

# 出國報告（出國類別：考察）

## 113年農業淨零排放國際參訪研習與人才培育計畫馬來西亞、新加坡參訪考察報告

### 出國人員：

農業部資源永續利用司	科長	楊槐駒
農業部畜牧司	科長	施愛燕
農業部農糧署	技士	陳演書
農業部農村發展與水土保持署	工程員	吳蕙雯
農業部農業試驗所	助理研究員	郭聆亦
農業部高雄區農業改良場	副研究員	張耀聰

派赴國家/地區：馬來西亞、新加坡

出國期間：113年4月13日至113年4月18日

報告日期：113年7月1日

## 摘要

前往馬來西亞吉隆坡與新加坡進行6日海外參訪研習與人才培育，赴當地農企業與政府機構，針對馬國農業廢棄物，以及星國廢水循環方面之作為，進行深度訪談與實地場域參訪研習。探究如何建構農業剩餘資源循環產業鏈，並擷取公私部門合作之既有經驗，為我國政策規劃與制定導入不同觀點，進而激發創新思維，達農業淨零碳排目標。

於馬國境內，參訪研習團前往 **Promise Earth**（剩食處理場）、**Entomal Biotech**（黑水虻工廠）、以及馬來西亞棕櫚局（**Malaysia Palm Oil Board, MPOB**）瞭解該國棕櫚產業鏈與剩餘資材再利用研發、生物質廢棄物處理商務營運，以及官方研究單位對於大宗經濟作物農業剩餘資源循環再利用提供業者之處理及解決方案。**Promise Earth** 銷售或提供客製化租用多種型號有機廢棄物處理機，因應不同企業、聚落、以及機構所生產之有機廢棄物量，並提供好氧高溫微生物酶（**aerobic high-temperature microbial enzymes**）作為分解介質，可讓客戶在自有場域處理有機廢棄物完成在地循環，減少運輸物流成本。

**Entomal Biotech** 提供開創性的剩食、蔬果殘渣生物性處理解決方案，惟馬國剩食及蔬果殘渣回收系統不完全、剩餘資源利用效率低，因剩餘資源料源取得不易，研發 **Entomal Mobile Bio-Conversion** 系統（簡稱 **EMBC** 系統），將剩食與蔬果殘渣回收以生物處理產出再利用物質，於一個貨櫃空間內完成，以該模組化租賃或販售 **EMBC** 系統提供業者整場輸出規劃服務，服務項目包括供應蟲卵、幼蟲、剩餘資源調配指引、代操作設備等服務為營運主軸，協助顧客就近、就地去化，以減少營運成本、避免生物處理技術不純熟之操作風險。

馬來西亞棕櫚油局（**MPOB**）成立於2000年5月1日，為該國棕櫚油研究所和棕櫚油註冊和發證局合併組成，從事該國油棕業服務的政府機構。其主要為促進和製定國家產業目標、政策和優先事項，以促進該國油棕業的永續經營與發展。該機構設有研究、開發產品到商業化、產品註冊、

技術許可和業者諮詢服務等單位，服務範圍從育種、田間管理、收穫、產品開發、副產品多元應用、剩餘資源循環、廢棄物處理等，提供油棕產業鏈業者一條龍技術及服務。

新加坡參訪濱海壩堤（**Marina Barrage Visitor Center**）與新生水（**NEWater Visitor Center**），瞭解新加坡如何利用現代工程，於攔截雨水同時，透過調節城市水域與外海水位以防洪災或水源流失；對於珍稀水資源以循環再生技術，新加坡利用微過濾（**Microfiltering**）、逆滲透（**Reverse Osmosis**）、以及紫外線技術等3階段，回收廢水使之再進入國家水循環系統。未來若能將類似技術與經驗，用於農業、民生、工業等用水之分級調度，期能解決我國因氣候變遷、工業與人口成長造成之水資源競用困局爭奪。

# 目錄

壹、 目的 .....	1
貳、 考察過程紀錄 .....	1
一、 Promise Earth 企業參訪.....	1
二、 Entomal Biotech & Sunway Lagoon 企業參訪 .....	4
三、 MPOB/UKM 官方拜訪.....	7
四、 Newater 官方拜訪 .....	10
五、 文化參訪 .....	14
參、 心得與建議 .....	15

## 壹、目的

氣候變遷與淨零排放為世界各國關注之重要議題，為減緩極端氣候對人類之影響，同時降低碳排放量與解決溫室效應，已成為各國施政方針與國家發展重點。我國自2020年公布邁向2050年臺灣淨零排放之四大轉型策略以及兩大治理基礎，同時提出淨零十二項關鍵戰略目標。為持續推動政府「2050淨零排放路徑與策略」，農業部門專責推動我國農業淨零相關議題之研究、規劃與統籌，以4大主軸：「減量」、「增匯」、「循環」及「綠趨勢」等面向，進行農業淨零政策擬定、技術研發支援、產業布局規劃、跨領域串聯及部門產業計畫推動與執行，同時加強社會溝通獲取民眾認同政策，與企業合作公私協力農業淨零。

為掌握國際淨零發展趨勢，本計畫前往歐洲（荷蘭、丹麥）、紐西蘭、新加坡、馬來西亞及日本等國進行產業參訪及技術交流，本團參訪國家為馬來西亞與新加坡，成員由本部產業及試驗單位代表組成，赴參訪國與當地農企業、研究機構、公部門等單位參訪與意見交流，就政策制定或推動農業淨零排放之經驗，瞭解當地農業剩餘資源全循環政策，回收再利用之技術、運作處理及具商業模式之成功案例，反思如何增進我國在農業淨零碳排與循環經濟之產能與量能，達成效益最大化與規模經濟，內化成我國農業淨零碳排與循環經濟政策制定與推動之根基。

馬來西亞與新加坡為我國新南向政策之目標國，該國亦有大量華裔人口，語言、文化與生活習慣頗為相似。我國與星馬2國亦有多年人流、經濟與科學技術往來，我國於農業淨零循環技術發展程度應不落後於東南亞國家，循環農業推動得否順暢則在於不同國家於剩餘資源循環再利用政策、產業規模、法規與環境管制之差異，前往此2國透過參訪多層面比較差異，有利於我國就有機剩餘資材循環再利用之經驗擷取，進而提出具可行性且可突破之法規鬆綁或制度建立。

## 貳、考察過程紀錄

### 一、Promise Earth 企業參訪

#### （一）簡介

該公司成立於2008年，主要發展生物相關科技，並專注於有機廢物處理，藉由發酵和堆肥的過程處理有機廢棄物，期望對社會提供更

好、更有效之有機廢棄物處理技術。有鑑於馬來西亞每天約產生17,000噸剩食，如不浪費可養活約300萬馬來西亞人。剩食與蔬果殘渣為直接的線性自然資源浪費，因生產過程使用土地、肥料、水資源、運輸油料資源消耗與碳排，最終成為廢棄物對環境不僅有破壞性影響，為處理大量廢棄物導致垃圾掩埋場需求不斷上升。被拋棄至垃圾掩埋場時，將分解產生甲烷，此溫室氣體較二氧化碳全球暖化潛勢達25倍。線性經濟造成過量的資源消耗及環境汙染問題日益嚴重，迫切需要開發替代性、可變性的有機廢棄物處理解決方案作為應對措施，**Promise Earth**公司在此背景下成立，期望能妥處剩食及有機剩餘資源，達到零廢棄全循環目標。該公司透過與日本商業合作夥伴技術合作，利用好氧高溫微生物酶（**aerobic high-temperature microbial enzymes**），開發 **Bio-Mate On-Site**，提供先進、高效且高速現場回收處理技術，可以在24至48小時內將有機廢物（如剩食、魚、肉及蔬果殘渣、枝條等）轉化為天然有機肥料、堆肥、土壤改良劑或動物飼料。

## （二）訪談重點紀錄

該公司當前主要客源來自馬來西亞政府部門、購物中心、連鎖食品集團、以及學校，主要向渠等單位收購(或收受)剩食或直接銷售 **Bio-Mate On-Site** 有機廢棄物處理機等2方式進行剩餘資源處理。收集之剩食或蔬果殘渣後先進行破碎，並加入酵素分解，再進行後續處理，最終產出肥料後，銷售海內外。同樣做法除可產出肥料外，該公司另收購畜產下腳料如廢魚、雞隻，製成動物飼料。針對購置有機廢棄物處理機之合作對象，**Promise Earth** 定期提供酵素，使合作對象能自行於現地分解剩食或蔬果殘渣製成肥料，於場地內自行處理有機剩餘資源。

## （三）心得與建議

**Promise Earth** 所提供之硬體設施與服務，我國亦有類似技術，惟肥料或動物飼料製成與使用，我國有較嚴格之管理法規，對於未來是否能普遍推廣有機廢棄物處理器械，與將產出物循環再利用，將考驗主責單位對於法規調整與解釋。此外，將有機廢棄物處理器械推廣至集

合住宅、市場、綜合型建築內，可減少集運成本，但應配合改變民眾對於垃圾分類與剩食或蔬果殘渣處理之刻板印象。



圖 1：Promise Earth 場內 1 TON 級機型



圖 2：Bio-Mate On-Site 50KG 級機型



圖 3：待破碎之殘料



圖 4：分解烘乾中之殘渣



圖 5：聽取業務經理賴先生公司簡報



圖 6：廠長符先生說明剩食處理程序



圖 7：肥料成品，待銷往日本



圖 8：研習團與 Promise Earth 員工合影

## 二、Entomal Biotech & Sunway Lagoon 企業參訪

### （一）簡介

Entomal Biotech 為吉隆坡地區黑水虻養殖與技術服務公司，專注於開發和昆蟲應用相關技術，以應對食品安全、資源管理和環境保護，並利用黑水虻之生物特性和生產能力，處理吉隆坡地區剩食或蔬果殘渣問題。該公司成立於2019年，研發 Entomal Mobile Bio-Conversion (EMBC) 系統，利用20呎貨櫃改裝成可移動式農場，與馬來西亞地方市議會、私人企業、農場、購物中心、旅宿業者簽約租賃或販售 EMBC 系統、該公司供應黑水虻幼蟲及提供技術支援等服務。待成蟲後，讓客戶自行運用，或是收回蟲體進行加工處理，製成動物飼料等產品。

### （二）訪談重點紀錄

公司負責人說明，創業初期係以工廠大規模飼養方式經營，但因馬來西亞當地垃圾無分類相關規定，一般垃圾與剩食及蔬果殘渣混雜，分類困難，加上運輸集中成本過高等因素，又因黑水虻產品需考量品質穩定性及定位為農產品，導致售價無法提升，最終因財務困境無法支持公司穩定發展。後期轉型，改以小規模貨櫃，提供硬體與技術支援服務，重新設定黑水虻生物處理於馬國的市場定位。當日並參訪 Entomal Biotech 與 Sunway Lagoon 之商務合作處理模式，實地了解 Sunway Lagoon 水上樂園如何於園區內設置貨櫃以黑水虻處理園區剩食及廚餘，Entomal Biotech 設計處理模組及提供技術服務，並以此合作模式將達到剩餘資源循環再利用效果。水上樂園應用此黑水虻模組，於

園區內設置循環農業環境教育場域，透過體驗及解說介紹該企業對接聯合國永續發展指標 SDG2、SDG12等目標，及向遊客(主要是學生與青少年)闡述該企業應善盡的環境與社會責任，透過具體實施作為爭取顧客認同企業理念。

### (三) 心得與建議

我國農業有機廢棄物年產出量約497.37萬公噸，多以堆肥（50%）和就地翻耕掩埋（35.19%）處理方式為主，可妥善處理99.99%以上之農業有機廢棄物，惟為促進農業剩餘資源多元利用，建議可參採 Entomal Biotech 與 Sunway Lagoon 之商務合作處理模式，鼓勵民間開發模組化循環技術，建立農業循環產業價值鏈模式，並透過政策引導，於農場自有場域內，利用黑水虻作為生物轉化工具，協助處理農業剩餘資源。此外加強整合有關單位，促進以生物方式處理同質性或區域性之農業剩餘資源；整合方案可從源頭生產、製程、產品、環境、企業責任等面向提出符合 SDGs 及內容，媒合企業參與循環農業 ESG 方案。



圖 9：於廠商辦公室內簡報與交流



圖 10：黑水虻製成之寵物飼料



圖 11：黑水虻成蟲繁殖室



圖 12：黑水虻蟲卵



圖 13：黑水虻蟲卵、蛹、幼蟲展示



圖 14：Sunway Lagoon 場域內飼養步驟



圖 15：貨櫃內溫度、濕度監測解說



圖 16：研習團與 Entomal Biotech 員工合影

### 三、MPOB/UKM 官方拜訪

#### (一) 簡介

本次前往馬來西亞棕櫚油局（MPOB）主因為棕櫚油產業為馬國往年皆帶來可觀之外匯收入，但因近年受印尼油棕產業競爭，以及面對全球淨零減碳趨勢，該國油棕產業面臨局大挑戰。參訪研習團擬透過交流，瞭解棕櫚油產業內針對農剩餘資材及循環經濟研發與應用升級與發展。

該局成立於2000年5月1日，為馬來西亞棕櫚油研究所和棕櫚油註冊與發證局合併組成，從事該國油棕業服務之政府機構。旨在促進和製定國家目標、政策和優先事項，以促進該國油棕業福祉。該機構具有研究、開發至商業量產化、註冊、許可和技術諮詢等功能。

#### (二) 訪談重點紀錄

當前馬來西亞油棕種植面積已達570萬公頃，油棕輪伐週期為25年，故每年可產出約0.85至1.1噸之棕櫚樹生物質。本次主要參訪該局工程與加工研究部—生物質技術組，該組主責油棕之生物質剩餘資材進行循環利用，資材研發項目為：

1. 油棕空果串：進行低密度（隔熱材料）、中密度（家具）及高密度纖維板（地板）開發，與產官合作進行紙類開發，並與日本技術合作進行汽車材料開發。
2. 棕櫚樹幹材：可取纖利用，開發為高單價纖維素或製成燃料顆粒（Pallets）。經瞭解當前因幹材含水率高達60-70%需要利用燃料烘乾至10%左右始能造粒，導致耗能過高，成為該國製程急需克服問題。
3. 棕櫚殼炭材：可製成活性碳原料與燃料等技術，亦可作為燃料出口，部份進行炭材製作，成活性碳原料，混合成煤燃料及廢水處理等吸附材料。
4. 關稅障礙分析：有鑑於先進國家將針對進口貨物施以碳足跡盤查與碳邊境調整機制認證（CBAM Certificates），MPOB 已建立相關單位進行研究，面對即將來臨之類關稅障礙。

#### (三) 心得與建議

(一)產業永續發展路徑：油棕為馬來西亞黃金作物，面對鄰國印尼產能強勢挑戰，MPOB 不以數量做競爭，以生產技術、產能提升及永續生產循環利用為前提，MPOB 研究油棕技術已可完全替代石化燃料，但因馬國汽油生產成本低廉，馬國民眾對於棕油替代石化燃料接受度不高。未來仍需藉由社會溝通進行教育，以及把握棕油與石油成本拉近機會及可能，棕油替代化石能源或綠色能源永續燃油，使該項技術能夠實際應用於能源產業，達到油棕產業永續發展目標 (RSPO)。目前馬國小農則以該國訂定之「大馬永續棕油認證」(MSPO)為目標推動永續生產。研究方向朝高單價產品開發，或綠色循環應用。也正因馬國對油棕作物有專門研究管理部門推動，在配合政府新技術導入之農民，提供資金補助外，提供配合提供試驗場域研發用途之業者減稅等優惠補助，以推動油棕產研合作、技術發展及落地應用。

(二)油棕產業生物質剩餘資源應用於我國循環技術研發之反思

### 1.生質顆粒

油棕幹材生產之燃料顆粒主要為出口替代能源使用(日本、韓國)，少量自給自足，並利用混煤技術生產作為電力供應，且提供之生質顆粒可減少運輸體積，並且熱值約柴油一半，為乾淨之綠能燃料，此部分之技術於國內農業剩餘材料再利用確實有可借鏡之處。現行國內生質燃料顆粒以 SRF 為推動主體，其製作原料主要為廢棄物，因未自源頭依成分訂定標準分級管制，即便業者使用專燒爐進行乾淨無添加之純白料木質顆粒熱源利用，然其產出之灰分仍與廢棄物製成 SRF 等同視為廢棄物，無法直接再利用回到農業，此舉將有礙農林剩餘資源循環及綠能產業發展，建議後續應有跨部會協商之空間，自源頭訂定分級管理，以利農林剩餘資源循環管道順暢，橋接國家綠能產業。

### 2. 生質顆粒燒製餘熱應有效使用

觀察 MPOB 生質顆粒製造過程脫水乾燥，與 碳材料燒製過程均使用柴油產生熱源，而產生之熱源並無觀察到再循環利用，或是製碳過產出之可燃氣循環再利用，此部分實則可進一步利用。MPOB 製碳相關設備於國內亦有類似設計甚至更大型製碳機具，主要為燒製稻殼炭及雜木炭應用，但熱源部分或可燃氣

多可再循環使用，應用尾熱進行原料乾燥。

### 3.生物炭應用待對接用途明確規範

目前國內碳品部分並無明確規範，致使業者在投入產業發展過程，均保持觀態度，在未來國家推動2050淨零排放政策下，農業發展使用生物炭提高土壤碳匯量之技術，然目前困難點有民間碳材取得不易、單價居高不下之窘境，即便目前國內已推動農業廢棄物發電之躉購電價政策，但也因環保單位認定農業廢棄物發電所產出之碳材料，亦屬於廢棄物，無法直接販售，需經再處理業者再製後才能成為產品，政策面推動未能連貫致使業者評估投入後之效益與預期存有明顯落差，不利農林剩餘資源循環再利用。

### 4.技術研發未符市場需求無法落地

馬國油棕纖維素精煉利用目前為高單價產品，因高價致市場接受度低，尚待市場變化、技術演進、外部成本內部化及後續的社會溝通，唯市場落地應用才具研發價值。國內循環產業相關技術亦存有類似問題，在政策面推動之餘，就需要有相關配套投入搭配計畫研發定位商品化及用途，使產業鏈能夠暢通，並且發展產品須符合市場需求及消費者使用習慣，未來循環產業才能有效落地應用，此部分為科研人員亟需證正視之課題。



圖 17：聽取板材至作說明



圖 18：不同密度板材展示與說明

	
<p>圖 19：棕櫚果仁殼炭化機</p>	<p>圖 20：炭化之棕櫚果仁殼</p>
	
<p>圖 21：棕櫚枝幹破碎與燃料顆粒製成機</p>	<p>圖 22：棕櫚木製生質能燃料顆粒</p>
	
<p>圖 23：參觀 MPOB 示範工廠</p>	<p>圖 24：研習團與 MPOB 工作人員合影</p>

#### 四、Newater 官方拜訪

##### (一) 簡介

赴新加坡，旨在深入瞭解該國如何面對水資源匱乏與循環再利用之技術與工程整合方案，延伸思考未來我國水資源分配與農業用水更合理分配之可能性。新加坡受自然環境影響，淡水匱乏故民生用水多需仰賴馬來西亞進口，後因經濟與人口急速成長，與馬來西亞進口合約將於2061年屆滿，故新加坡政府於西元1972年開始研究新生水之生

產，並於1998年成立新加坡公用事業局（PUB），經過13,000多項實驗，於2003年分別於 Bedok 及 Kranji 成立第一及第二座新生水廠，經由逆滲透過濾及紫外線殺菌等步驟製造乾淨、安全、符合生飲標準之自來水。目前新加坡國內用水雨水與進口水佔40至45%、海水淡化佔30%，而新生水之產量已可滿足全國用水之30至35%，PUB 計畫逐年減緩對馬國淡水需求，並於2060年將新生水提升至全國用水量之55%。

## （二）訪談重點紀錄

1. 前往濱海灣壩堤旨在瞭解新加坡對於水資源利用與保存技術之推動，同時瞭解新加坡當局如何使民眾瞭解永續發展之重要慶，以及如何有效地管理和利用水資源，含雨水收集技統、水資源回收利用以及其他保護水資源措施。壩堤於2005年3月22日開始修建，2008年10月31日完工，係該國第15個，同時為市中心首個蓄水池，並未新加坡提供淡水供應，以減少對鄰國進口水源依賴，該池共有五條水道匯入於此。
2. 本次參訪壩堤展示中心，提供多種互動式體驗，包含濱海大橋縮小版模型。於現場可動態展示豪大雨時，壩堤橋底冠型閘門如何作用，將滯洪池內過量的雨水排入大海，館內另有六大展區，包括新加坡如何應對氣候變化、供水管理戰略、零廢棄提倡、再生能源，以及如何保持新加坡乾淨、綠化、永續等議題。
3. 新生水標準產製過程主要分為3階段，第一階段為微過濾（Microfiltering），在此階段以過濾薄膜以去除水中的雜質、細菌、原蟲等微生物；第二階段為逆滲透（Reverse Osmosis），此階段藉由孔徑更小的薄膜反向過濾以去除水中的病毒、重金屬、農藥及化學物質。經過二階段過濾，已符合飲用水標準。新加坡公共事務局（Public Utility Board, PUB）此後仍加入第三階：紫外線照射，加強去除水中殘存的礦物質，確保水質可達精密工業用等級之純水，後以專管送往工業區及商業大樓作為製造業冷卻用水；另於乾旱時期，新生水亦可經過專管進入水庫與原水混合後成為飲用水，當前99%

之新生水用於工業，1%則用於民生。

### (三) 心得與建議

臺灣與新加坡同為海島型國家，常年面對工業、民生、以及農業用水之資源爭奪與取舍。未來面對氣候變遷、水資源缺乏，水源爭奪更將成為常態。建議可參考新加坡經驗，透過新生水模式處理轉換成可再利用水資源，並訂定水價分級機制，價高之新生水供應工業，減少工業、民生與農業水之競爭，自然降雨以供應民生用水、農業用水為優先，除符合水資源分配序位外，亦保障農業用水永續供應。

在永續發展目標（SDGs）下，落實企業應負起之環境及社會責任，減少其與民生、農業競用水資源之道德風險，預先因應未來企業受永續評比之要求。透過促進水資源循環再利用，擴大水資源來源，同時減少水資源浪費，落實水資源供應序位及不同需求之合理水資源取得價格，即可提升民生用水安全、保障農業用水供應及足量的工業用水供給，緩解旱季時期水資源調度之壓力，加強因應氣候變遷水資源調節之韌性。



圖 25：濱海壩堤永續展示館入口



圖 26：壩堤模擬豪雨狀態



圖 27：濱海壩堤實景



圖 28：濱海壩堤參訪研習留影紀念



圖 29：新生水展示館入口



圖 30：新生水微過濾系統展示說明



圖 31：新生水廠逆滲透管樣品展示



圖 32：新生水廠逆滲透系統實景



圖 33：新生水廠紫外線設備樣品展示



圖 34：新生水廠館內教學展示設施



圖 35：新加坡雨水回收管道模型



圖 36：參訪研習團合影留念

## 五、文化參訪

## （一）沙阿南國家植物園（National Botanical Gardens Shah Alam）

### 1. 簡介

建於1986年4月24日，最初名為 Taman Pertanian Bukit Cerakah（Bukit Cherakah 農業公園），位於 Bukit Cherakah 森林保護區內，距吉隆坡約30公里，園區占地871公頃，除有大片紅欖仔-高榕樹森林與觀賞植物外，內有來自馬國各地及其他國家多種植物品種，包括熱帶雨林植物、草本植物、水生植物、瀕危植物等。園內中心另有馬來西亞傳統式建築供參訪者瞭解馬來西亞傳統建築特色。園區內除有多種熱帶植物外，園區內設有草藥園區並提供馬來西亞當地常見草藥植物說明與療效介紹，可使參訪者獲取相關資訊。園區內另有水稻田，特定季節時可讓參訪者體驗水稻植栽與田間生態教育。

### 2. 心得與建議

本次前往參訪，可借鏡園區規劃，未來我國森林遊樂區或植物園等地，亦可提供腳踏車租賃與專用道等設施，並設立定時、定點導覽，提供生態教育和食農教育機會。

## （二）濱海灣花園（Gardens by the Bay）

### 1. 簡介

濱海灣花園內設有18顆超級樹（Supertrees），高25至50公尺不等，樹中心體為混凝土，樹幹外圍種滿200多種、逾16萬株熱帶攀緣植物，部分樹頂裝設有太陽能儲電板，為樹上展示燈提供電力，其餘樹幹則是與園區內溫室系統連接，作為溫室熱氣出風口，此外超級樹還能收集雨水，灌溉樹幹外植物，將資源永續再利用，兼具造景、遮陽、發電、照明及灌溉等功能。

### 2. 心得與建議

新加坡境每年可生產500,000噸碎枝殘幹等有機廢棄物，接送往濱海灣花園內中永續綠能中心（ecoWise Marina Power），經過挑選及分類後，輾壓破碎成為生質燃料，為園區提供再生能源原料，提供部分濱

海灣花園內每日電力使用，換算可減少約13,280噸之二氧化碳排放量，為資源循環利用的最佳示範園區。

### (三) 牛車水 (Chinatown)

#### 1. 簡介

牛車水為新加坡中國城，係華人重要聚集地與市場，新加坡農業生產僅佔全國國土面積不足2%，絕大部分新鮮蔬果、花卉、生鮮肉品皆由鄰近國家（如馬來西亞、印尼、中國、泰國、澳洲、紐西蘭、中東及臺灣等地）進口。位於牛車水地下一樓傳統市場內部設有幾處專門廚餘回收桶，針對牛車水市場所產生蔬果廚餘及肉類下腳料加以分類回收處理。由於生活節奏快速、飲食文化多樣性、便利性及經濟因素等考量，新加坡居民飲食習慣大多傾向於外食，相較於過去政府對於一般民眾自家住宅並無強制廚餘分類規定，缺少大規模地處理廚餘設施，長年依賴焚化將剩餘的食物燒成煙灰，近年來新加坡國家環境局 (National Environment Agency, NEA) 致力透過各種策略和技術，以提升廚餘回收率。

#### 2. 心得與建議

除了廚餘以外，剩食也容易造成社會資源浪費及環境負擔，新加坡政府對於剩食回收方面提倡剩食回收計畫，透過新加坡食物銀行 (The Food Bank Singapore) 將剩食轉給有需要的家庭和慈善機構，以減少食物浪費並提升資源再利用；且對於外觀不完美的食材，建立 APP 平台以低至市價一半價格轉售，除達到減少環境廢棄物、資源永續利用之目標，對於國家糧食安全更是一大幫助。

### 參、心得與建議

#### 一、政策面：法規調適營造有利全循環零廢棄發展環境

(一)馬國現有處理農業及食品剩餘資源硬體設施與服務，我國有類似或更先進之技術，國內應用面則因廢棄物管理、再利用製成產品與使用，相較馬國有較嚴格之管理法規(肥料或飼料)。因應2040年農業淨零，有機廢棄物全面資源化及再

利用促進，將考驗主關機關跨域整合、法規調整與解釋能力。

(二)分散式源頭減量預處理可減少剩餘資源集運成本，我國農業剩餘資源具有多樣及分散性、季節及常年出產之特性，生物性資源未如工業規格標準均一且多具高含水量，建議透過政策引導及法規調整便利源頭處理，在技術可行前提下改變農民觀念帶入經濟誘因，古禮農民於現地將剩餘資源輕量化、均一化、減省體積，將有助循環資源集運、減少成本並增進後端產業使用意願。

(三)以政策引導農場主於自有場域內，利用生物特性以其為工具將廢棄化轉化為可利用資源，或集中處理同質性或區域性之農業剩餘資源。以黑水虻為例，馬國案例在運用得宜下，於自場處理生物質資源(果菜殘渣、下腳料、廚餘等)，將取代場內耗能源動力之機械處理，並減省外運由專業單位以廢棄物集中掩埋或焚燒處理額外產生之成本及對整體環境之汙染。建議法規鬆綁及調整，朝向現地或農場域內採生物處理生物質農業剩餘資源。

(四)現行國內生質燃料顆粒以廢棄物製成 **SRF** 為主力，限制農林資材應用於生質顆粒原料之發展，建議我國自源頭即應依成分訂定燃料顆粒標準分級管制，燃燒剩餘灰分亦須分級管制，將生物質（俗稱白料）與廢棄物燃燒餘物區隔，便利有意減碳、減少排放汙染之鍋爐業者提升農林生質顆粒之採購使用。建議後續應把握跨部會協商之機會，強調自源頭訂定分級管理，以利農林剩餘資源循環管道順暢，並呼應國家綠能產業發展。

## 二、產業面：剩餘資源再利用產品對焦附加價值高之產業原料

(一)為促進農業剩餘資源多元利用，可採跨產業之商務合作處理模式，鼓勵民間開發模組化循環技術，建立農業循環產業價值鏈模式，串連上下游產業及技術服務擴散，以服務及產品增值循環產值。整合方案可從源頭生產、製程、產品、環境、企業責任等面向提出符合 **SDGs** 及內容，媒合企業參與循環農業。

(二)參考馬國 **MPOB** 對油棕作物設有專門研究管理部門，產業面在配合政府新技術導入之農民、提供資金補助外，提供配合提供試驗場域研發之業者減稅等優惠補助，以推動油棕技術發展並促成產業合作互利及共生。

(三) 重視永續發展目標 (SDGs) 下衍生之產業機會，企業逐漸被投資人要求應負起環境及社會責任，產業發展均須注意其與環境、生態競用資源、侵害利害關係人、未考量在地居民之道德風險，企業為避免永續評比低落，將逐漸重視企業 ESG，農業為企業著力環境保護(E)及社會責任(S)之重要場域，建議應把握全球發展趨勢，導人民間企業資源，在共同的發展目標下推動農業永續。

### 三、研究面：科研目的明確對應產業缺口及落地應用

(一)我國農業規模小，參照馬國 MPOB 不以數量做競爭，淨零研究方向建議朝高單價產品開發或綠色循環應用。以生產技術、產能提升及永續生產循環利用為科研重點，對應全球永續發展目標，朝向能源替代、綠色能源及航空永續燃油、揭露產品環境生態價值、落實溯源及認證制度等。

(二) 國內循環產業相關技術研發，建議皆須有相關配套對焦定位商品化及用途，技術支持產業、產業符合國人或國際市場需求，使上下游產業鏈能夠暢通。開發產品考量消費者使用習慣，未來循環產業才能無縫落地應用。