

二氧化碳排放及資源回收概況

許多國家將經濟成長視為優先之施政目標，在追求經濟成長的過程中，環境污染伴隨而生，國民物質水準雖因國民所得提升而得以改善，攸關生活品質的自然資源耗竭及環境污染問題卻也日益嚴重，各國紛紛反思追求永續發展的重要性。二氧化碳排放及廢棄物產生均為環境帶來極大的負荷，本文主要探討二氧化碳排放概況及資源回收情形。

一、大氣層與福祉的關聯性

大氣層是地球生態系統的必要組成，對調節全球氣候及萬物生存扮演不可或缺的角色，氧氣 (O₂) 是生命所需，臭氧 (O₃) 可阻隔有害的太陽輻射，二氧化碳 (CO₂) 及甲烷 (CH₄) 等溫室氣體則讓地球溫度維持在適於生活的範圍；大氣層結構的變化攸關全球氣候變遷，更與人類環境及健康福祉息息相關。

氣候變遷不僅是區域性亦是全球性的議題，人類經濟活動尤使問題加劇，全球風災、暴雨、乾旱及森林大火等天然災變越顯頻繁，已影響環境永續發展。

在人類大量砍伐森林及使用石化燃料下，大氣中之二氧化碳濃度日益提高，使溫室效應益趨嚴重，導致全球暖化、衝擊環境生態；臭氧層亦受製造業所產生之氟氯化合物（如：冷媒）破壞，使過量的紫外線導致眼睛及皮膚病變機會增加。

日益惡化之空氣品質亦對人類呼吸系統及心血管有不良影響，煙塵及酸雨更造成土壤酸化、危害農作物及牲畜，危及生物多樣性。

二、二氧化碳對溫室效應影響最大

溫室氣體中除了二氧化碳、甲烷等自然溫室氣體外，尚有氫氟碳化物 (HFCs)、全氟碳化物 (PFCs) 及六氟化硫 (SF₆) 等人為溫室氣體，這些人為溫室

氣體所引起的溫室效應能力雖遠高於二氧化碳，但因二氧化碳所占比重遠大於其他人為溫室氣體，對全球升溫的影響程度最大，因此各國對溫室氣體排放之監測遂以二氧化碳為關注焦點；而二氧化碳之人為排放雖亦與部分產業生產過程（如：石灰岩製成水泥）有關，但主要來源仍以燃燒燃料為首，因此各國常引用之衡量指標為燃料燃燒所產生之 CO₂ 總排放量及平均每人 CO₂ 排放量。

主要溫室氣體對全球增溫影響程度

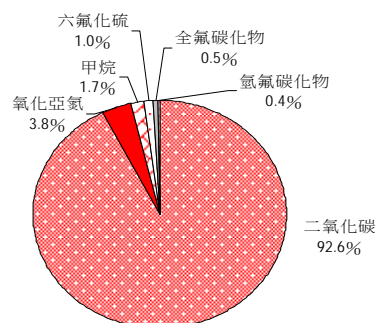
	增溫效應 (以 CO ₂ 當基準)	對全球增溫 影響程度 (%)	主要 人類活動
二氧化碳	1	55	燃燒石油、煤炭等石化燃料
甲烷	23	15	農業活動
氧化亞氮	310	6	農業活動
氟氯 碳化物	140~11,700	24	工業製成品， 如：冷媒

資料來源：財團法人環境與發展能源基金會。

(一) 我國溫室氣體排放情形

由於我國經濟快速發展，歷年溫室氣體排放量呈遞增走勢。根據行政院環保署統計，2008 年我國溫室氣體總排放量 284.5 百萬公噸 CO₂ 當量，較 1990 年 147.1 百萬公噸 CO₂ 當量增 93.4%；若按氣體別觀察，以二氧化碳所占 92.6% 為最高，其他比重相對較低，氧化亞氮占 3.8%，甲烷占 1.7%，六氟化硫占 1.0%，全氟碳化物及氫氟碳化物則不及 1%。

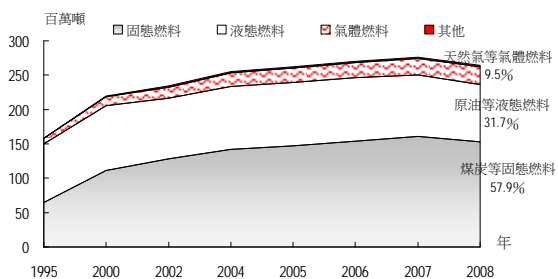
2008 年我國溫室氣體排放結構



資料來源：行政院環境保護署。

近年政府積極推動節能減碳相關政策，2008 年我國燃料燃燒之 CO₂ 排放量為 264.3 百萬公噸，較 2007 年 276.2 百萬公噸減少 4.3%，為近 30 年首度呈現負成長。若以燃料類型分，以燃燒煤炭等固態燃料排放最多，占 57.9%，原油等液體燃料占 31.7% 次之。

我國燃料燃燒 CO₂ 排放量－按燃料類型分



資料來源: IEA201, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2010。

(二) OECD 國家燃料燃燒 CO₂ 概況

依據國際能源總署 (International Energy Agency, IEA) 資料顯示，2008 年 OECD 國家燃料燃燒 CO₂ 總排放量為 12,630 百萬公噸，其中以美國 5,596 百萬公噸居首，日本 1,151 百萬公噸次之、冰島 2 百萬公噸最低。2008 年我國燃料燃燒 CO₂ 總排放量為 264 百萬公噸，高於 OECD 國家中位數 114 百萬公噸，與 30 個 OECD 國家相較，居第 13 位。

2008 年我國及 OECD 國家燃料燃燒 CO₂ 總排放量

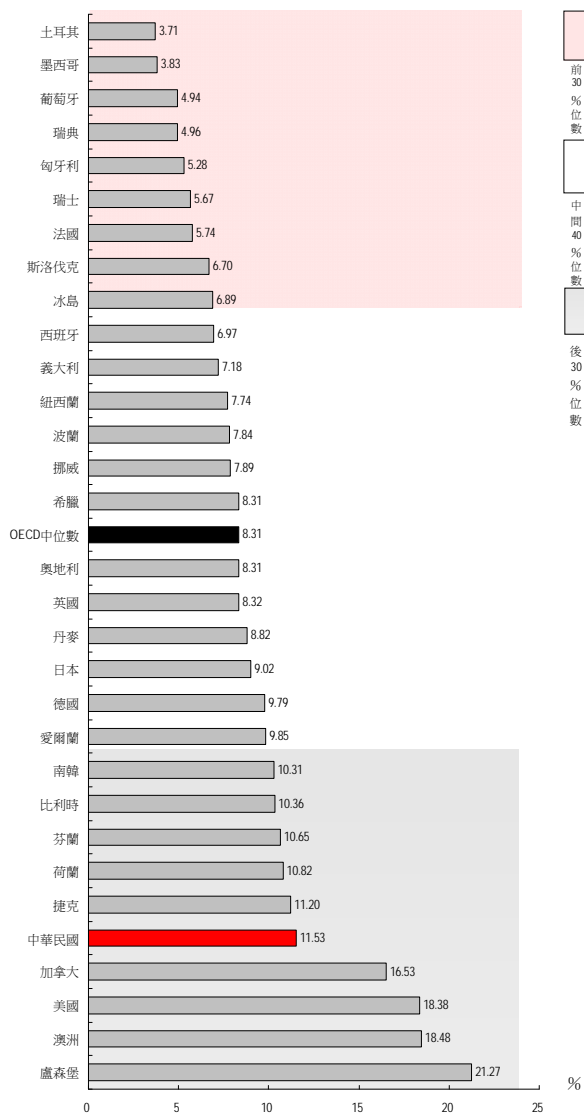
單位：百萬公噸

國家	排放量	排名	國家	排放量	排名
美國	5,595.9	1	比利時	111.0	17
日本	1,151.1	2	希臘	93.4	18
德國	803.9	3	奧地利	69.3	19
加拿大	550.9	4	芬蘭	56.6	20
英國	510.6	5	匈牙利	53.0	21
南韓	501.3	6	葡萄牙	52.4	22
義大利	430.1	7	丹麥	48.4	23
墨西哥	408.3	8	瑞典	45.9	24
澳洲	397.5	9	愛爾蘭	43.8	25
法國	368.2	10	瑞士	43.7	26
西班牙	317.6	11	挪威	37.6	27
波蘭	298.7	12	斯洛伐克	36.2	28
中華民國	264.3	13	紐西蘭	33.3	29
土耳其	263.5	14	盧森堡	10.4	30
荷蘭	177.9	15	冰島	2.2	31
捷克	116.8	16			

資料來源: IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2010。

由於一國 CO₂ 總排放量受產業結構及人口規模影響，剔除人口規模因素後，2008 我國平均每人 CO₂ 排放量為 11.5 公噸，高於 OECD 國家中位數 8.3 公噸，居第 5 位，僅低於盧森堡 (21.3 公噸)、澳洲 (18.5 公噸)、美國 (18.4 公噸) 及加拿大 (16.5 公噸)，另南韓及日本分別為 10.3 公噸及 9.0 公噸。

2008 年我國及 OECD 國家平均每人 CO₂ 排放量

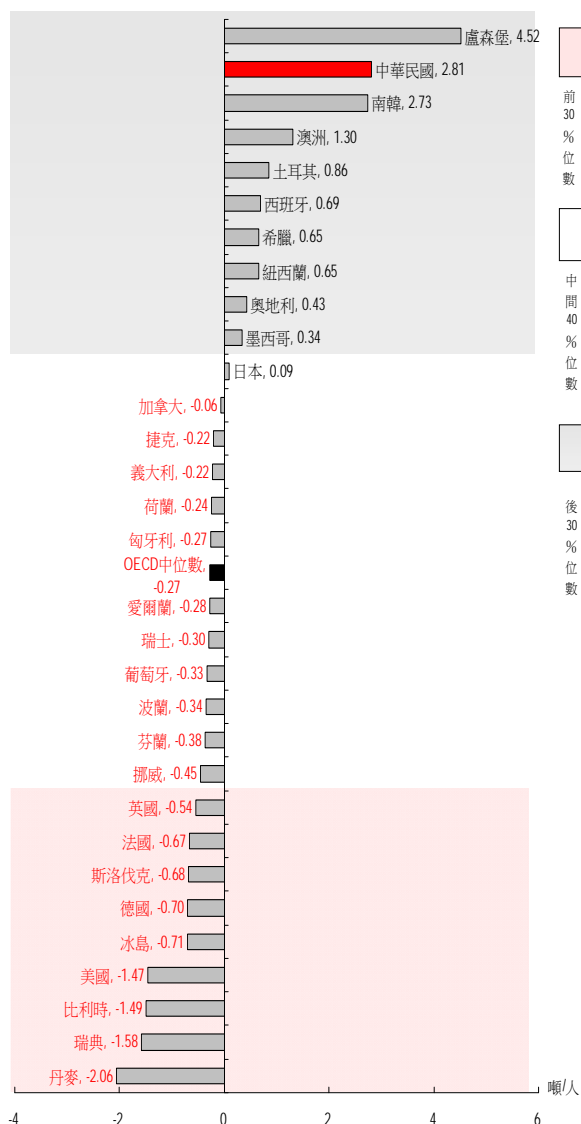


資料來源: IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2010。

隨著環保意識高漲，各國紛紛鼓吹節能減碳，已開發國家莫不朝向低碳或無碳努力，30 個 OECD 國家中，2008 年逾半 (20 個) 平均每人 CO₂ 排放量

較 1998 年減少，其中重視環境永續發展之北歐國家均較 1998 年減少，並以丹麥及瑞典減幅最高，分別達 2.1 及 1.6 公噸；我國則增 2.8 公噸，增幅僅低於盧森堡 4.5 公噸，另南韓及日本分別增加 2.7 公噸及 0.1 公噸。

1998-2008 年我國及 OECD 國家
平均每人 CO₂ 排放量變動情形



資料來源: IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion, 2010。

全球消費者已普遍具備環保意識，採購綠色商品逐漸成為主流趨勢，均有助於環境成本被納入工商業活動的考量，例如產品「碳足跡」即在計算產品產製過程直接或間接產生之二氧化碳排放量，以

衡量對環境的負荷程度，全球最大零售商沃爾瑪 (Wal-Mart) 之「綠色採購」策略，即已要求上架之商品需於時程內取得碳足跡排放認證。我國為小型開放經濟體，出口向為我國經濟成長動能，為維持國家競爭力，政府及企業均應加緊研擬調適方案，以確保經濟及環境之永續發展。

三、資源回收

人類發展過程中，對環境的損害，除了排放大量溫室氣體，造成空氣污染及增強溫室效應外，所衍生之廢棄物問題亦不容忽視。廢棄物處理方式不論是焚化、掩埋或堆置，對空氣、水及土壤等所潛藏的污染，更影響到人類健康福祉；全球資源有限，若可從資源回收著手，使資源循環利用，除可減輕環境污染問題，亦可減少垃圾運輸、焚化或掩埋等垃圾處理成本。

(一) 我國廢棄物處理概況

配合資源永續及「零廢棄」趨勢，我國垃圾清理政策以「源頭減量、資源回收」為主要方向，提倡以綠色生產、綠色消費、源頭減量、資源回收、再使用及再生利用等方式，將資源有效循環利用，逐步達成垃圾全回收、零廢棄之目標。

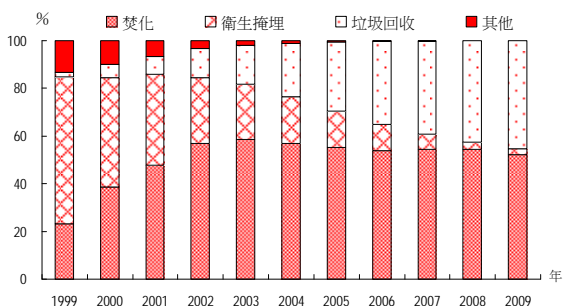
環保署先於 1998 年成立資源回收管理基金委員會，以建立合理之資源回收管道及市場制度，鼓勵全民參與並暢通回收管道，2002 年則通過資源回收再利用法，強化源頭減量及資源循環再利用，而為進一步提升資源回收率，2005 年起推動「垃圾強制分類」計畫，要求民眾於廢棄物排出前，應分類為資源、廚餘及垃圾等三大類。

根據環保署統計，2009 年垃圾產生量為 7,732 千公噸，較 1999 年 8,716 千公噸減少 11.3%，資源回收量則呈快速增加，2009 年達 2,721 千公噸，較 1999 年 150 千公噸增加 17.1 倍，顯示國內近年推動垃圾減量及資源回收之成果顯著。

我國早期垃圾處理以掩埋方式為主，考量地狹人稠及環境負荷，處理方式已改為焚化或回收為

主，以衛生掩埋方式處理垃圾比重由 1999 年之 61.6 %逐年遞減為 2009 年之 2.4%，大減 59.2 個百分點，2009 年以焚化及回收處理比重為 52.2%及 45.4%，分別較 1999 年增加 29.0 及 43.4 個百分點。

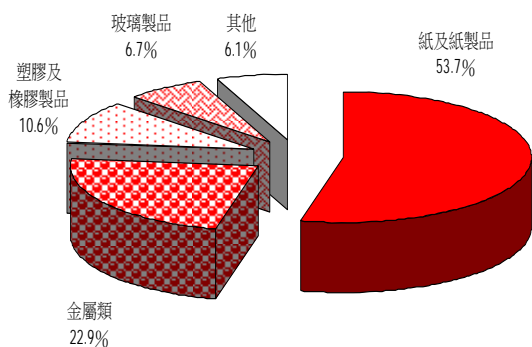
垃圾處理情形



資料來源：行政院環境保護署。
說明：其他垃圾處理方式包含一般掩埋及堆置。

垃圾回收包含資源回收、廚餘回收及巨大垃圾回收再利用，其中資源回收所占比重最高，2009 年為 77.6%；在資源回收項目中，則以紙及紙製品回收最為普及，2009 年占總資源回收量 53.7%，其次為金屬類，占 22.9%。

2009 年資源回收項目



資料來源：行政院環境保護署。

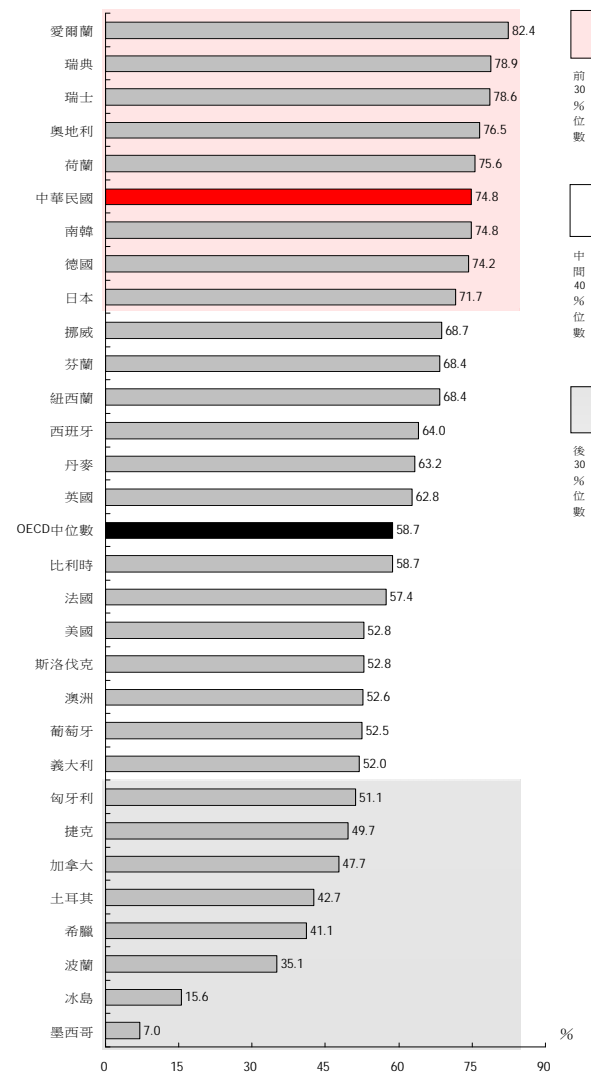
(二) 廢紙回收

廢紙是辦公室最容易產生之資源垃圾，廢紙回收除可減輕垃圾清運及處理問題，亦可減緩林木被砍伐之速度，而有利於水土保持、降低土石流機率。

根據台灣區造紙工業同業公會 2010 年出版之台灣造紙工業統計，我國 2009 年廢紙回收率為 74.8%，較 1999 年 55.2%增加 19.6 個百分點。

若與 29 個 OECD 國家比較，根據 2010 年瑞士洛桑國際管理學院 (International Institute for Management Develop, IMD) 出版的世界競爭力報告 (World competitiveness Yearbook, 2010)，OECD 國家中，廢紙回收率前三名之國家為愛爾蘭 (82.4%)、瑞典 (78.9%) 及瑞士 (78.6%)，最低為墨西哥 (7.0%)，我國為 74.8%居前 30%國家組，與南韓相當，高於日本 71.7%。

2009 年我國及 OECD 國家廢紙回收率



資料來源：台灣區造紙工業同業公會、瑞士洛桑國際管理學院 (IMD)。

四、結語

資源回收工作固然重要，惟在資源回收再利用過程中，仍需耗費資源且可能產生對環境有害的物質，對環境負荷來說，僅是兩害相權取其輕的選擇，如：廢紙製成再生紙過程，仍需加入一定比例之原生紙漿，而為使再生紙賣相較佳，尚需採用化學漂白劑，而有污染河川之疑慮。為求環境福祉俾利永續發展，從源頭減量方是溯本清源的作法。

參考資料：

1. 行政院主計處，2005 年社會指標統計年報，溫室氣體減量概況。
2. 行政院主計處，2007 年社會指標統計年報，垃圾處理與資源回收再利用。
3. 行政院環保署，溫室氣體排放統計。
4. 行政院環保署，2010，環境保護統計年報。
5. 台灣區造紙工業同業公會，2010，台灣造紙工業統計。
6. Australia, 2010, Measures of Australia's Progress.
7. IEA, 2010, CO₂ Emissions from Fuel Combustion.
8. IMD, 2010, World competitiveness Yearbook.