

淨零排放

利用溫差發電回收好氧堆肥生物熱能之可行性探討 Feasibility study on thermo-electric generation to recover bioenergy in aerobic composting process

林柏翰(Bo-Han Lin)¹, 黃琮博(Tsung-Po Hwang)¹, 林啟燦(Chitsan Lin)^{1*}

¹ 國立高雄科技大學海洋環境工程研究所 ctklin@nkust.edu.tw

摘要

好氧堆肥被認為是一種綠色整治技術，透過微生物的生物分解作用，能夠將污染物和廢棄物轉化為有機肥料，是循環經濟重要面向之一。堆肥過程根據溫度變化分為四個階段，其中在升溫階段、高溫階段和回溫階段，微生物分解有機物時會釋放出大量的生物熱能，但這些熱能在許多情況下並未得到有效的利用。

因此本試驗擬積極的回收好氧堆肥過程中微生物產生的熱能，利用溫差發電的技術，將原本被忽略的生物能轉換成綠色能源，並評估其技術與經濟可行性。試驗結果顯示堆肥過程中之溫差梯度平均為20°C，且成功的利用溫差半導體晶片的熱端貼附在堆肥不鏽鋼反應器的外側，冷端則裝設散熱鰭片利用室溫散熱，更可以提高發電效率。此外，為了連續監測發電性能，我們利用Arduino進行遠端監控，以便實時觀察發電模組在24小時內的即時發電量，及探討發電量的日夜變化。實驗時間總共一個月，不鏽鋼堆肥反應器中裝有共計乾基30公斤之初始堆肥混合物，分別為乾基24公斤廚餘、3公斤污染土、3公斤腐熟肥；實驗結果顯示：(1) 發電量與堆肥溫度呈高度相關，發電量隨堆肥溫度上升而增加，堆肥達最高溫75°C時，每日最高可發0.6度電，接著進入回溫期，發電量亦逐漸減少。(2) 本次實驗使用40片溫差發電晶片，僅覆蓋不鏽鋼反應槽約13%面積，試驗全程總發電量為4.9度電，平均每片發電量約為0.12度電。(3) 若將本次實驗中的反應槽貼滿發電晶片，預估全程總發電量可達近36度電，平均每公斤乾物質可發1.2度電。(4) 假設高雄市每天回收100公噸的堆肥廚餘(含水率80%)，則每天20公噸的乾廚餘可以回收24,000度電，約可供應56戶家庭的夏季每月用電量。

以上初步結果顯示，堆肥過程中的溫差能夠有效地驅動溫差發電裝置，技術可行性已獲得初步印證；雖然溫差發電系統的初期投資成本相對較高，但通過擴大系統的運作規模及優化設計提高發電效率，也許就可以彰顯經濟效益。廚餘堆肥生物技術，除了能整治有機污染物外，尚能降低焚燒廚餘及廢棄物熱處理所造成的大量碳排放；本試驗證明利用溫差發電技術可以成功的回收生物熱能、產製綠電，未來不僅有機會可以賣碳權，亦能支持我國政府發展綠色能源及2050淨零碳排的永續政策。

關鍵字: 好氧堆肥、溫差發電、生物熱再利用、Arduino連續監測、綠色能源

Keyword: Aerobic composting、Thermoelectric power generation、biothermal reuse、Arduino continuous monitoring、green energy