

# 金門歐亞水獺排遺與棲地水質微塑膠調查 研究方法與成果摘要

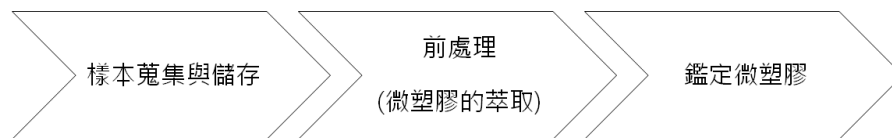
## 一、研究方法簡述

### 研究團隊

金門歐亞水獺(*Lutra lutra*)排遺和棲地水質樣本採樣由金門縣野生動物救援暨保育協會常務理事袁守立博士的研究團隊協助辨識水獺排遺和指引採樣地點，並和綠色和平研究團隊共同採樣。

歐亞水獺排遺和棲地水質樣本檢測委託中興大學生命科學系何瓊紋助理教授研究團隊進行樣本前處理和檢測結果彙整，並委託中央研究院環境變遷研究中心的Dr. Alexander Kunz (孔燕翔博士)及台大地質系助理研究員Mariella siña進行微塑膠材質之抽樣檢測，材質之分析判讀由上述三方共同完成。

### 研究和檢測流程圖



#### (一) 樣本蒐集與儲存

##### 1. 取樣

綠色和平團隊在袁守立博士的研究團隊協助下，在金門歐亞水獺經常出沒的地點採集其排遺及其棲地水源的樣本。排遺部分，以樹枝或丁腈手套蒐集排遺樣本（圖一），取糞便時不會採集到接觸底質的糞便以免污染，同時盡量取新鮮的糞便（圖二）；棲地水樣以不鏽鋼罐採集，並以符合野生動物喝水模式的方式取水。



圖一：以丁腈手套蒐集排遺並保存於鋁箔紙中，  
避免污染



圖二：新鮮水獺排遺

## 2. 採樣體積/重量、樣本數

排遺樣本：於金門本島共採集了39個樣本，每個樣本乾重介於0.44-6.46公克。

棲地水質樣本：於金門本島共採集了9個樣本（水獺可能飲水之水源），涵蓋4大水域，以水域範圍判斷採樣數目，於每個水域分別採樣2-3個樣本，每個樣本皆為1公升，共9公升。

## 3. 儲存

排遺樣本：採樣後以鋁箔紙包裝好後，以密封袋再封好避免運送過程溢漏，運送過程儲存在保冷袋中，避免在室溫下任何可能造成塑膠降解的情況，進到實驗室後放置冷凍庫，待進行實驗時解凍取出。

棲地水質樣本：採樣後裝入不銹鋼瓶密封，運送過程儲存在保冷袋中，避免在室溫下任何可能造成塑膠降解的情況，進到實驗室後放置冷藏環境，待進行實驗時取出。

### （二）前處理（微塑膠萃取）

#### 1. 排遺樣本

排遺樣本前處理經過四個步驟，先將樣本稱重，取得濕重和乾重後，再進行溶解、重力分離、過濾以分離樣本中的潛在微塑膠。

溶解：此步驟的目的在於將樣本中的有機質溶解，留下微塑膠。研究團隊以每6g糞便樣本加入10%KOH 100 ml 的比例進行溶解，於溫度60°C放置1-3天。

重力分離：以室溫下的飽和氯化鈉溶液造成密度差，密度大於氯化鈉溶液的微粒會浮在表面，蒐集上清液後進行過濾。

過濾：使用玻璃濾紙<sup>1</sup>進行過濾，運用抽氣過濾法將微塑膠的樣本收集至濾紙上。

再次溶解與過濾：若樣本在前處理前，經肉眼鏡檢有機物質含量高，則除了以10%KOH 100 ml 的比例進行溶解外，還會再以20%的HNO<sub>3</sub>進行溶解，並再次過濾，確保有機質與微塑膠充分分離。

#### 2. 棲地水樣

棲地水樣前處理經過三個步驟，先過濾，再進行溶解，最後再進行過濾。

第一次過濾：使用定性濾紙<sup>2</sup>進行初步過濾，將水中較大的雜質過濾掉。

溶解：棲地水樣以35%的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>溶解水溶液中的有機質（藻類、生物質），加入催化劑（0.05M的二價鐵溶液）以1:1加速反應進行，於50°C置放1-2天等待有機物完全溶解。溶解完全後再進行抽氣過濾法，最後萃取微塑膠到濾紙上，方便後續鏡檢。

第二次過濾：使用定性濾紙再次進行過濾，運用抽氣過濾法將微塑膠的樣本收集至濾紙上。

再次溶解與過濾：若樣本在前處理前，經肉眼鏡檢有機物質含量高，則除了以35%的H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>進行溶解外，還會再以20%的HNO<sub>3</sub>進行溶解，並再次過濾，確保樣本中的有機質與微塑膠充分分離。

<sup>1</sup> GF/B glass fiber 47mm

<sup>2</sup> Grade 6 Qualitative Filter Paper Standard Grade, circle, 42.5 mm

### (三) 鑑定微塑膠

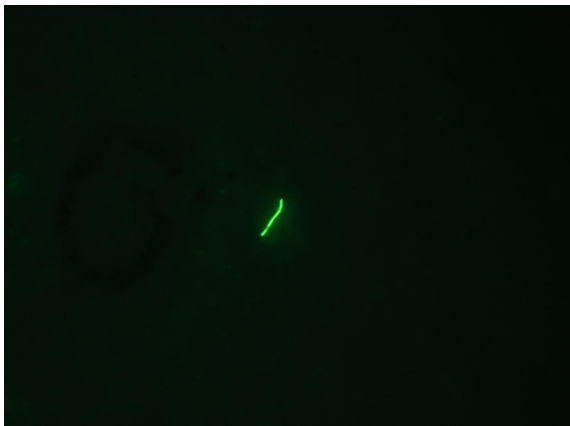
首先在立體顯微鏡下直接觀察濾紙，以外型辨識出可能的微塑膠(圖三、圖四)，後續抽樣微塑膠，以傅立葉轉換紅外線光譜儀(FTIR)(不受螢光干擾且可看到100 $\mu$ m以上的微塑膠)，以及拉曼光譜儀(其訊號較薄弱會受螢光干擾但可看到1 $\mu$ m等級的微塑膠)<sup>3</sup>，結合OMNIC software 記錄和分析得到光譜資訊，再以Rochman Lab University of Toronto 材質資料庫<sup>4</sup>及 Open Specy 材質開放資料庫<sup>5</sup>進一步分析判讀所採到的微塑膠之聚合物型態(PP、PE等)(圖六)。最後，濾紙用尼羅紅染色法進行染色(圖五)，確定判斷濾紙上所有微塑膠數量、大小和型態(纖維、顆粒、碎片)，減少鏡檢時人為判斷的錯誤。惟特別注意的是，排遺中鑑定出的微塑膠受到風化及消化道之影響，破壞較為嚴重，導致光譜分析之辨識度不高，故判讀上較為困難，因此主要以尼羅紅染色法判讀結果作為微塑膠檢測結果，光譜獲得的材質資訊作為輔助資訊。



圖三：立體顯微鏡下發現透明的塑膠碎片，經拉曼光譜確認材質為PP



圖四：立體顯微鏡下發現透明的塑膠碎片，經拉曼光譜確認材質為PE



圖五：尼羅紅染色螢光反應(左：963.617 $\mu$ m、右：78.923 $\mu$ m)

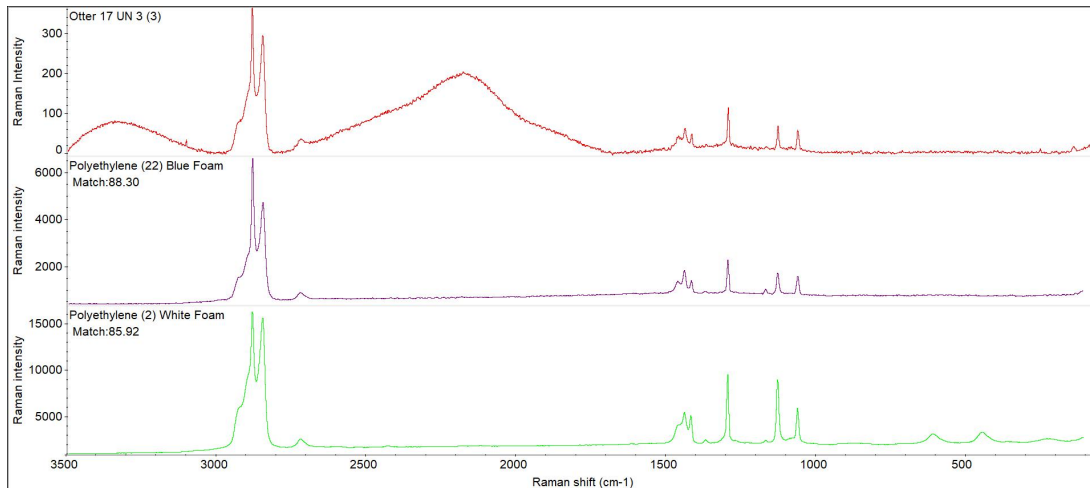
6

<sup>3</sup> 主要使用拉曼光譜儀進行測試，波長使用532 nm及785 nm，後者的設定較可以避免螢光染劑的干擾，降低背景質

<sup>4</sup> 資料來源：[Rochman Lab University of Toronto 材質資料庫](#) (19 May, 2022)

<sup>5</sup> 資料來源：[Openspecy 材質開放資料庫](#) (19 May, 2022)

<sup>6</sup> 圖片來源：中興大學生命科學系何瓊紋助理教授研究團隊提供



圖六：拉曼光譜比對圖，PE配對率高達88.3%<sup>7</sup>

#### (四) 污染控制

1. 實驗用品盡量避免塑膠(包括採集用具、實驗用具)，並以玻璃、金屬製、鋁箔紙作為包裝。
2. 前處理的部分要在密閉空間進行，並設置空白對照組2-3組，以取得實驗空間的微塑膠背景值。
3. 採集糞便與實驗進行時，穿著棉質衣服與實驗袍，避免合成纖維掉落污染樣本。
4. 未用到的樣品以鋁箔紙妥善覆蓋，操作完也立刻用鋁箔紙覆蓋，避免空氣污染。
5. 所有器具在操作前需用酒精/純水潤洗2次，以避免污染。

## 二、研究成果摘要

### 金門歐亞水獺排遺與棲地水質微塑膠含量、型態、大小與材質分析

本研究在金門歐亞水獺排遺樣本以及金門歐亞水獺棲地水質樣本皆發現微塑膠(詳見表一)。39個排遺樣本裡，有31個樣本含有微塑膠，排遺的微塑膠平均檢出率為79.48%。在9個棲地水質樣本裡，有7個樣本含有微塑膠，棲地水質的微塑膠平均檢出率為77.78%。

本研究在金門歐亞水獺棲地水質樣本所發現的微塑膠大小介於10 $\mu$ m-333 $\mu$ m，在金門歐亞水獺排遺樣本所發現的微塑膠大小則是介於10 $\mu$ m-963 $\mu$ m，見表三及表四。所發現的微塑膠型態有碎片、纖維和顆粒，其中又以碎片為主，其次為顆粒，見表二。在棲地水質有驗出微塑膠的樣本中，碎片約佔47%，顆粒約佔43%，在排遺有驗出微塑膠的樣本中，碎片約佔45%，顆粒約佔36%。

<sup>7</sup> 圖片來源：中央研究院環境變遷研究中心的Dr. Alexander Kunz (孔燕翔博士)提供



本研究從肉眼可辨識的482個微塑膠中，抽樣180個(將近40%)進行拉曼光譜儀及傅立葉轉換紅外線光譜儀的材質鑑定，總共鑑定出6種材質，分別為PE、PP、PET、PVC、PA及celluloseacetate(生質塑膠)，PE、PP、PET、PVC常見於一次性的塑膠包裝，PA則常見於衣物纖維<sup>8</sup>，celluloseacetate則常用於菸蒂過濾嘴、人造纖維、鏡框等。

表一：水獺排遺及棲地水域塑膠檢測結果

	水獺排遺(全部共39個樣本)	棲地水域(全部共9個樣本, 1個樣本1公升)
微塑膠檢出率 (檢測出微塑膠樣本數/總採樣數)	79.48%	77.78%
微塑膠之聚合物初步判讀	<ul style="list-style-type: none"> <li>尼羅紅染劑螢光判讀發現 PE, PP, EPS, HDPE, PC, PV, PEVA</li> <li>從所有樣本抽樣180個微塑膠, Raman光譜儀判讀發現PE、PP、PET、PVC、PA、celluloseacetate(生質塑膠)<sup>9</sup></li> </ul>	

表二：微塑膠總數量及型態占比

	水獺排遺(全部共39個樣本)		棲地水域(全部共9個樣本, 1個樣本1公升)	
纖維	36	18.65%	29	10.03%
碎片	87	45.08%	136	47.06%
顆粒	70	36.27%	124	42.91%
微塑膠總數	193	/	289	/

表三：水獺棲地水域地區分析

	金沙流域 (斗門溪、光前溪、金沙溪)	太湖流域	雙鯉湖	湖尾溪
採樣數(公升)	3	2	2	2
每公升水微塑膠數量 (微塑膠數量/公升)	16.3顆	36.5顆	1.5顆	82顆
發現之微塑膠大小(μm)	10μm-284.6μm	20μm-326.6μm	50μm-99.6μm	10μm-333.1μm

<sup>8</sup> 資料來源：衛福部食藥署。[認識、挑選及使用食品容器具塑膠-特性](#) (19 May, 2022)

<sup>9</sup> 常用於菸蒂過濾嘴、人造纖維、鏡框等。

資料來源：Thiago Souza Da Rosa, Rosilani Trianoski, Franck Michaud, Christophe Belloncle, Setsuo Iwakiri. (2022) [Efficiency of Different Acetylation Methods Applied to Cellulose Fibers Waste from Pulp and Paper Mill Sludge](#). *Journal of Natural Fibers* 19:1, pages 185-198.

表四：水獺排遺樣本資料分析

樣本	乾重 (公克)	微塑膠檢測 結果	採樣區域	檢出數	發現之微塑膠大小( μm)
樣本1	2.04	未檢出	金沙水庫	0	NA
樣本2	1.23	檢出	金沙溪	14	20-141.7
樣本3	0.63	檢出	太湖	2	100-221.9
樣本4	0.46	未檢出	太湖	0	NA
樣本5	1.38	檢出	后壟溪	8	20-194.5
樣本6	1.05	檢出	后壟溪	26	10-418.2
樣本7	3.47	檢出	湖尾溪	5	50-215.2
樣本8	1.33	未檢出	湖尾溪	0	NA
樣本9	1.44	檢出	斗門溪	1	163.1
樣本10	3.88	檢出	斗門溪	1	135.2
樣本11	6.46	未檢出	雙鯉湖	0	NA
樣本12	0.92	檢出	峰上海岸	5	50-216.9
樣本13	4.72	未檢出	蘭湖	0	NA
樣本14	1.15	檢出	前浦溪	4	10-558.1
樣本15	1.53	未檢出	前浦溪	0	NA
樣本16	1.42	未檢出	田埔水庫	0	NA
樣本17	2.93	檢出	湖尾溪	12	10-836
樣本18	2.23	檢出	湖尾溪	2	20-190.8
樣本19	1.36	檢出	湖尾溪	4	20-138.8
樣本20	6.45	檢出	湖尾溪	5	50-238
樣本21	2.45	檢出	湖尾溪	3	100-137.2
樣本22	1.17	檢出	斗門溪	7	10-459.9
樣本23	1.08	檢出	前浦溪	9	20-420
樣本24	1.45	檢出	前浦溪	3	100-538.8
樣本25	0.44	檢出	前浦溪	4	50-257.5
樣本26	1.02	檢出	金沙溪	7	20-474.4

樣本27	3.89	檢出	金沙溪	2	20-89.5
樣本28	0.59	檢出	金沙溪	7	20-152.3
樣本29	0.88	檢出	金沙溪	3	50-151.2
樣本30	0.87	檢出	金沙溪	3	20-87.7
樣本31	2.19	檢出	雙鯉湖	6	100-963.6
樣本32	0.8	檢出	后壟溪	4	50-163.6
樣本33	0.54	檢出	太湖	5	50-195.7
樣本34	1.73	檢出	太湖	1	68
樣本35	1.42	檢出	太湖	7	50-398
樣本36	0.64	檢出	太湖	22	20-143.1
樣本37	1.51	檢出	太湖	2	50-132.9
樣本38	0.69	未檢出	太湖	0	NA
樣本39	1.52	檢出	太湖	9	10-249.4

### 三、研究結果討論

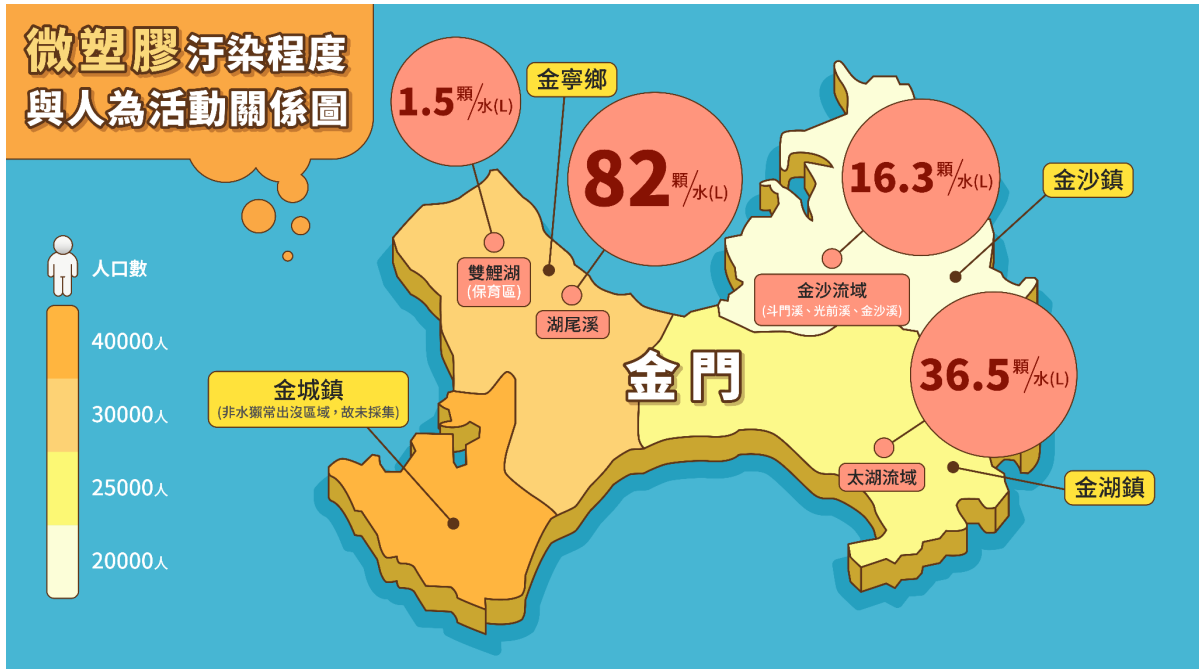
#### 金門歐亞水獺排遺與棲地水質微塑膠含量地區差異性

據臺灣長期研究金門歐亞水獺的研究團隊<sup>10</sup>表示，金門歐亞水獺的活動能力雖強，有過較長距離移動的個體紀錄但其活動仍具有領域性，除非是正在遷徙的亞成體或是受到環境變動影響而必須外移的個體，否則還是會有比較固定的活動範圍，足跡不會遍及金門全島，加上從水獺的覓食行性觀察，水獺誤食大型塑膠垃圾的機率不高，在排遺中發現的微塑膠最有可能來自其生活的水域和食物鏈，因此進一步推測，不同排遺間微塑膠含量差異性很有可能是受不同棲地(水質)微塑膠含量的影響所導致。

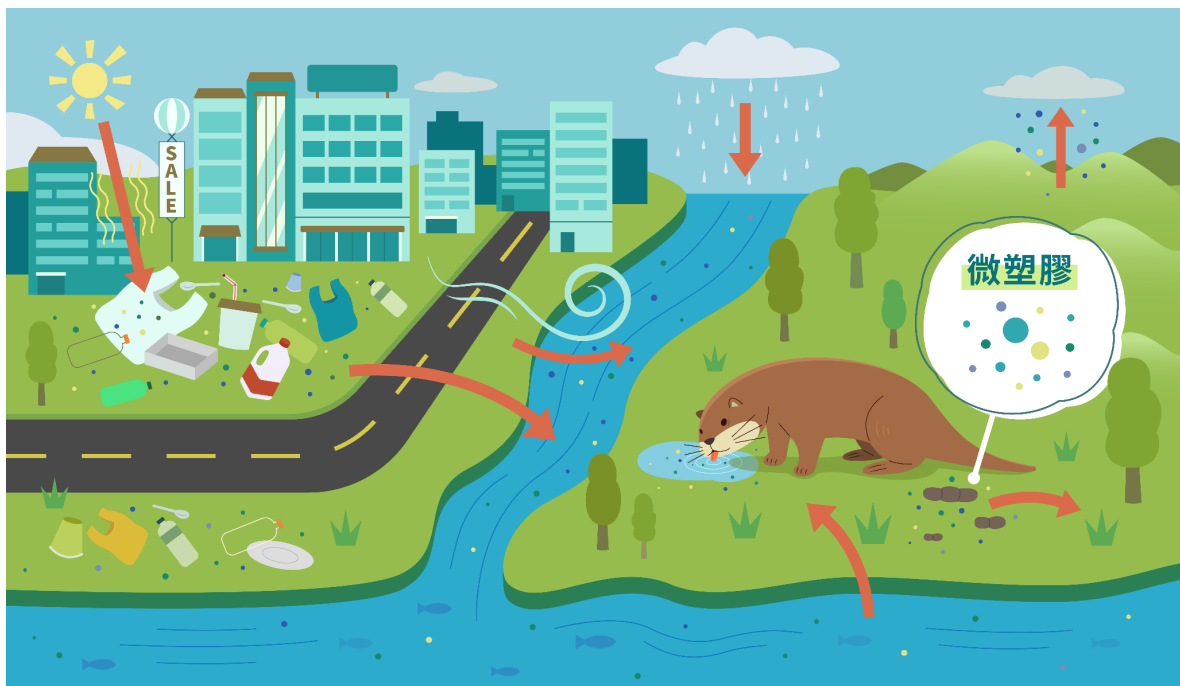
根據表三及表五，本研究發現金門不同地區水域的水質和附近所採集到的排遺樣本微塑膠含量因區域不同而有顯著的不同。在金門，歐亞水獺棲地與居民的生活領域高度重疊，微塑膠檢出量較高的地區，大多為附近有較高強度的人為活動(圖七)，例如，太湖為觀光熱區，也位於金門第三大人口密集鄉鎮區，湖尾溪則鄰近金門第二大人口密集的金寧鄉。根據近期的研究顯示，微塑膠在大自然中的普遍存在及擴散和人類生活

<sup>10</sup> 臺灣大學李玲玲教授的野生動物實驗室、金門縣野生動物救援暨保育協會常務理事袁守立博士團隊、金門縣野鳥學會前理事長莊西進老師

大量依賴/使用塑膠有密切的關連性，<sup>11</sup>逸散到自然中的塑膠垃圾透過裂解，隨著水(排水系統、溪流、雨水等)及空氣流動，最後遍及各地(圖八)，研究團隊因此推測因人類生產和消費活動所產生的含有微塑膠的廢水直接排入自然環境中，增加了金門歐亞水獺攝入和接觸微塑膠的風險。



圖七：獺棲地水質之微塑膠污染程度與人為活動關係圖



圖八：微塑膠入侵野生動物棲地示意圖

<sup>11</sup> 資料來源: Alice A Horton, & Isobelle Blissett. (2021). *Impacts of Plastic Pollution on Freshwater Aquatic, Terrestrial and Avian Migratory Species in the Asia and Pacific Region*.



研究團隊的另一個發現，這些微塑膠檢出量較高的地區也都是經過處理後的再生水排放區域，這說明了目前人為的後端處理技術雖然可以減少放流水的惡臭問題，也能排除固形物，但對於輕質的微塑膠等仍無法有效過濾和移除，惟有從源頭減少塑膠製品的生產和消費才能逐步降低微塑膠逸散到自然環境中的風險。

研究團隊進一步將去年發布的臺灣水鹿排遺及其棲地水質微塑膠調查結果與此次金門歐亞水獺研究的結果進行比較分析(見表六、表七)，以兩個物種的棲地水質來看，金門整體的棲地水質微塑膠含量是遠高於玉山塔塔加及嘉明湖地區的，前者平均每公升水有32.1個微塑膠，後者每公升水的微塑膠含量則介於14-21.5個微塑膠；位於玉山塔塔加地區及嘉明湖步道區的臺灣水鹿排遺微塑膠含量，則較金門歐亞水獺的排遺微塑膠含量來的低，表示即使微塑膠隨著水流與空氣會逐步逸散到各處環境中，愈靠近人為密度高的區域，其微塑膠含量仍舊是較高的，離島環境垃圾處理較為困難導致逸散風險的增加也是需考慮的原因之一。至於棲地水質微塑膠含量和排遺微塑膠含量的差異可能受到不同物種攝入微塑膠的方式不同而有所影響，並非全然導因於棲地水質的影響。

本研究中發現的棲地水質微塑膠含量範圍介於1,500-82,000(微塑膠數量/千公升)，其平均值超出世界湖泊的微塑膠含量範圍，其範圍介於0.27-34,000(微塑膠數量/千公升)，詳見表八。

表五：水獺排遺地區分析

	金沙流域(斗門、光前、金沙)	太湖流域	雙鯉湖	湖尾溪	后壟溪(農試所)	前埔溪(田浦)
樣本數	10	9	2	7	3	5
平均每公克排遺乾重的微塑膠含量(微塑膠數量/公克)	2.65顆	5.25顆	0.69顆	1.53顆	11.76顆	3.54顆

表六：臺灣水鹿與金門歐亞水獺棲地水質微塑膠含量比較

地區	臺灣水鹿			金門歐亞水獺			
	嘉明湖	嘉明湖區步道	玉山塔塔加	金沙流域	太湖流域	雙鯉湖	湖尾溪
平均每公升水的微塑膠含量(微塑膠數量/公升)	18顆	21.5顆	14.6顆	16.3顆	36.5顆	1.5顆	82顆

表七：臺灣水鹿與金門水獺排遺樣本微塑膠含量比較

	臺灣水鹿		金門歐亞水獺
地區	嘉明湖區域	玉山塔塔加區域	金門
平均排遺樣本檢出率	26.6%	31%	79.48%
平均每公克排遺乾重的 微塑膠含量(微塑膠數量/公克)	0.09顆	0.15顆	3顆

表八：各地區水質微塑膠含量比較

	世界湖泊 (平均) <sup>12</sup>	嘉明湖區域湖泊 溪流	玉山塔塔加區域 湖泊溪流	金門內陸湖泊溪流
微塑膠污染程度 (微塑膠數量/千公升)	0.27-34,000	0-33,000	9,000-22,000	1,500-82,000
主要微塑膠型態	纖維	顆粒	碎片	碎片

### 塑膠/微塑膠污染對金門歐亞水獺可能影響

儘管金門歐亞水獺攝入微塑膠對其直接的安全與健康影響仍存在不確定性，需要更多相關的研究進行了解，但本研究提供的證據已表示，金門歐亞水獺攝入微塑膠的風險是存在的。

隨著愈來愈多的塑膠使用和塑膠垃圾的產生，微塑膠逸散到大自然的風險也隨之提高，野生動物有很高風險暴露在微塑膠的污染中。據臺灣長期研究金門歐亞水獺的研究團隊表示，從水或是食物攝入的微塑膠，體積都相當小，比起其他動物，金門歐亞水獺的消化速度算快，微塑膠較不容易在其體內累積，但是這不一定適用於其他物種，像是同為瀕危等級的金龜或是金門的原生魚種，攝入微塑膠及在體內累積微塑膠的風險又較金門歐亞水獺更高。研究團隊也指出，大型的塑膠垃圾雖然不是直接造成金門歐亞水獺攝入微塑膠的主要來源，然而當棲地環境有愈來愈多的塑膠垃圾累積的時候，不僅增加了裂解後微塑膠產生的風險，更會阻塞金門歐亞水獺原本的行經水域路線，間接導致水獺必須改道而增加了路殺的可能性。

<sup>12</sup> 資料來源：Dusaucy, J., Gateuille, D., Perrette, Y., & Naffrechoux, E. (2021). Microplastic pollution of worldwide lakes. In *Environmental Pollution* (Vol. 284). <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117075>

<sup>13</sup> 臺灣大學李玲玲教授的野生動物實驗室、金門縣野生動物救援暨保育協會常務理事袁守立博士團隊、金門縣野鳥學會前理事長莊西進老師

雖然微塑膠對生物體直接的健康影響尚需更多研究加以證實，然而已有許多研究證實塑膠的材料本身親油性高，因此容易吸附空氣、水體中的污染物與環境荷爾蒙<sup>14</sup>，塑膠微粒又因為表面積較大，而有更高機率吸附污染物等有毒物質，加上在塑膠製造的過程中經常性添加化學添加劑，如BPA、鄰苯二甲酸二等，攝入後，微塑膠可能會在消化系統中轉移和釋放這些有毒化學物質<sup>15</sup>。國外野地觀測已發現水獺用塑膠碎片築巢的案例，當棲地有更多的塑膠物品出現或是棲地環境的微塑膠含量不斷累積，野生動物間接遭受其他毒性物質污染的機率便也大大提高，對生存環境要求甚高的水獺更會造成極大的影響。

#### 四. 研究結論

本次研究及去年發布的臺灣水鹿排遺及棲地水質微塑膠調查研究皆已證實，臺灣本島及離島的野生環境皆已受到塑膠污染的影響，也證實不論是生長於高山環境的臺灣水鹿或是離島內陸湖泊溪流的金門歐亞水獺皆有從自然環境中攝入微塑膠的風險，愈靠近人類活動密集的区域，其微塑膠污染程度又更加明顯，所檢測出的微塑膠材質多為一次性包裝常見的聚乙烯（PE）及聚丙烯（PP）。研究也發現透過後端處理的放流水無法排除微塑膠逸漏至自然環境中，惟有源頭減少生產和消費，才能實質逐步降低微塑膠逸散及累積在大自然環境的風險。本次針對金門歐亞水獺排遺及棲地水質樣本微塑膠含量分析，將作為後續了解塑膠對陸域生態系影響的研究基礎。綠色和平研究團隊也將持續監測並公布更多塑膠威脅臺灣保育類動物的情形。

#### 五. 主要參考文獻

Ach, A. (1993). Biodegradable plastics based on cellulose acetate. *Journal of Macromolecular Science, Part A: Pure and Applied Chemistry*, 30(9-10), 733-740.

Cutroneo, L., Reboa, A., Geneselli, I., & Capello, M. (2021). Considerations on salts used for density separation in the extraction of microplastics from sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 166, 112216.

Dusaucy, J., Gateuille, D., Perrette, Y., & Naffrechoux, E. (2021). Microplastic pollution of worldwide lakes. *Environmental Pollution*, 284, 117075.

He, D., Zhang, X., & Hu, J. (2021). Methods for separating microplastics from complex solid matrices: Comparative analysis. *Journal of Hazardous Materials*, 409, 124640.

Horton, A., & Blissett, I. (2021). IMPACTS OF PLASTIC POLLUTION ON FRESHWATER AQUATIC, TERRESTRIAL AND AVIAN MIGRATORY SPECIES IN THE ASIA AND PACIFIC REGION. *UN Environment*. Retrieved from [https://www.cms.int/sites/default/files/publication/cms\\_report\\_migratory\\_species\\_and\\_plastic\\_pollution\\_31AUG2021.pdf](https://www.cms.int/sites/default/files/publication/cms_report_migratory_species_and_plastic_pollution_31AUG2021.pdf)

<sup>14</sup> 資料來源：臺灣科技媒體中心。[從天而降的塑膠微粒污染專家意見](#) (19 May, 2022)

<sup>15</sup> 資料來源：Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Bjorn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Pham Hung, V., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akhavanong, K., ... Saha, M. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. (Special Issue: "Plastics, the environment and human health"). *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences*, 364.

Lim, X. (2021). Microplastics are everywhere—but are they harmful?.

Monteiro, S. S., & da Costa, J. P. (2021). Methods for the extraction of microplastics in complex solid, water and biota samples. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, e00151.

Pérez-Guevara, F., Kutralam-Muniasamy, G., & Shruti, V. C. (2021). Critical review on microplastics in fecal matter: Research progress, analytical methods and future outlook. *Science of The Total Environment*, 778, 146395.

Prata, J. C., da Costa, J. P., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2019). Methods for sampling and detection of microplastics in water and sediment: a critical review. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 110, 150-159.

Santillán, L., Saldaña-Serrano, M., & De-La-Torre, G. E. (2020). First record of microplastics in the endangered marine otter (Lontra felina). *Mastozoología Neotropical*, 27(1), 211-215.

Sembiring, E., Fareza, A. A., Suendo, V., & Reza, M. (2020). The Presence of microplastics in water, sediment, and milkfish (Chanos chanos) at the downstream area of Citarum River, Indonesia. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(7), 1-14.

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., ... & Takada, H. (2009). Transport and release of chemicals from plastics to the environment and to wildlife. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 364(1526), 2027-2045.

Wang, C., Zhao, J., & Xing, B. (2021). Environmental source, fate, and toxicity of microplastics. *Journal of hazardous materials*, 407, 124357.

Wright, L., Larson, S., Reed-Smith, J., Duplaix, N., & Serfass, T. (2017). Effects on Otters of Pollution, Fisheries Equipment and Water-Borne Debris. In *Marine Mammal Welfare* (pp. 531-542). Springer, Cham.

塑害入侵保育棲地 嘉明湖水鹿慘喝「塑膠水」?! - Greenpeace 綠色和平 | 臺灣. Greenpeace 綠色和平 | 臺灣. (2021). Retrieved 17 May 2022, from <https://www.greenpeace.org/taiwan/press/27966/%E5%A1%91%E5%AE%B3%E5%85%A5%E4%BE%B5%E4%BF%9D%E8%82%B2%E6%A3%B2%E5%9C%B0-%E5%98%89%E6%98%8E%E6%B9%96%E6%B0%B4%E9%B9%BF%E6%85%98%E5%96%9D%E3%80%8C%E5%A1%91%E8%86%A0%E6%B0%B4%E3%80%8D%E5%BC%9F%E5%BC%81/>.