

知識物件上傳表

計畫名稱：濕料源熱化學液化技術開發

上傳主題：廚餘具有轉製生質燃料發展潛力

提報機構：金屬工業研究發展中心

提報時間：106 年 6 月 9 日

與計畫相關	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 是 <input type="checkbox"/> 2. 否
國別	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 國內 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 國外：(丹麥)
能源業務	<input type="checkbox"/> 1. 能源政策(包含政策工具及碳交易、碳稅等) <input type="checkbox"/> 2. 石油及瓦斯 <input type="checkbox"/> 3. 電力及煤碳(包含電力供應、輸配、煤炭、核能等) <input checked="" type="checkbox"/> 4. 新及再生能源 <input type="checkbox"/> 5. 節約能源(包含工業、住商、運輸等部門) <input type="checkbox"/> 6. 其他
能源領域	<input type="checkbox"/> 1. 能源總體政策與法規 <input type="checkbox"/> 2. 能源安全 <input type="checkbox"/> 3. 能源供需 <input type="checkbox"/> 4. 能源環境 <input type="checkbox"/> 5. 能源價格 <input type="checkbox"/> 6. 能源經濟 <input checked="" type="checkbox"/> 7. 能源科技 <input type="checkbox"/> 8. 能源產業 <input type="checkbox"/> 9. 能源措施 <input type="checkbox"/> 10. 能源推廣 <input type="checkbox"/> 11. 能源統計 <input type="checkbox"/> 12. 國際合作
決策知識類別	<input type="checkbox"/> 1. 建言 (策略、政策、措施、法規) <input checked="" type="checkbox"/> 2. 評析(先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) <input type="checkbox"/> 3. 標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 <input type="checkbox"/> 4. 其他：
重點摘述	<p>根據調查台灣每年可由清潔隊回收廚餘量約 57 萬公噸 (含水率約 80%)，廚餘容易發酵、變質、腐爛，如果處置不當，不僅影響人體健康，還會污染水體和大氣環境。目前清潔隊回收廚餘去化方式為製作養豬飼料或堆肥處理，製作養豬飼料有造成疫病疑慮，製作堆肥因耗時且價值低所以不容易去化。</p> <p>廚餘富含碳、氫、氧等元素，可視為一種能源生質原料。目前廚餘料源集中收運，因此料源穩定。若能將廚餘充分利用轉化成生質燃料，除能將廚餘有效去化，並可提升國內生質燃料的產量。</p> <p>近年來丹麥等研究機構開始研究利用水熱液化技術針對生物污泥、廚餘等高含水率廢棄物轉製成生質燃油。水熱液化技術不須將廚餘先經乾燥，在溫度 300~400°C、壓力約 200bar 條件下可將大分子固態有機物質分解為小分子液態生質粗油。為提升水熱液化油品品質及其附加價值，因此丹麥 Aarhus 大學透過加氫反應器將水熱液化生質粗油進行加氫改質處理，在溫度 425°C、壓力 400bar 條件下進行加氫改質程序，無須加入催化劑，經過加氫改質後油品品質優於北海原油。未來經過進一步處理後，可以成為航空燃油或是柴油使用，提高油品經濟價值。</p>

台灣廚餘回收狀況及數量

廚餘是居民在廚房烹飪過程中產生的一種有機固體廢棄物，容易發酵、變質、腐爛，如果處置不當，不僅影響人體健康，還會污染水體和大氣環境¹。根據調查，每年清潔隊回收廚餘量約 57 萬公噸（含水率約 80%）²，回收廚餘依是否可作為豬飼料區分為養豬廚餘、堆肥餘廚。

養豬廚餘年產約 37 萬公噸，目前以標售方式提供養豬廠當作飼料使用，每公噸標售價格約新台幣 1,000-2,000 元。養豬廚餘當作養豬飼料時，必須先在高溫蒸煮鍋中以 90°C 蒸煮 1 小時以消除大部分病菌，但有些耐高溫菌體潛在使豬隻感染疾病之風險，因此農委會並不鼓勵以廚餘養豬的方式進行廚餘去化³。

堆肥廚餘年產約 20 萬公噸，經由清潔隊清運後，除少數由清潔隊自行製作堆肥外，多數委託民間處理廠製作堆肥，委託價格約在新台幣 1,500-2,000 元左右。堆肥廚餘之去化處理、運送成本高且製成之堆肥品質不夠穩定，使得堆肥廚餘資源化的目的較難達成。

廚餘富含碳、氫、氧等元素，可視為一種能源生質原料。目前廚餘料源集中收運，因此料源穩定。若能將廚餘廢棄物充分利用轉化成生質燃料，除能將廚餘有效去化，並可提升國內生質燃料的供應量。

詳細說明

廚餘發展生質燃料可行技術：

1. 厭氧發酵產製生質氣技術：厭氧消化(Anaerobic digestion)是微生物在缺乏氧氣的環境中，進行生物降解的一系列過程⁴。它可用於處理工業或生活廢棄物，並產生沼氣燃料。沼氣可直接利用當作燃料發電，或純化成天然氣。歐、美地區與日本已應用厭氧消化方式來處理廚餘廢棄物，收集生質氣體(CH₄)進行鍋爐燃燒或發電，而厭氧消化後的沼渣、沼液則可應用在農業土壤改良劑或有機肥料。然而，在台灣利用厭氧發酵處理大量廚餘仍有瓶頸待克服：(1) 厭氧發酵需要較大的土地面積；(2) 厭氧發酵時間長達 30-40 天⁵；(3) 產生大量沼液不易去化問題。
2. 水熱液化轉製生質油技術：以水熱液化技術處理高含水率廚餘，不須預先乾燥處理，在高溫、高壓下，短時間內(10-60 分鐘)可將大分子固態有機物質分解為小分子液態生質粗油。丹麥 Aarhus 大學發展 CRS(Continuous Reactor System)連續 24 小時進料處理系統如圖 1，該系統利用異相催化劑，每小時廚餘廢棄物進料量 1.1L，利用電磁加熱裝置可使溫度快速升溫至反應溫度 400°C⁶，於 15 分鐘反應時間下，生質粗油轉化率可達 38%以上，所產出之油品品質接近重油。



圖1:丹麥Aarhus大學之CRS連續24小時進料處理系統圖

為提升水熱液化油品品質及其附加價值，因此丹麥Aarhus大學透過加氫反應器將水熱液化生質粗油進行加氫改質處理。此加氫反應器，可直接連接CRS連續進料反應系統後端，在溫度425°C、壓力400bar條件下進行加氫改質程序，無須加入催化劑，加氫改質後生質油轉化率約70%。分析油品成分，經過加氫改質後油品品質優於北海原油如圖2所示⁷。未來經過進一步處理後，可以成為航空燃油或柴油使用，提高油品經濟價值。此項技術丹麥Aarhus大學已技轉給丹麥Steeper Energy Group。

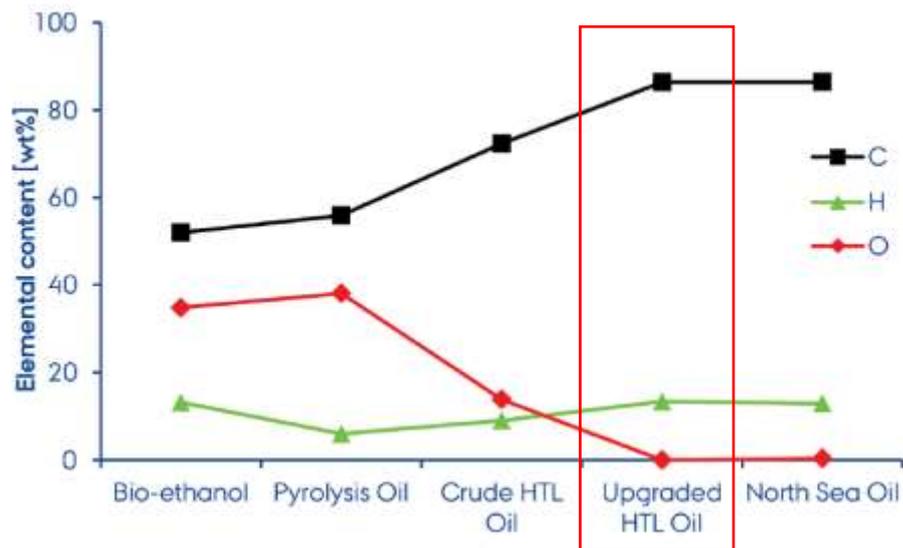


圖2:水熱液化油加氫改質品質

結論

廚餘在台灣已建立集中收運系統，每年約 57 萬噸回收量，料源穩定，其中約 2/3 為養豬廚餘製作成養豬飼料，但有造成疫病、毒素殘留之虞；約 1/3 為堆肥廚餘製作成堆肥，但因品質不佳，價格偏低，因此不易達成資源再利用之目的。廚餘成分中含有大量有機質，適合當作生質燃料之料源使用。以水熱液化技術處理廚餘，可在短時間內將廚餘轉製成生質燃料。若以丹麥 Aarhus 大學水熱液化技術設計規模計算，每年約可產出 3 萬噸加氫改質生質油。未來如能利用廚餘類高含水率有機生質料源進行水熱液化產製生質燃油，將具有降低源料成本、提升生質燃料產量、降低化石燃料依存度等效益。

參考文獻

1. 崔亞偉；陳金髮，廚餘垃圾的資源化現狀及前景展望。 *中國資源綜合利用* 2006, 24 (10), 31-32.
2. 環保署，各事業廢棄物代碼申報流向統計年報。 In 2016.
3. 黃亦聖。廚餘厭氧醱酵與資源化技術探討。 2010.
4. Centre, N. N.-F. C., NNFCC Renewable Fuels and Energy Factsheet: Anaerobic Digestion. 2011.
5. 陳柏匡，以兩段式程序將有機廢棄物轉化成生質氫氣及生質甲烷之研究。 *成功大學環境工程學系學位論文* 2011, 1-173.
6. Mørup, A. J.; Becker, J.; Christensen, P. S.; Houlberg, K.; Lappa, E.; Klemmer, M.; Madsen, R. B.; Glasius, M.; Iversen, B. B., Construction and commissioning of a continuous reactor for hydrothermal liquefaction. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 2015, 54, (22), 5935-5947.
7. University, A., Hydrothermal liquefaction: The most promising path to sustainable bio-oil production. *Science Daily* 2013.

- 註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。
2.請計畫執行單位每季更新與上傳一次，另有新增政策建議可隨時上傳。
3.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。