

校園溫室氣體調查與減量的方法 = An investigation of campus greenhouse gas and methods of carbon reduction : 以台中市清水

王國彥、彭元興

E-mail: 354556@mail.dyu.edu.tw

摘要

近幾年全球暖化與氣候變遷所造成各地環境變化與災害，已使溫室氣體成為國際各界矚目的議題，溫室氣體減量已成為各國努力的目標。為有效管理校園溫室氣體的排放，盤查成為校園溫室氣體管理最重要的第一步，本研究以台中市清水國中校園為範圍，進行範疇一、範疇二、範疇三溫室氣體的盤查，並由溫室氣體量化方法求得溫室氣體排放量，再依此結果提出相關減量及碳中和方案並以校園內近年來用電狀況與施行節能減碳作為，進行效益評估。在校園碳中和方面，主要是調查現有植栽二氧化碳固定量，再嘗試以增加植栽的方式來減少碳的排放量。研究結果顯示，台中市清水國中99年度範疇一、範疇二總溫室氣體排放量為480,915 kg CO₂e，其中CO₂最多為262,732 kg CO₂e，佔比54.63%，其次為CH₄ 排放量為217,661 kg CO₂e，佔比45.26%，HFCs僅產生520 kg CO₂e的排放量，佔比0.11%，N₂O排放量最少只有1.1 kg CO₂e；以範疇別而言，範疇一排放量為218,229 kg CO₂e，佔比為45.51%，主要來自化糞池CH₄的排放，範疇二排放量為262,033.31 kg CO₂e，佔比為54.49%，主要來自外購電力。若計範疇三的排放量則總排放量增為697,956 kg CO₂e (增幅45.13%)，範疇一排放佔比由45.51%降為31.36%，範疇二排放佔比由54.49%降為37.54%，範疇三排放佔比為31.10%，範疇三總排放量217,041 kg CO₂e，主要來自通勤工具溫室氣體排放(佔比77.12%)。植栽CO₂固定量，每年約為60,587 kg。

關鍵詞：溫室氣體、盤查、調查、碳中和、減碳方法、國中校園

目錄

中文摘要 iii

ABSTRACT iv

誌謝 vi

圖目錄 xi

表目錄 xiii

第一章 緒論 1

1.1 研究背景與動機 1

1.2 研究目的 4

1.3 研究範圍與內容 5

第二章 文獻探討 6

2.1 溫室氣體排放的趨勢 6

2.2 溫室氣體盤查規範與校園溫室氣體盤查 11

2.2.1 溫室氣體盤查規範 11

2.2.2 國內外校園溫室氣體盤查 14

2.3 溫室氣體減量的策略 18

2.4 校園碳中和與節能減碳 21

2.4.1 校園碳中和 21

2.4.2 校園節能減碳的措施 25

2.5 校園電力使用狀況 33

第三章 研究方法 36

3.1 研究架構圖 37

3.2 研究流程圖 38

3.3 校園溫室氣體調查 40

3.3.1 組織營運邊界設定 40

3.3.2 排放源鑑別 43

3.3.3 排放量之量化計算 44

3.3.4 範疇三的盤查 46

3.4 校園碳中和調查	48
3.5 校園電力使用狀況調查	52
第四章 結果與討論	53
4.1 台中市清水國中校園溫室氣體調查	53
4.1.1 範疇一、範疇二的調查	54
4.1.2 範疇三的調查	62
4.1.3 台中市清水國中校園溫室氣體排放的分析	88
4.2 校園碳中和調查	91
4.2.1 台中市清水國中植栽二氧化碳固定量調查	91
4.2.2 台中市清水國中植栽二氧化碳固定量的分析	103
4.3 校園電力使用狀況調查	104
4.3.1 台中市清水國中電能消耗情形	104
4.3.2 台中市清水國中各種電器設備調查	110
4.3.3 台中市清水國中電力使用分析	113
4.4 溫室氣體減量方法的擬定	115
4.4.1 範疇一直接溫室氣體排放的減量方法	115
4.4.2 範疇二能源間接溫室氣體排放的減量方法	116
4.4.3 範疇三其他間接溫室氣體排放的減量方法	122
4.4.4 植栽二氧化碳固定的減量方法	123
第五章 結論與建議	124
5.1 結論	124
5.2 建議	125
參考文獻	128
附錄一 名詞解釋	134
附錄二 新北市「三峽碳中和樂園」及民眾碳足跡全記錄	139
附錄三 清水國中教職員工通勤工具溫室氣體排放調查問卷	140
附錄四 清水國中學生通勤工具溫室氣體排放調查問卷	141
附錄五 問卷審查專家名單	142
附錄六 原生植物植栽參考表	143
附錄七 誘鳥誘蝶植栽參考表(鳥餌、蜜源植物)	144
附錄八 台中市清水國中校園植物名稱、學名、科別、別稱	145

參考文獻

1. 中技社節能中心(2002), 產業節約能源服務報告。
2. 王詩萍(2010), 以綠建築觀點評估區域碳中和效益—以大仁科技大學為例, 碩士論文, 大仁科技大學環境管理研究所, 屏東縣。
3. 台灣綠色生產力基金會(2010), 政府機關及學校節能管理措施。
4. 朱溼樹, (2004)校園綠建築綠化指標之植栽CO₂固定量調查研究—以大甲高中為例, 碩士論文, 雲林科技大學營建工程系碩士班, 雲林縣。
5. 朱維岡(2008), 大專院校之碳足跡盤查與改善策略—以國立台北科技大學為例, 碩士論文, 國立台北科技大學環境工程與管理研究所, 台北市。
6. 行政院環境保護署(2010), 「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」計畫期末報告。
7. 沈勝豐, 陳明賢(2009), 台中都會公園綠覆率與植栽二氧化碳固定量之研究水土保持學報, 41(4):411-424。
8. 沈世宏(2009), 環保與節能減碳政策之規劃與推動, 研考雙月刊, 33(2):77-78。
9. 李燕蓁(2009), 校園碳中和評估與規劃—以國立屏東科技大學為例, 碩士論文, 屏東科技大學環境工程與科學系所, 屏東縣。
10. 何明錦(2009), 綠建築解說與評估手冊2009年更新版, 台北:內政部建築研究所。
11. 吳展華(2010), 校園碳足跡調查與節能減碳策略分析—以大葉大學校園為例, 碩士論文, 大葉大學環境工程學系, 彰化縣。
12. 林維翎(2008), 網路數位電力監測系統於大學用電行為分析之研究, 碩士論文, 國立中央大學環境工程研究所碩士在職專班, 桃園縣。
13. 林憲德(2003), 綠建築解說與評估手冊2003年更新版, 台北市:內政部建築研究所。
14. 邱浩正(2006), 量化研究與統計分析, 台北市:五南圖書出版社。
15. 侯世光(2009), 大學校園節約能源的規劃與實踐, 節能減碳·永續校園, 658:28-35。
16. 財團法人台灣產業服務基金會(2010), 校園溫室氣體自主盤查管理手冊。
17. 教育部校園溫室氣體管理手冊(2010)。
18. 陳雲蘭(2008), 百年來台灣氣候的變化, 科學發展, 424:6-11。
19. 陳明俊(2009), 校園節能減碳的解決方案, 碩士論文, 國立清華大學高階經營管理碩士在職專班, 新竹市。
20. 張森(2010), 台灣二氧化碳排放量的危機, 台灣經濟論衡, 8(7):58-64。
21. 黃必昌(2009), 我國國民小學溫室氣體排放管理現況與節能減碳策略研究, 碩士論文, 大葉大學工業工程與科技管理研究所, 彰化縣。
22. 黃順義(2008), 由校園溫室氣體盤查與減量實踐永續的綠色校園—以逢甲大學為例, 碩士論文, 逢甲大學環境工程與科學研究, 台中市。
23. 經濟部能源局(2008), 永續能源政策綱領(草案)。
24. 經濟部能源局(2010), 非製造業能源查核及政府機關學校全面節能減碳措施填報統計。
25. 經濟部能源局(2010), 學校節約能源技術手冊。
26. 楊宜錚(2009), 彰化縣國小綠建築生態指標群之評估研究, 碩士論文, 逢甲大學建築學系研究所, 台中市。
27. 楊超民(2007), 教育部校園電力管理資訊化輔導團計畫執行成效,

綠基會通訊, 10:11-14。 28.蔡軍慧(2010), 校園節能減碳措施之成效探討—以立德大學為例, 碩士論文, 立德大學休閒資源暨綠色產業研究所, 台南市。 29.談珮華, 陳本源, 廖惠旻(2009), 校園綠建築之綠化量指標研究-以嘉義大學民雄校區為例, 環境學管理研究, 10(1):16-17。 30.劉建宏(2010), 財團法人台灣產業服務基金會, 校園能源暨溫室氣體管理人員教育培訓計畫。 31.羅永伸(2010), 彰化縣國小校園環保措施的重要性績效分析, 碩士論文, 工業工程與科技管理研究所, 彰化縣。 32.鐘宜璋(2010), 大學校園溫室氣體盤查與減量之研究—以南華大學為例, 碩士論文, 南華大學環境管理研究所, 嘉義縣。

二、英文部分

1. IPCC (2007). Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change Summary for Policy Maker.
2. IPCC (2007). Climate Change 2007: the AR4 Synthesis Report.
3. ISO TC 207/WG5, ISO 14064-1 (2006). Greenhouse gases - Part 1: Specification for the quantification, monitoring and reporting of organization emissions and removals.
4. Jessie, D., Phil, C. (2008). UM Releases Report On Campus Greenhouse Gas, pp. 1-38.
5. Nicolas, S. (2006). The Stern Review: The Economics of Climate Change. Cambridge, Cambridge University Press.
6. UNFCCC (2006), Key GHG Data.
7. Van Aalst, M.K. (2006). The impacts of climate change on the risk of natural disaster, Disasters 30(1):5-18.
8. Wright, T.S.A. (2002). Definition and frameworks for environmental sustainability in higher education, International Journal Sustainability in Higher Education, 3(3):203-220.

三、網站部分

1. 台中市清水國中網站, <http://www.csjh.tcc.edu.tw/a2/> (100年2月20日)
2. 交通部運輸研究所網站, <http://www.iot.gov.tw/mp.asp?mp=1> (100年5月26日)
3. 行政院環境保護署, 溫室效應之影響與因應對策, <http://www.epa.gov.tw/FileDownload/FileHandler.ashx?FLID=9249> (100年2月28日)
4. 行政院環境保護署, 節能減碳全民行動網, <http://ecolife.epa.gov.tw/cooler/default.aspx> (100年4月3日)
5. 行政院環保署台灣產品碳足跡資訊網, <http://cfp.epa.gov.tw/carbon/> (100年3月2日)
6. 李堅明, 國際溫室氣體減量與能源政策分析, www.ema.org.tw/monthlymgz/pdf/34/policy_lee.pdf (100年1月12日)
7. 財團法人台灣產業服務基金會, 九十八年度校園溫室氣體管理輔導計畫期末報告, <http://www.edu.tw/files/plannews/ENVIRONMENTAL/「98年度校園溫室氣體管理輔導計畫」期末報告.pdf> (100年4月22日)
8. 教育部校園節能減碳資訊平台, <http://co2.ftis.org.tw/> (100年2月21日)
9. 新北市政府環境保護局網站, http://www.dep.ntpc.gov.tw/_file/1150/SG/31852/D.html (100年4月20日)
10. 顧洋, 聯合國氣候變化綱要公約第16次締約國大會心得與感想, 能源報導, <http://energymonthly.tier.org.tw/201102/5.pdf>(100年5月28日)
11. Green Campus Chronicles, UC Berkeley, Vol. 2 - Issue 12, (2006), http://www.ase.org/uploaded_files/greencampus/UCB_Summer06.pdf. (100年8月22日)
12. <http://www.surveysystem.com/sscalc.htm> (100年10月23日)
13. Smith, A. (1997), Building a Green Campus, An EnvironmentAnalysis of The UVM Campus Master Plan. <http://www.uvm.edu/~jfrances/report.html> (100年7月26日)
14. University of Waterloo (1990), WAT green - The Vision. <http://www.adm.uwaterloo.ca/infowast/watgreen/soer.pdf> (100年8月20日)