較

資料來源：彙整自 NOWPAP (2008) 、Ocean Conservancy (2009) 及本研究

調查地點	遊憩與日常用品類	海上活動類	抽菸相關行為類	傾倒廢棄物類	醫療及衛生用品類
本研究	35.40%	22.10%	7.60%	34.60%	0.40%
2006 年韓國 ICC	44.60%	32.70%	20.10%	2.40%	0.20%
2006 年日本 ICC	54.40%	15.70%	26.60%	3.10%	0.20%
2006 年 ICC	60.60%	6.90%	29.20%	2.10%	1.20%
2008 年 ICC	61.10%	5.20%	30.90%	1.80%	0.90%
2009 年 ICC	64%	8%	25%	2%	1%

表 4 將各調查結果依海洋垃圾之組成材質分類進行列表比較。本研究於此將同屬於塑膠相關製品之橡膠類、保麗龍類及尼龍等類別納入塑膠類計算，以方便與其它海洋垃圾調查進行比較。從表格內容可以發現，塑膠類垃圾除墨西哥 Ensenada 海灘外，於各調查中皆佔首位，其中南非 Transkei 海灘之調查比例更高達 93.1%，本研究亦有 72.7% 之比例；顯見塑膠類垃圾於各地海灘之污染情況皆相當嚴重。墨西哥 Ensenada 海灘比例最高之垃圾類別為其它材質，其中自然類垃圾如植物殘骸及漂流木為其最大宗來源，但大多數調查皆未將該自然類垃圾列入記錄，本研究亦未將其列入記錄，因此不在此處列入探討範圍。

除塑膠類垃圾佔有大比例外，各調查第二大類垃圾皆不盡相同，加州橘郡以紙類為第二大類別，澳洲 Fog 灣與巴西里約 Armacao dos Buzios 海灘為金屬類，南非 Transkei 海灘為玻璃類，本研究與其它調查則為其它類材質，本研究之廢建材類佔其他類材質之 61%，由此數據可以看出，偷倒廢建材在旗津海邊的情形頗為嚴重。若依組成材質檢視，紙類垃圾除加州橘郡為 24.9% 及本研究為 12% 外，其

它調查皆低於 10%，日本海周邊僅有 1.0%；玻璃類垃圾於墨西哥 Ensenada 海灘、蘇格蘭愛丁堡及澳洲 Fog 灣比例稍微偏高，其它調查皆低於 10%；金屬類垃圾僅有澳洲 Fog 灣與巴西里約 Armacao dos Buzios 海灘兩調查超過 10%。不同區域會有不同生活習慣及產業活動，因此研判各類材質垃圾比例不均之主因為調查區域之不同所形成

表 4 本研究與其它海洋垃圾調查依組成材質比較

地點	塑膠類	紙類	玻璃類	金屬類	其他
本研究	72.70%	12%	1.60%	0.20%	12.50%
加州橘郡	66.20%	24.90%	1.60%	5.20%	2.10%
日本海周邊	92.90%	1.00%	2.20%	1.00%	2.40%
墨西哥海灘	19.20%	4.60%	11.90%	0.70%	63.70%
蘇格蘭海灣	54.20%	4.70%	9.40%	5.50%	26.30%
巴西里約海灘	64%	6%	3%	18%	9%
阿曼灣海灘	61.80%	2.10%	2.70%	3.40%	29.90%
南非海灘	93.10%	1.10%	3.20%	0.50%	2.10%
蘇格蘭愛丁堡	65.40%	1.70%	15.10%	1.40%	16.40%
澳洲灣	45.10%	1.50%	15.60%	35.10%	2.70%

資料來源：彙整自 Claereboudt、(2004) Storrier et al (2007) 及本研究

四、調查結果對陸域廢棄物之管理意涵

透過 NMDMP 和本研究之前十大垃圾中塑膠類垃圾比較，如表 5 所示，我們觀察到本研究中採集到塑膠袋的比例與 NMDMP 中塑膠袋的比例，明顯比較少；在塑膠瓶方面 NMDMP 就有 19.9%，本研究只有 5.5%，這可歸因於台灣有限塑政策和資源回收政策，這兩個政策，有助於減輕海洋垃圾問題。

4.1 限塑政策之探討

臺灣每年塑膠袋使用量將近 200 億個(黃基森，2002)，平均每人每天約使用 2.5 個，與人口略

表 5 NMDMP 與本研究前十大垃圾中塑膠類比較表

塑膠類垃圾項目	NMDMP 前十大垃圾	本研究前十大垃圾
塑膠袋	裂縫<1m 塑膠袋(9%)	塑膠袋(3.1%)
塑膠瓶類	飲料塑膠瓶(13%) 食物塑膠瓶(3.5%) 其他塑膠瓶(3.4%)	瓶蓋(5.5%)

少於臺灣之澳洲相比，平均每人每天僅使用 0.9 個塑膠袋；相較之下，我國之塑膠袋使用量比例高出許多。為了希望有效控制我國塑膠袋之用量，環保署特別制定了購物用塑膠袋及塑膠類免洗餐具限制使用政策(簡稱限塑政策)。

限塑政策主要是依據廢棄物清理法第二十一條所制訂，分兩階段實施：第一階段限制對象為政府部門、公私立學校、公立醫療院所，自民國九十一年七月一日起實施；第二階段限制對象為百貨公司業及購物中心、量販店業、超級市場業、連鎖便利商店業、連鎖速食店、有店面之餐飲業，自民國九十二年二月十六日起實施。包裝成商品型式陳列於貨架供選購者、直接盛裝魚類、肉類、蔬果等生鮮商品或食品者、工廠用於包裝其產品者、盛裝醬料及院所之藥品者不在限塑政策之規範內。

為瞭解民眾對限塑政策的支持度及習慣改變情形，環保署於 2006 年 11 月 14 日至 17 日辦理限塑政策民意調查，根據調查結果，在購物用塑膠袋限用方面，有 77% 的受訪民眾在塑膠袋限用政策實施後，有減少購物用塑膠袋的使用。

塑膠袋、保麗龍杯、塑膠杯、塑膠食物容器等與限塑政策有關，可用來盛裝物品、食物、飲水用之塑膠製品，於本研究之採樣中共有 580 項，佔整體垃圾樣品之 5.9%；這些塑膠垃圾雖然未全列為限塑政策之限制使用項目，但卻有很高程度之相關性；本研究於旗津採樣中塑膠袋垃圾的比例約為 3.1%，而在美國 NMDMP 的調查中卻有高達 9% (表 5)，雖然該數據可能並未與限塑政策有直接的相關連，但也或許因為限塑政策的執行，使得與政策相關之垃圾數量所佔比例並不算高，與未限制使用塑膠袋的美國相比亦偏低，若限塑政策能夠更徹底去執行，相信相關之垃圾項目將會更有效地減少

4.2 資源回收政策之探討

我國資源回收起源甚早，自從廢棄物清理法頒

布實施起，資源回收制度更是逐漸受到重視，直到 2002 年資源回收再利用法公佈實施，我國資源回收的執行及規定更加全面。資源回收制度之法源基礎為廢清法第十條之一。

除了法令有規定之外，公共場所、便利商店之垃圾桶也都有標示分類圖示。本研究於旗津海灘之海洋垃圾採樣結果中，常見之可回收垃圾如塑膠容器(248 項，2.5%)、塑膠湯匙(30 項，0.3%)、玻璃瓶(21 項，0.2%)、塑膠杯(20 項，0.2%)、保麗龍杯(11 項，0.1%)、鋁箔包(5 項，0.1%)、鐵鋁罐(5 項，0.1%)等數量皆偏低；美國國家海洋垃圾監測計畫之採樣，則採得了許多常見之可回收垃圾如塑膠飲料瓶(30,858 項，13.0%)、金屬飲料罐(17,705 項，7.4%)、食物塑膠瓶(8,355 項，3.5%)、其它塑膠瓶(8,078 項，3.4%)等，不僅數量、比例偏高，且多為前十大垃圾項目；對照 2007 年我國資源回收率為 37%(Young et al, 2010)，略高於美國之 32.5%，顯示我國資源回收制度略優於美國，且民眾多已養成分類及減量的好習慣。

我國雖然對於資源回收已經行之有年，但是部份較小型之可回收垃圾仍然容易被忽略，例如本研究採得之保麗龍碎片(1,615 項，16.5%)、吸管(1,155 項，11.8%)以及瓶蓋(535 項，5.5%)等，皆為可以回收之垃圾項目，但長久以來這類垃圾之處理皆不被重視甚至忽略；相關環保單位若能加強宣導，應可以有效達到垃圾減量的效果。

五、結論

由調查之比較結果可得知，海洋垃圾在不同國家、不同區域會受到其國家之政策、各種風俗和民情等特性之不同而存在著不同的分布狀況。根據分析結果發現，旗津海洋垃圾組成中，塑膠類佔整體海洋垃圾數量 72.7% 為最多；數量最少的為金屬類，佔整體數量不到 1%。

拿本研究 and 美國 NMDMP 前十大垃圾項目做比較，看出有明顯差異，例如本研究第二大垃圾項目為保麗龍碎片，比例高達 16.5%，但是 NMDMP 卻未有發現此垃圾項目。我們發現保麗龍碎片主要來自於臺南沿岸的牡蠣養殖。然而旗津海灘之管理單位對臺南養殖漁業並無管轄權，保麗龍跨界污染問題應該由中央單位邀集專家學者、牡蠣養殖業者等相關人員對於牡蠣養殖所使用之保麗龍漁具及回收

等問題進行探討改善，盡可能避免牡蠣養殖跨界污染等問題之發生。同時出現於兩項調查前十大垃圾項目中的垃圾僅有吸管以及塑膠袋。由此比較可得知，本研究旗津之海洋垃圾調查與美國調查之項目有顯著的差別，可能與兩國之國家政策、國民生活習慣、廢棄物清運回收系統及當地工商業發展等有很大的關係。

謝誌

本論文係國科會專題研究計畫「海灘垃圾污染調查及管理策略研究」(編號 NSC 99-2221-E-006-254)之部份研究成果，承蒙國科會補助使本研究得以順利完成，謹致謝忱。

參考文獻

1. 黃基森(2002)論述購物用塑膠袋及塑膠類免洗餐具之限制使用政策，環境教育學刊，第 123-140 頁
2. Alkalay, R., Pasternak, G., Zask, A. (2007) "Clean-coast Index-A New Approach for Beach Cleanliness Assessment," *Ocean & Coastal Management*, Vol. 50, pp. 352-362.
3. Barnes, D. and Milner, P. (2005) "Drifting Plastic and Its Consequences for Sessile Organism Dispersal in The Atlantic Ocean," *Marine Biology*, Vol. 146, pp. 815-825.
4. Bjorndal, K.A., Bolton, A.B., Lagueux, C.J. (1994) "Ingestion of Marine Debris by Juvenile Sea Turtles in Coastal Florida Habitats," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 28, pp. 154-158.
5. Claereboudt, M.R. (2004) "Shore Litter Along Sandy Beaches of The Gulf of Oman," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 49, pp. 770-777.
6. Derraik, G.B.J. (2002) "The Pollution of the Marine Environment by Plastic Debris: a Review," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 44, pp. 842-852.
7. Marine Conservation Society (2007) Beachwatch 2006 - The 14th Annual Beach Litter Survey Report. Ross-on-Wye, UK: Marine Conservation Society, 160 pp.
8. Moore, C.J., Moore, S.L., Leecaster, M.K., Weisberg, S.B. (2001) "A comparison of plastic and plankton in the North Pacific central gyre," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 42, No. 12, pp. 1297-1300.
9. Nelson, C., and Botterill, D. (2002) "Evaluating the Contribution of Beach Quality Wards to the Local Tourism Industry in Wales - The Green Coast Award," *Ocean and Coastal Management*, Vol. 45, pp. 157-170.
10. NMDMP Report April (2008) 49 pp.
11. NOWPAP (2008) Regional Overview on Marine Litter in The NOWPAP Region Second Edition. NOWPAP and UNEP Regional Seas. 35 pp.
12. Ocean Conservancy (2009) International Coastal Cleanup Data Card Website: http://www.oceanconservancy.org/site/DocServer/ICC_Eng_DataCard_Final.pdf?docID=4221
13. Oigman-Pszczol, S.S. and Creed, J.C. (2007) "Quantification and Classification of Marine Litter on Beaches Along Armacao dos Buzios, Rio de Janeiro, Brazil," *Journal of Coastal Research*, Vol. 23, No. 2, pp. 421-428.
14. Santos, I.R., Friedrich, A.C., Barretto, F.P. (2005a) "Overseas garbage pollution on beaches of northeast Brazil," *Marine Pollution Bulletin*, Vol. 50, pp. 778-786
15. Silva, J.S., Leal, M.M.V., Araujo, M.C.B., Barbosa, S.C.T., Costa, M.F. (2008) "Spatial and Temporal Patterns of Use of Boa Viagem Beach, Northeast Brazil," *Journal of Coastal Research*, Vol. 24, No. 1A, pp. 79-86
16. Storrier, K.L., McGlashan, D.J., Bonellie, S., Velandar, K. (2007) "Beach litter deposition at a selection of beaches in the Firth of Forth," *Scotland. Journal of Coastal Research*, Vol. 23, No. 4, pp. 813-822.
17. UNEP (2005) Marine Litter, an Analytical Overview. Nairobi, Kenya. 47 pp.
18. Young, C.Y., Ni, S.P., Fan, K.S. (2010) "Working Towards a Zero Waste Environment in Taiwan," *Waste Management and Research*, Vol. 28, pp. 236-244.