

台灣永續物質管理執行經驗之探討

蘇銘千

國立東華大學環境政策研究所副教授

摘 要

永續物質管理(sustainable material management, SMM)政策包括生產製造、消費、廢棄物管理、國際貿易、都市計畫等內容，利用法規、經濟、鼓勵自發性等手段達成資源循環再利用、減輕環境衝擊之目標。國內現有環境政策、各類資源循環再利用相關計畫及物質流研究，雖與國際間趨勢大致符合，但物質循環研究則多屬基礎研究性質，缺少實際之應用。本研究之主要目的即為探討國內外 SMM 政策與執行策略，並應用物質平衡原理以國內都市廢棄物(MSW)，模擬試算國內廢棄物政策推動結果之評估。研究結果呈現發展「永續物質流概念」模式，應用於國家產業發展政策之分析，應為未來推動 SMM 政策之首要工作。

關鍵字：物質平衡分析、都市廢棄物、永續物質管理

一、前 言

經濟合作暨發展組織 (Organization for Economic Cooperation and Development, 簡稱 OECD) 廢棄物預防及減量工作小組 (Working Group on Waste Prevention and Recycling, WG-WPR) 推動廢棄物減量及再利用已長達 25 年，將廢棄物管理以生命週期的概念建立物質永續循環之管理政策。因此 OECD 於 2005 年成立永續物質管理 (Sustainable Materials Management, SMM) 工作領域，並舉行第一次研討會訂定 SMM 工作範疇，探討會員國及國際組織在 SMM 領域的理解及相關活動，針對如何協助會員國推動 SMM 工作、訂定相關政策等進行討論，此外也就可有效評估物質使用對環境衝擊之研究方法與測量工具進行討論，進一步於 2008 年邀請各國政府、產業及非政府組織報告 SMM 相關成果並於會後決定後續主要工作領域，至此 SMM 未來趨勢大致確認並為各國政府規劃大方向。



我國廢棄物政策已由早期之「管末處理」提升至「源頭控管」，現階段政策則更以「零廢棄」為主軸，強調「源頭減量」與「資源回收」之工作，與國際上重視物質永續利用之趨勢相符合。雖然國內環保政策之推行與法令規範演變至今，已逐漸加重以環境為主要考量之比例，在業界因應法規對綠色產品之要求，產品設計也以對環境友善為原則，但仍有不足之處，為使其更趨完善且與國際接軌，應積極主動參與、推行 SMM 相關之活動，藉由對物質之有效管理、使用及處理，達成「零廢棄」之目標，使資源有效利用以建立永續循環型社會。

二、國際永續物質管理現況

OECD 為推動永續物質管理，於 2005 與 2008 年舉辦研討會，邀請會員國、其他非成員國、非政府組織、產業代表及研究學者等，交流物質管理相關經驗、分享技術及方法，並於會議中擬定後續工作項目、時程規劃，檢視各會員國內執行 SMM 之成果，彙整說明如下。

(一)永續物質管理定義(Sustainable Materials Management, SMM)

由 OECD 於 2005 及 2008 年對其會員國所作之問卷調查可得知，關於永續物質管理(SMM)之定義，除了 OECD 廢棄物預防及減量工作小組所提出之工作定義外，多數國家並無對 SMM 定義，僅有日本、荷蘭、芬蘭及瑞士表示對 SMM 有正式之定義或特殊了解。日本朝循環型社會發展，在 3R 策略下，以物質生命週期循環為原則進行廢棄物減量、再使用及資源化再利用；荷蘭則以「搖籃到墳墓」的思考方式，減少資源使用所造成的環境衝擊及經濟成長的全面目標；芬蘭的 SMM 定義著重於生態效益及物質效益上，在生產產品及服務時投入較少的物料，最小化有害衝擊；而瑞士對 SMM 的了解最為接近 OECD 的工作定義，資源的永續使用意指減輕產品對環境之衝擊，因此在整個生命週期，包含原料的取得、生產、使用及處置，必需將生態、經濟及社會面向納入考量。其餘國家雖無特定之 SMM 定義或政策，但在實行之環境政策上通常已包括了廢棄物、物質材料/產品、消費、污染防治及能源等元素，並致力於資源管理、工業、交通運輸、氣候變遷、生物多樣性、空氣、水、土壤保護等議題。

(二)聯合國與 OECD 永續物質管理政策

國際間發展 SMM 政策之原因包含了環境、經濟、法規壓力、國際競爭力、社會及其他因素。其中以環境與經濟因素為各國認為有發展 SMM 必要

性之最主要考量。首先是『環境因素』主要為由廢棄物管理政策為啓發，以預防、管理為目標，進而探討『物質及自然資源』的使用型態，以生命週期為考量，減少環境衝擊及避免環境問題越境污染。此外能源議題及氣候變遷更是串連環境因素之關鍵。另一項為『經濟因素』則是因自然資源及原物料可取得之關注、成本的需求、物質使用效率。期以 SMM 政策落實環境成本內部化於物質的整體價格，以創造生產力、競爭性、綠色產品市場的發展。

聯合國在資源永續管理上主要以推動永續消費為原則，「永續消費」最初是源自於 Carson 等人對於「永續發展」的解釋，並經由歷年的國際會議將「永續發展」的概念持續延伸後，以 1992 年的「地球高峰會」後出版的「21 世紀議程」第四章為目前對永續發展最主要的解釋。聯合國會員大會於 1985 年，將「消費者保護(Consumer Protection)」的概念納入其決議中，並在 1995 年由秘書處依聯合國經濟社會理事會要求，將「永續消費 (Sustainable Consumption)」概念納入，於 1999 年延伸形成新的指南－《United Nations Guidelines for Consumer Protection》。依此書中對「永續消費」的定義為：永續消費意即在符合經濟、社會和環境永續性的前提下，滿足現在與未來世代對商品和服務的需求。

另根據 OECD 問卷調查結果顯示，不論各國是否對 SMM 有正式定義或特定的 SMM 政策，實際上，各會員國或多或少都已正在實行永續物質管理，概括各國所提之其國內執行政策、計畫內容等，可將其內涵分為政策目標及採取方法/工具兩項如表 1：

表 1 各國政策目標與方法歸納

目標	方法
1. 減低經濟成長與環境衝擊間之連結	1. 加強再使用、回收及資源化(3R 策略)，使物質生命週期為一密閉循環系統
2. 預防污染及廢棄物	2. 設計對環境友善的產品/物質
3. 減少物質對健康及環境造成的負面影響	3. 促進生態效益，物質及能源效益
4. 最小化廢棄物及危害/毒性物質於其生命週期的產生量	4. 促進物質的安全使用及安全處置
5. 確保自然及生物資源的永續利用	
6. 確保物質消耗能達永續	



綜合上述國際發展現況探討 SMM 雖仍是一新概念，但已在多項的政策及計畫中付諸實行，如上表 1 各國政策目標與方法歸納所提之要件，通常是環境政策的基礎，尤其是在廢棄物政策方面，這也是多數國家表示 SMM 已有部份包含於其自身環境、廢棄物政策當中之原因。簡言之，對 SMM 是否有無正式定義並未影響多數國家於其國內政策、法令、國家計畫實行永續物質管理相關之策略。

在政策方面，OECD 秘書處依問卷結果進行分析，歸納各國政策乃以去毒化、減少物質使用及外部資源內化為原則，尤以去毒化、減少物質使用最常出現並涵蓋大部分的環境政策。國際上永續物質管理的發展趨勢以物質來看，塑膠、金屬、玻璃、木材、紙類及織品原料，為永續物質管理優先考量對象；此外彙整各國提出之物質流部分，包含電子電機設備、包裝、運載工具、電池、建築材料、化學物質、輪胎、食物、大型家具、礦物、能源輸送等，其中電子電機設備、包裝、運載工具、電池四項為最多國家所進行之管制目標，且多數規範於延長生產者責任之架構下；若以產業活動劃分，則著重於運輸、製造業、能源生產、食品生產、礦業及服務業。

(三)國內與永續物質管理相關之政策

綜合分析我國廢棄物政策相關研究報告，我國廢棄物管理政策與措施之演進約可分為三階段，第一階段為 1984 年「都市垃圾處理方案」，初期以掩埋為主，而中長程則以焚化為主政策；第二階段為 1991 年之「垃圾處理方案」，明定垃圾以焚化為主、掩埋為輔；第三階段則以源頭減量、資源回收為主軸，於 2003 年起推動垃圾零廢棄，以提倡綠色生產、消費，再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用。「國家環境保護計畫」與「環境基本法」為國內現行環保政策、法令之主要依據，其下如：「廢棄物清理法」與「資源再生利用法」等，皆對物質使用、管理及處理訂有相關規範及實施計劃，可將其分為資源回收及源頭減量兩部分。其中資源回收至 2006 年 1 月 1 日採『垃圾強制分類』使廢棄物達最大減量成效，亦即達到 SMM 三大政策原則之「去物質化」與「外部成本內化」。源頭減量則以推動『購物用塑膠袋及免洗餐具減量政策』、『限制產品過度包裝』及『限制含汞電池製造販賣』，其符合 SMM 政策原則之「去物質化」與「去毒化」。雖然國內環保政策之推行與法令規範演變至今，已逐漸加重以環境為主要考量之比例，但在業界因應國際法規對綠色產品之要求，產品設計也以環境友善為原則，為使其更趨完善且與國際接軌，應積極主動參與推行 SMM 相關之活動，藉由對物質之有效管理、使用及處理，達成「零廢棄」之目標，使資源有效利用以建立永續循環型社會。

三、永續物質管理之研究方法比較

OECD 為促進 SMM 工作的進展，自 2006 年至 2008 年致力於有關 SMM 之方法論研究，研究共分析了 10 個可協助 SMM 施行的方法論，如單位服務的物質投入(Material Input per Service Unit, MIPS)、生命週期評估(Life-cycle Assessment, LCA)、物質流分析(Material Flow Analysis, MFA)、經濟投入/產出分析(Economic Input/Output Analysis, EIO)、全成本分析(Total Cost Assessment, TCA)、成本效益分析(Cost-Benefit Analysis, CBA)、生態足跡分析(Ecological Footprint Analysis, EFA)、熱力投入與產出分析(Thermodynamic Input-Output Analysis, TIOA)、環境影響評估(Environmental Impact Assessment, EIA) 及可計算一般均衡模型(Computable General Equilibrium, CGE)。OECD 認為若僅應用單一方法論難以達成此目標，因此多個方法論的結合是十分具有必要性地，實際上，所有的方法論在實踐時都應導入生命週期的概念。根據國內外研究案例，深入探討 SMM 可應用之方法，結合多重方法，已知可促進 SMM 之方法論組合為：(1) EIO 及 LCA；(2) EIO、LCA 及 MFA；(3) EIO、LCA、MFA 及 TCA。本研究經初步資料分析顯示，國內目前基礎統計資料，依 LCA 及 MFA 之研究方法應用，可驗證符合 SMM 精神之方法，可提供物質流進入經濟體在產業或不同產業製程中之研究。

四、以都市廢棄物為案例之 SMM 初步探討

本研究以我國都市廢棄物為案例之 SMM 初步探討，收集國內 1989 年至 2008 年都市廢棄物 (MSW) 之清運、資源回收、焚化處理、衛生掩埋、飛灰及底渣之量化趨勢分析，其中除垃圾清運量統計資料由 1989 年開始，其他類別則因政策推動時間點不同，因此最終本研究採 2002 及 2008 年之物質平衡模式，試圖分析 MSW 之流向途徑(如圖 1 所示)，該廢棄物管理採物質及能源流之方式，符合 SMM 政策之原則。圖 2 則為比較 2002 與 2008 年之 MSW 物質平衡結果，分析顯示廢棄物政策之推動確實符合 SMM 之原則 (Su, et.al., 2009)。

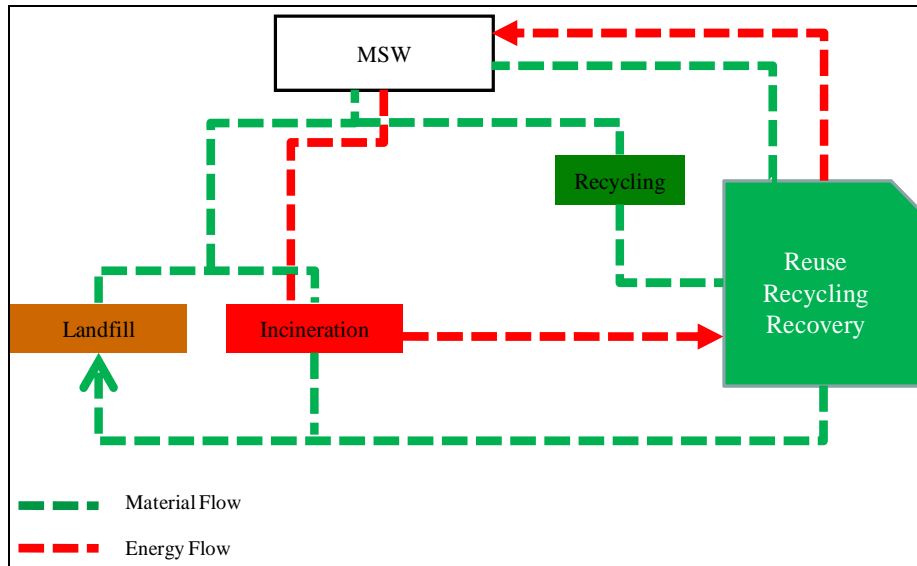


圖 1 台灣 MSW 管理途徑(Su, et.al., 2009)

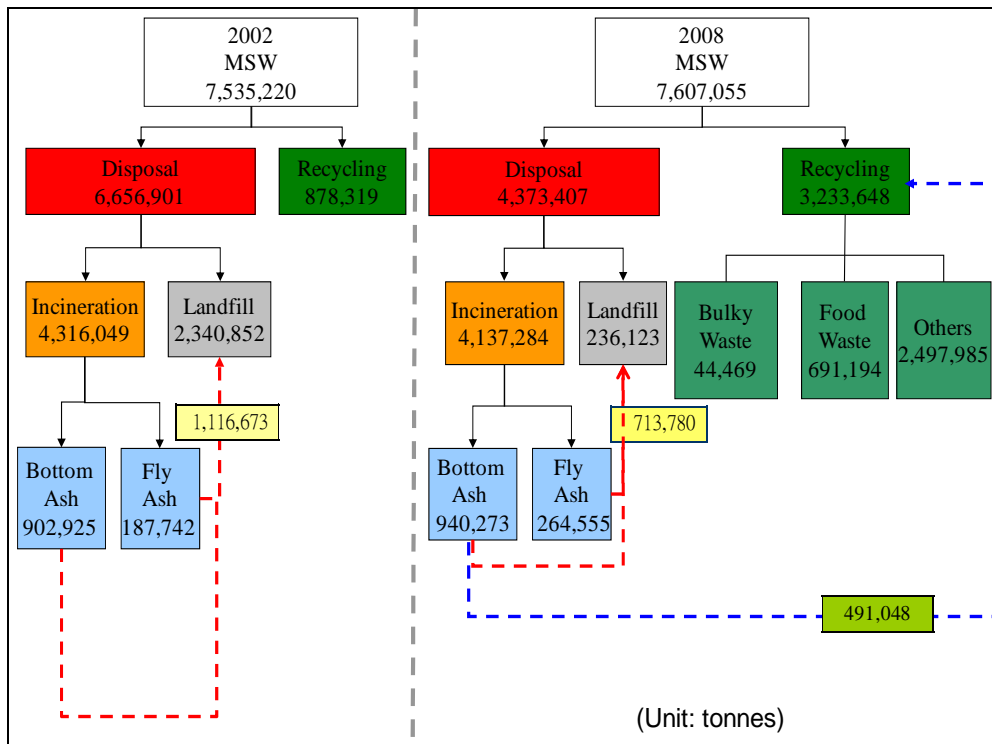


圖 2 台灣 2002 年與 2008 年之 MSW 物質平衡分析比較(Su, et.al., 2009)

上述分析結果顯示 2002 年之前廢棄物最終處置仍以掩埋為主，2008 年則因各項政策推動而漸趨以物質流及能源流回收之方式，國內廢棄物政策實施成果確已導向 SMM 的政策精神，未來根據國內 MSW 分析方案並持續以環境永續性與考量成本與安全性，探討都市廢棄物管理的進展，符合歐盟相關政策之環境與經濟目標，如廢棄物架構指令(Waste Framework Directive)、永續消費與生產行動計畫(Sustainable Consumption and Production Action Plan)與領先市場倡議(Lead Market Initiative)等。

五、結論與建議

由於 SMM 是一範疇廣泛、複雜的領域，涉及的相關利益者眾多，在政策上包括生產製造、消費、廢棄物管理、國際貿易、都市計畫等內容，利用法規、經濟、鼓勵自發性等手段達成資源循環再利用、減輕環境衝擊之目標。但若要將理論化為實際行動，則必須由多方面配合，例如：

- (一)生產者、消費者、政府部門、企業管理者，彼此需有良好互動相互學習，配合現行政策發展 SMM 計畫。
- (二)發展創新之 SMM 政策改變舊有之生產及消費模式，且需有能力評估執行 SMM 政策所帶來的環境及經濟效益。

因此，本研究提出以下建議：

- (一)連結政府、企業、非政府組織等分工規劃，發展夥伴關係。
- (二)加強政策及執行策略之研究，以落實 SMM 政策之推廣與應用，期與國際物質管理接軌。
- (三)訂立 SMM 政策之優先順序，及短、中、長程計畫與目標。
- (四)研究、調查消費者行爲，增進國人對 SMM 之相關知識，並落實消費者認知永續概念之教育措施。
- (五)編制 SMM 相關研究方法論的指導文件、手冊，供政府、產業、學術研究機構及消費者應用。
- (六)以學術研究單位為主，成立 SMM 研究中心，提供政府長期政策研擬及規劃之智庫，並作為政府與國際組織合作之橋樑。

國內之現有環境政策、物質流研究、各類推動計畫等，雖與國際間趨勢大致符合，然而在各部會推行之策略卻多是獨立作業，未來研究方向可以解決現有問題為考量，整合各部會相關之政策、計畫，延續相關研究之完整性，發展國內 SMM 政策、推行辦法與策略。



參考文獻

1. Baumann, H.; Tillman, A. M., 2004. The Hitch Hiker's Guide to LCA: An Orientation in Life Cycle Assessment Methodology and Application. Studentlitteratur AB, Lund, Sweden
2. Hammer, M.; Hubacek, K., 2003. Material Flows and Economic Development : Material Flow Analysis of the Hungarian Economy. Interim Report IR-02-057. International Institute for Applied System Analysis, Laxenburg, Austria.
3. OECD, 2008. Measuring material flows and resource productivity. Volume 1. The OECD Guide.
4. Bala, P., 2005. Hands-on Sustainable Consumption:A training guide for implementing the United Nations Guidelines for Consumer Protection.
5. Bentley, M., 2004. Tracking Progress: Implementing sustainable consumption policies- A global review of implementation of the United Nations Guidelines for Consumer Protection. (2nd ed.) United Nations.
6. Harjula, H., 2008. A Study on Methodologies Relevant to the OECD Approach on Sustainable Materials Management. ENV/EPOC/WGWPR(2007)5/REV1. 2nd Workshop on Sustainable Materials Management. Tel-Aviv, Israel, 7-9 April 2008.
7. Ming-Chien Su, Chen-Pei Chou, Yi-Zih Chen. "A Study of Sustainable Material Management Approach in Taiwan". Water Air Soil Pollut: Focus, Volume 9, Issue 5 (2009), Page 499.
8. Ming-Chien Su, 2009. A Study of Sustainable Material Management Achievements in Taiwan: Practical Experience and A Conceptual Model. 2009 International Conference on Sustainable Material Management. 15 September 2009. Taipei, Taiwan.
9. Ming-Chien Su, Chen-Pei Chou, Yi-Zih Chen. 2009. A Study of Sustainable Material Management Approach in Taiwan. Conference on the Challenges in Environmental Science & Engineering (CESE-2009). 14-17 July 2009. Townsville, Australia.

參考網址：

- 1.美國環境保護署：<http://www.epa.gov>
- 2.行政院環境保護署：<http://www.epa.gov.tw>