

※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※
 ※※ 果蔬汁綠色度之訂定與評估方法之推廣 ※※
 ※※ Determination of Greenness in Juice and ※※
 ※※ Extension of the Methodology ※※
 ※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※※

中 華 民 國 九 十 一 年 十 月 三 十 日

摘 要

本計畫為「果蔬汁產品綠色度之研究」三年計畫第三年總計畫「果蔬汁產品永續發展之對策與展望」之中的一個子計畫。本子計畫擬承續前兩年之工作，以第一年果蔬汁之生命週期結果及第二年果蔬汁綠色度之量化方法為基礎，建立食品綠色度的評估模式，並以即食餐盒業為例，測試此評估模式之可行性，最後再提出發展綠色食品之未來展望。結果顯示，食品綠色度評估模式包含產品生命週期範圍之界定、資源調查與分析、環境衝擊評估、訂定及量化管制點、綠色度之換算等五個步驟。這個模式經過即食餐盒系統的驗證，已經證明其可行性，並可提供各機關團體作為制定綠色標章及作業規範的依據。未來若能再配合綠色設計、綠色行銷、以及綠色消費等觀念的落實，將可更有效推動綠色食品之普遍發展。

關鍵字：綠色食品、生命週期、評估模式、即食餐盒。

ABSTRACT

This project was a sub-project of the third-year part “The Strategy and Practice for the Sustainable Development in Fruit and Vegetable Juices” in a three-year integrated project entitled “Greenness in Fruit and Vegetable Juice Products”. As a continuation of the studies done in the first two years, this project, basing upon the juice greenness assessment method developed previously, was trying to propose a practical greenness assessment method for the manufacture of lunch foods. As a result, the greenness assessment method of lunch foods manufacture was divided into five steps namely: life cycle definition, data inventory, environmental impact assessment, control points analysis, and greenness quantification. The greenness assessment model of juices manufacture developed in the previous projects was proven applicable to the lunch box manufacture.

Keywords: green food, life cycle assessment, impact assessment, evaluation method.

緣 起

食物鏈的永續循環，使大自然得以生生不息。但是隨著文明的發展，人類物質生活水準提高，食品對我們而言，遂不單只在食物鏈中扮演角色而已。有休閒效用、能招徠消費者、耐貯藏、具便利性等等新的要求使得食品製程複雜化，造成資源浪費及環境污染，終至影響大自然生態平衡。雖然食品科技研究人員已在積極經由有機栽培、生物工程、包裝材料的改進與省能源、低污染之技術與製程的研發等來改善這個情況，但只有喚起全民在食品整個生命週期包括產品設計、生產、包裝、行銷與消費等階段的綠色(環保)觀，使消費者積極選用綠程度較高的食品，才能維持資源永續與環境永存。本計畫之動機亦即在此。

一. 文獻回顧

工業革命以來，人類大量開發化石能源以改善自身之生活，但卻也產生負面效應，威脅人類的生存環境。健康的生存環境應同時具有提供人類活動所需之能源和物質，以及接受並消解人類活動所釋放之廢熱、廢棄物的雙重功能。當這兩項功能維持適當平衡時，人類的活動方能永續進行。永續發展(sustainable development)即是「符合當代需要的發展，但不損及後代追求其本身需要的能力」的觀念(徐，1993)，亦是在經濟成長條件下妥善利用環境資源的一門藝術。面對21世紀，企業所面臨的問題是如何在保護環境的先決條件下，建立及遵循新的經濟遊戲規則(黃，1992)，而綠色商品就是21世紀商業行為中的共通訴求。綠色產品以減少物質與能源的浪費為主要考量，就是在產品、包裝、製程與行銷等四方面均符合環保原則，才可稱為綠色產品(Shi and Kane, 1996)。環保署(1994)則將綠色產品定義為產品於原料的取得、產品的製造、銷售、使用、廢棄物處理過程中，能夠具有「可回收、低污染、省資源」等功能或理念之產品。因此在研發綠色產品時必須牢記四個原則：一、以關懷環境、尊重萬物生命為前提，不以動物作實驗，不對保育動物造成傷害；二、耗用最低能源，減少整個產品生命週期中資源的浪費；三、對環境污染減至最低，製程中，不產生有毒物質；四、可回收與重覆使用，將

產品設計成可重覆使用或使用後方便拆裝分類回收，使資源可再生利用。換言之，產品的整個製程從「搖籃(cradle)(產品設計)到墳墓(grave)(廢棄物處理)」都必須具有綠色觀(Simon, 1992)。

綜觀台灣食品業永續發展方面的進度，環保問題雖然已經受到重視，但根據安(1994)針對國內食品 GMP 授證廠的環境管理評估，發現廠中最積極執行環保活動的都屬於生產部門，而能落實的部分大多是 GMP 所規範的內容。最不被積極執行的項目都屬於非生產部門所主管，特別是牽涉到部門間之整合者。由此可看出國內廠商的環境管理是驗證式的執行而非自發性之落實。食品綠色度的評估方法目前尚無人提出，雖有文獻提及綠色產品的開發，但大部分內容在於原則、理論或構想的提出而已。生命週期評估(Life Cycle Assessment)是目前評估綠色觀最為熱門的技術，1997 年公佈的 ISO14040(ISO, 1997)便是規範生命週期評估的環境管理標準。企業落實生命週期概念除可達到永續發展的目的之外，更可達到降低成本、減少管理阻礙以及提昇競爭力的效果(Fava and Consoli, 1996)。企業界追求綠色產品的努力還在起步階段，而且偏重製程某一階段環境污染之預防或廢棄物回收等一、兩個點。雖曾有文獻針對生命週期做全盤考慮，如 Andersson 等人(1998)所作蕃茄醬產品的生命週期盤查分析與衝擊評估，以及 Andersson and

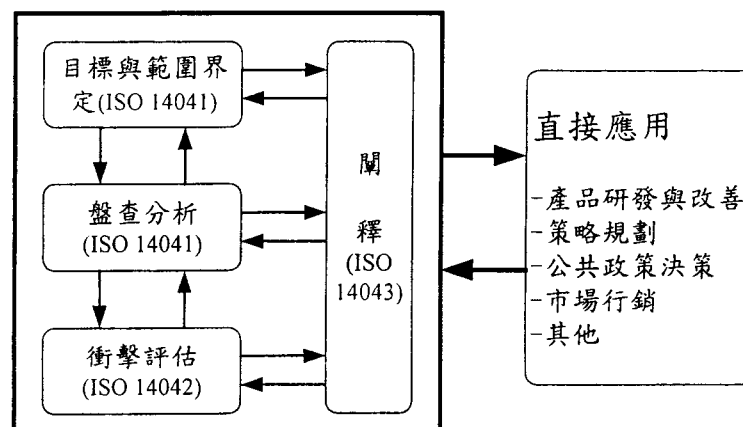
Ohlsson(1999)比較以不同來源之原料來生產番茄醬時對環境的衝擊，並藉由操作條件的改變，達到環境改善的目的。這些文獻的探討重點僅限於個別工廠的個案評估，未及訂定可以通用於各廠之綠色度，而且評估時需要龐大的數據。國外雖然在生命週期評估的方法已經建立不少盤查資料庫，也發展了相當多的相關軟體，但是資料範圍仍不夠廣，而且各國條件不同，國外資料庫不見得適用於我國。環保署廢管處在85年起委由經濟部技術處推動，由工研院初步完成生命週期評估軟體的開發與資料的蒐集，但是資料的範圍著重於基礎設施，例如發電廠、車輛、焚化爐等。至於其他如農產品與食品等資料，則因複雜性過高蒐集不易而短缺。

食品屬於生物性材料，生物性的廢棄物在加工過程中被移除，加工產品經包裝後得以貯存並於市場上販售。這些加工食品在消費後只剩包裝容器，因此食品在整個生命週期中的物質流並非相當複雜，但是相同的原料卻會因製程技術的不同，得到不同的產品，也造成不同量的資源消耗，因而增加資料庫的複雜性。這些產品的生命週期主要有原料利用率、機械設備、包材以及能源消耗等之差異。若能將相同原料所製造的產品，根據製程找出相關的關鍵點並加以歸納，依關鍵點設定相關管制項目，並將各個管制項目予以量化，則除了使業者在管理各自工廠及設計綠色產品時有規則可循之外，也

方便資料庫之建立以及廠與廠之間相互比較之進行與相關機構綠色標章制度之推動。

(一). 生命週期評估法

目前綠色觀的評估技術以生命週期評估最為熱門與成功。1997年所公佈的ISO14040便是規範生命週期評估的環境管理標準，它將生命週期評估分為目標與範疇界定(Goal and Scope Definition)、生命週期盤查分析(Life Cycle Inventory Analysis)、生命週期衝擊評估(Life Cycle Impact Assessment)及生命週期闡釋(Life Cycle Interpretation)四個階段(ISO, 1997)，如下圖所示：



目標與範圍界定指的是將評估之目的與範圍定義清楚，使評估結果得以應用在預定之目標上。生命週期盤查分析包含資料蒐集及相關計算程序，將整體生產系統之各類投入與產出量化，此類投入與產出包括能源的消耗、物料的使用、以及排放至空氣、水體及土地之污染

等。經由生命週期的盤查分析可以瞭解產品的特性及其對環境影響的關鍵點(hot-spots)。生命週期衝擊評估則就生命週期盤查分析的結果，評估產品於整體生命週期造成環境衝擊之程度。生命週期闡釋則是整合盤查分析及衝擊評估等結果詳加闡釋，作為物料選用、生產流程改善、產品設計改進等決策時之參考。企業落實生命週期概念可達到降低成本、減少管理阻礙以及提昇競爭力的效果(Fava and Consoli, 1996)。

儘管生命週期評估的觀念簡單易懂，但在實際施行時仍需不少盤查資料的配合以及電腦軟體的輔助計算。我國環保署廢管處從 85 年起委由經濟部技術處推動，並請工研院著手生命週期評估軟體的開發與盤查資料的蒐集。目前雖然已經完成生命週期評估軟體的開發，但相關的盤查資料因為涉及國內產業的機密資料，在尚未完全取得授權的前提下，目前尚未能提供外界使用。本研究所使用的生命週期評估軟體則是 SimaPro 4.0，這是由荷蘭 Leiden 大學環境科學中心(Center for Environmental Science; CML)為了簡化生命週期在評估時的複雜度所發展的一套電腦軟體。最大的優點在於讓工程師不須要花太多功夫去了解生命週期分析的過程及數據便能以生命週期的觀念來設計產品，達到環境保護之目的。這套軟體首度於 1990 年完成推出，至 2001 年為止已發展至第五版，主要具備下列之特色(呂，1998)：

- a. 可容許不同製程或產品生命週期之組合，例如產品及其包裝就可考量為一個組合。
- b. 分析過程中可將產品分解，並就每個分解之零件是否回收做環境上的考量。
- c. 可研究探討不同廢棄物處理策略或流程對環境的影響。
- d. 對於環境衝擊評估過程之特徵化、標準化、及權重操作，提供多種選擇方法並可自動換算單位。
- e. 對於不是環保專家的人，可使用生態指標法(Eco-Indicator 95)，以「點數(Pt)」的方式代表所分析的衝擊指標值(indicator score)，有助於客觀的判斷。
- f. 可將分析的結果以不同的方式顯現。
- g. 不同計畫之數據可分開保存，以求有保密要求之數據安全性。
- h. 可結合其他模式之相關資料，不同盤查系統的資料亦可以輸入計算。

生態指標法(Eco-Indicator 95)是在歐洲的界定範圍下，將環境效應值特徵化，包括臭氧層破壞、溫室效應、酸化、水質優氧化、重金屬、致癌物質、冬季煙霧、夏季煙霧、能源消耗、廢棄物處理及其他衝擊等(表一)，不包括的環境問題則有：毒性物質(只出現在工作地點的)、原物料的消耗以及廢棄物的數量(Nissen et al., 1997)。利

用「距離目標原則」(distance-to-target)的評估方法，用現況及目標狀況之差異來判斷衝擊之嚴重性並加以標準化。目標值是根據歐洲環境資料所衍生出來的，條件包括：1.在每萬人中超過一人死亡；2.在歐洲造成 5%以上之環境破壞；或 3.在非煙霧季造成起霧。最後再將所得之衝擊指標值以「點數」的方式表示，以應用於各產品或生命週期各階段之比較(丁，1998)。

(二). 即食餐盒

1. 即食餐食之定義

比較經濟部工業局推動即食餐食良好作業規範(GMP, Good Manufacturing Practice)與行政院農委會訂定的中國農業標準(CAS, Chinese Agricultural Standard)，兩者對即食餐食的定義有所不同。GMP 所定義的即食餐食即一般餐盒工廠所生產可常溫運送並立即食用餐餐食，而CAS 對即食餐食製品的定義更為廣泛地將需經復熱或復水處理的產品含括進來。以下分別列出 GMP 及 CAS 對「即食餐食」的定義及 CAS 對「盒餐」的定義：

- a. 依據即食餐食工廠良好作業規範專則對即食餐食的定義為「即食餐食係指經調理包裝成盒或不經小包裝而直接以大容器運送，供團體於短時間內立即食用之食品」。

b. 依據中國農業標準 CAS(Chinese Agricultural Standard)定義「即食餐食製品係指以農、畜、水產等為主原料，經前處理及加工調理作業，妥善包裝後，直接供食用或經復熱或復水處理即可食用之加工調理食品。」即食餐食產品的內容包括有盒餐、業務用炊飯、18℃恆溫製品、速食粥及罐頭製品、主食製品及菜餚製品。

2. 即食餐食的組成

(1). 餐盒及合菜內容物

內容物包括米飯及其它主、副配菜。米飯為餐盒內容物的主要組成，一般餐盒的飯大約有 5-6 份主食類，重量約為 250-300 公克，供應人體所需的熱量及碳水化合物。主菜通常為一道肉類食品，為餐盒口味變化的所在，餐盒的名稱大都以主菜來取名，如雞腿飯、排骨飯、燻肉飯等。副菜通常有四到五道菜，常被用做配菜的食材例如胡蘿蔔、馬鈴薯、青豆仁、海帶、合時蔬菜、滷蛋等。

(2). 包材

在台灣常見的餐盒包材包括有紙餐盒、PP 塑膠餐盒及保麗龍餐盒三種，近年來由於政府推行禁用保麗龍餐

盒，餐盒工廠幾乎已不用保麗龍餐盒，而以紙餐盒為主要的餐盒包材。PP 塑膠餐盒在市面也很常見，常為紅色內底黑色外殼型式，可耐微波加熱。

3. 即食餐盒業國內概況

依據經濟部工業統計調查報告(2000 年)，台灣地區即食餐食工廠登記營運中廠家有 253 家，全年營業收入約為 92 億新台幣(表二)，占食品及飲料業約 2.05 %。從業員工總計 6464 人，占食品及飲料業達 5.86%，為一項勞力密集的民生工業。工廠的動力設備馬力數及電熱設備容量可反應一個工廠的生產成本，由表二中可看出即食餐食業的固定投資成本雖低，僅佔食品及飲料業總年投資成本的 0.23 %，而生產成本卻高達食品及飲料業總生產成本的 7.98 %。因此若能由製程改善節約能源及資源的使用，將可以有效降低生產成本，而因生產所肇致的環境衝擊，亦可有效地降低。

4. 生產製程

圖一為餐盒工廠製備餐食的一般生產製程，包括食材的選購、驗收、前處理、膳食製備、等待配膳、配膳包裝、運輸及容器和器具清潔與清毒過程。有些食材因大量進貨會經過冷凍、冷藏的過程，需經解凍才可處理或烹調。一般餐盒工廠會依生產製程及所需的衛生條件

不同分作業區，包括一般作業區、準清潔區及清潔區三。一般作業區為衛生條件限制較低的區域，如驗收區、清洗區、原料處理區；準清潔區為衛生條件限制中等的區域，如烹調區、煮飯區、煮湯區；清潔區為衛生條件限制較高的區域，如包裝間、成品區。另外還有非食品處理區無衛生條件上的限制，包括有品管室、辦公室、更衣室、洗手消毒室、廁所等。

用電量為工廠能源消耗的重點，也為產生環境衝擊的重點，而電力的消耗主要來自工廠內的各類機器設備。餐食製備可能會使用到的機器設備包括有冷凍庫、冷藏庫、洗米機、絞肉機、切菜機、削皮機、電動切片機、攪拌機、打蛋機、蒸氣迴轉鍋、油炸機、煎蛋機、各式電熱及柴油烤箱、微波爐、洗碗機、盤餘絞碎機等(黃，1999)。可依其使用特性分類為儲藏設備、食物處理設備、烹調設備、清洗設備等(表三)。各設備用電量會因機型、廠牌不同而有不同，表三由文獻中整理出餐盒工廠使用機械的最大最小耗電量範圍(江，1992；林，1998)。

二. 研究目的

本申請年度為「果蔬汁產品綠色度之研究」三年計畫之第三年。這三年的總目標，在於配合綠色環保科技之發展，以省能源、低污染、可回收為標的，以本計畫之研究過程及成果將可作為各類食品綠色度研究及實際生產綠色食品時之範例。本計畫為第三年總計畫「果蔬汁產品永續發展之對策與展望」中的一個子計畫。本子計畫擬承續前兩年之工作，以第一年果蔬汁之生命週期結果及第二年果蔬汁綠色度之量化方法為基礎，建立食品綠色度的評估模式，並以即食餐盒業為例，測試此評估模式之可行性，最後再提出發展綠色食品之未來展望。本計畫完成之後，預期可以建立食品綠色度之評估方法，除可提供各機關團體作為制定綠色標章及作業規範的依據之外，更可有效推動綠色食品之普遍發展。

三. 研究方法及進行步驟

本計畫根據前兩年度計畫所規劃之果蔬汁生命週期與綠色度量化方法的結果(吳等人，2001、吳等人，2000、陳與葉，2000、陳等人，2000、馬與黃，2000)，歸納出一套食品綠色度的評估模式。然後再以即食餐盒業為例，測試此種食品綠色度評估模式之可行性，並提出發展綠色食品之未來展望。主要的研究方法乃依據生命週期評估法的準則，進行的步驟分述如下：

(一). 食品綠色度之評估模式

食品綠色度之評估模式是根據生命週期評估之目標及範圍界定、生命週期盤查分析、衝擊評估及生命週期闡釋等四個階段來分析。依據前兩年的研究結果，本研究將其轉換成下列五個步驟：

1. 產品生命週期範圍之界定：

定義產品的單位功能變數，以及從原料輸入開始到產品被消費結束的生命週期範圍，並依據蒐集到的資料將生命週期的範圍簡化成幾個階段以利討論。

2. 資源調查與分析

利用問卷調查、實地訪談、實際量測、文獻參考以及理論估算等方法，將各個階段的資源使用狀況歸納分類並整理之。

3. 環境衝擊評估

將得到之資源使用狀況代入 SimaPro 4.0 軟體中以計算出各個階段的环境衝擊值。

4. 訂定及量化管制點

根據 SimaPro 的環境衝擊值結果找出關鍵之衝擊點，根據這些關鍵點歸納出每個階段的管制點，然後再深入探討各管制點對環境衝擊的影響，並進一步歸納成指數，綜合而得管制點環境衝擊指數的量化方法。

5. 綠色度之換算

綠色度量化數值的呈現應是值愈大產品綠色度愈高，因此衝擊指數需經轉換才能當作綠色度指數。所以必須根據產品生命週期的排列，計算各階段管制點的環境衝擊指數，找出其最大值及最小值，其中環境衝擊最小值之綠色度將定義成 100，環境衝擊最大值之綠色度定為 0。因此食品綠色度可以下列公式換算：

$$\text{綠色度指數} = 100 - 100 \times \left(\frac{\text{環境衝擊指數} - \text{最小環境衝擊}}{\text{最大環境衝擊} - \text{最小環境衝擊}} \right)$$

(二). 食品綠色度評估模式之可行性探討－以即食餐盒業為例

研究中將即食餐食工廠良好作業規範專則中所指之即食餐食進一步分成兩大類，調理包裝成盒者稱之為「餐盒」；以大容器運送者，稱之為「合菜」。餐盒工廠所生產合菜主要供應國民中小學的午餐，供應一般大眾的餐食則以餐盒為主。以下依上述食品綠色度評估模式的步驟逐一討論即食餐盒之綠色度評估：

1. 產品生命週期範圍之界定

(1). 目標：

應用生命週期評估方法及其衝擊評估軟體，找出影響餐盒綠色度的管制點，並以其環境衝擊指數作為量化餐盒綠色度的基礎。

(2). 範圍界定：

便當餐盒的生命週期如圖二所示，本研究之範圍界定在原料輸入餐盒工廠之後至餐盒或合菜食用後廢棄

整個過程，如圖二黑色粗框部份，其中各階段皆有其輸入及輸出項目，輸入如各類能源、水、物料、食材等的加入，輸出如各種固、氣、液污染物及各階段的半成品或成品。本研究的盤查重點在輸入部份，輸出的盤查以固體廢棄物為主。為簡化盤查將界定範圍內的各流程分類為七階段，如圖三所示，盤查範圍詳述如下：

- a. 食材進貨及前處理：包括食物原料的運輸進入工廠及食物材料的清洗、去皮、切割程序。
- b. 冷凍、冷藏階段：包括食材冷凍、冷藏及解凍過程的能耗盤查。
- c. 製備烹調階段：盤查瓦斯烹調與烤箱烹調的能耗。
- d. 配膳包裝階段：以紙餐盒、PP餐盒材料及合菜容器材料為盤查重點。
- e. 運輸階段：包括運輸距離的油耗盤查。
- f. 消費清洗階段：以合菜的清洗程序為盤查重點。盤查包括餐盤的清洗及合餐容器的清洗。
- g. 廢棄物處理階段：紙材料及PP塑膠材料以掩埋法處置與焚化法處置之盤查。

(3). 功能單位：

設定以每人份餐為一個功能單位。便當餐盒為一個單位；一套35人份的合菜組則為35個單位。

2. 資源調查與分析：

便當餐盒的生命週期盤查分析依前述七個階段進行(圖三)。盤查資料除來自問卷調查外，另輔其它方法以推估不易測得的資料，其方法將描述於非生物性資源推估方法中。盤查的資料以用電、用水、常用化學品用量、包裝材料消耗及運輸用燃油為主。以下分點敘述問卷調查、非生物性資源推估及能源計算。

(1). 問卷調查：

a. 問卷設計：

本研究問卷調查(附錄一)為要盤查餐盒工廠的物質流進出狀況，並藉由盤查過程了解工廠的一般作業流程以從找到可改善環境衝擊的管制點。問卷的架構包含物質流盤查部份及工廠基本資料部份。物質流盤查部份如能源及水的消耗盤查、運輸資料盤查、食材物料盤查及工廠的餐盒生產量，採用一週記錄表的方式進行，盤查一週內每日的物質的進出；工廠基本資料部份以了解該工廠作業概況為主，包括工廠機械使用調查、人力資源調查、廢棄物處理方式等，以表格問卷方式設計由廠方按實際狀況填寫，而無法直接獲得之資料者則依操作人員的經驗值填報。

b. 問卷預測及實測調查：

為評估問卷之信度與效度，選取台中市一家具 HACCP 認證之餐盒工廠進行問卷預測，修正後做成正式問卷，選五家具 HACCP 認證工廠，進行正式調查。

c. 調查期間及調查方式：

問卷執行於 91 年三月至五月期間，採親自訪視方式進行，由餐盒公司經理、營養師或衛生管理人員提供資料或填寫問卷。一週後回收問卷，並以電話聯絡方式確認問卷整理後所發現的問題。

(2). 非生物性資源的推估：

消費清洗階段中餐盤及合菜清洗的資源消耗因不易以調查方式取得實測數據，因此以實驗方法、列表評估法及詢問法取得推估資料。

a. 實驗方法推估餐盤清潔用水：

為推估合菜消費階段清潔用水量及洗碗精用量，模擬學校學生用餐後清洗器皿的狀況設計實驗。假設學生午餐最大殘油量為 1 湯匙沙拉油，以不銹鋼餐盤、不銹鋼便當盒及市售塑膠盒為試驗容器，加入食用油 1 湯匙靜置 30 分，以清潔水液(1ml 洗碗精：500ml 水)清洗，以固定程序清洗，計錄用水量、洗碗精用量及清洗時間。

b. 列表評估三槽式清洗法的資源消耗：

合菜容器及餐盤若以三槽式清洗法清洗，以列表法推估。方法根據行政院衛生署(民國 83)所公佈食品簡易檢查之三槽式清洗(黃，1999；蘇，1996)模式的五個程序，列出資源評估清單(表四)，再配合實地觀察法進行測量。噴洗及沖洗用水的評估以水龍頭之單位時間出水量乘上噴洗時間來估計；在水槽清洗或浸泡的部份則以水槽的最大容積乘上盛水滿度再除以清洗合餐桶數量來估計用水量；清潔劑及消毒劑以濃度乘以體積估計；加熱能耗以使常溫水(25°C)上升至指定的水槽水溫所消耗之熱能來計算，並考慮維持水溫所需熱能。

c. 詢問機器設備相關人員：

合菜容器及餐盤以機器清洗，其盤查資料包括耗電量、耗水量及清潔劑用量。其中耗水量及清潔劑用量則由機器供應廠商提供估計數據，耗電量則以機器之標示功率乘以清洗時間來換算。

(3). 能源計算：

a. 工廠全廠用電估計：

以月電費方法估計，以廠方所提供調查執行期間的當月電費除以非夏月營業用電每度(1kWh) 2.6 元，得到當月估計用電量，除以當月週數得週用電量。此用電量除包括工廠作業區各樣機械設備、照明、空調等的耗電外，還包含行政區的用電，因此此數值會比實際參與製程的機械用電高出許多。

b. 工廠機器用電計算：

以機器的耗電功率乘以工廠提供的每日操作時間，可得到機器的一日耗電量。工廠各機器的一日耗電量加總後除以一日產量可得到生產每人份餐盒的機器耗電量。

c. 工廠全廠用水估計：

用水的估計方式以每月水費來估計，水價以平均每度(1000L) 11 元計算。

d. 運輸車油耗計算：

運輸車的油耗計算為得到每人份餐在運輸階段的环境衝擊。首先求出運輸車每公里的油耗量除以每車的載運量，得到運輸每人份餐每公里的油耗，再考慮不同運輸距離的油耗，計算環境衝擊。

e. 冷凍、冷藏庫的電耗計算：

為要求出每人份餐在冷凍、冷藏階段的环境衝擊，

需先求出其用電量。計算方法以冷凍機之輸出功率乘上一日運轉時間除以平均儲物重量，可得到冷凍藏每公斤食材所花耗電力能量。再乘以每人份餐出自冷凍或冷藏庫的食材重，即得每人份餐冷凍冷藏之用電量。

3. 衝擊評估：

盤查所得資料藉由生命週期評估軟體 Sima Pro 4.0 可進行環境衝擊評估。Sima Pro 軟體由荷蘭 Leiden 大學所研發，是近年在國際上廣被使用的生命週期評估模式軟體，其內部已有各類基本材料、能源、運輸、資源使用及廢棄物處理等資料庫可供選取，但為符合國內狀況，本研究在用電、用水及燃料的使用部份採用自建國內資料。自建方法即將國內使用電力、燃料與用水對環境衝擊資料(工研院化工所，2001)輸入 Sima Pro 4.0 軟體，由軟體進行衝擊評估。另外若有國內缺乏的衝擊資料者，如 PP 塑膠、餐盒紙板等，則由 Sima Pro 4.0 中所提供的國外資料庫取合適者加以引用。本研究所引用各項資料庫列於表五中。

4. 訂定及量化管制點

(1). 管制點定義：

依據吳等人(吳，2001)所建立果蔬汁綠色度的量化

方法，將盤查範圍的七個階段，經評估後篩選出對環境影響較大且能以人為改善的因素，並針對這些因素予以分類設為管制點，並進行管制點的分類分析，分析結果以衝擊指數呈現。各管制點衝擊指數相加，即得餐盒或合菜的環境衝擊指數。其中餐盒的環境衝擊不計算合菜容器清洗及消費清洗衝擊指數，而合菜的環境衝擊不計算包材廢棄處理衝擊指數。為方便計算餐盒與合菜的環境衝擊將屬於工廠內評估的項目合稱為生產衝擊指數，包括冷凍、冷藏、前處理、烹調、包材及合菜容器清洗衝擊項目。工廠外的評估項目有運輸、消費清洗及包材廢棄。

餐盒衝擊指數 = 生產衝擊指數+運輸衝擊指數+廢棄處理衝擊指數

合菜衝擊指數 = 生產衝擊指數+運輸衝擊指數+消費清洗衝擊指數

5. 綠色度之換算：

將餐盒之環境衝擊最小值定義其綠色度為 100；環境衝擊最大值綠色度為 0，再代入前述綠色度的量化公式即可轉換成量化之餐盒綠色度。

(三). 研究的限制

本研究以生命週期評估方法來建立食品綠色度的評估技術，因此其研究限制與一般的生命週評估相同。

在生命週期評估方法中研究範圍的界定十分重要，因為它會影響到最後的評估結果。由於國內目前對於食品原料的環境衝擊資料甚為缺乏，如農產品的種植與禽、畜動物飼養等資源利用資料，所以本研究僅將評估範圍界定從食品原料進入工廠開始。然而真正要評量一項產品的綠色度，仍需包括產品原料的選擇。期盼將來國內能建立更多的食品環境衝擊資料，如此當可健全食品綠色度之評估技術。

此外，研究中乃採用荷蘭發展的 Sima Pro 4.0 作為評估軟體，有一些國內缺乏的環境污染資料，如塑膠、鋼鐵、紙板等是引用軟體中所提供的資料庫來進行衝擊評估。這些資料庫為歐洲地區的調查資料，其生產環境污染是否與國內同類產業相近，也就是說引用國外資料庫是否合適，在產品生命週期評估的研究上是仍待了解的課題。不過在本研究結果中影響環境衝擊最大的電力，乃是引用台灣本土的資料，故因為引用國外資料庫而產生的誤差應該對結果影響不大。

四. 結果與討論

(一). 食品綠色度評估模式之可行性探討－以即食餐盒業

1. 即食餐盒生命週期範圍之界定

本研究設定以每人份餐為一個功能單位，範圍界定在食品原料輸入餐盒工廠之後至餐盒或合菜食用後廢棄整個過程，討論整個生命週期中的輸入資源如各類能源、水、物料、食材等的加入，以及輸出影響如各種固、液污染物及各階段的半成品或成品。為簡化問題即食餐盒的生命週期範圍將界定成下列七個階段：1. 食材進貨及前處理階段；2. 冷凍、冷藏階段；3. 製備烹調階段；4. 配膳包裝階段；5. 運輸階段；6. 消費清洗階段；7. 廢棄物處理階段。

2. 即食餐盒之資源調查與分析

表六為台中市五家餐盒工廠之調查結果，包括一週產量、能源使用、用水、化學品使用、運輸及人力狀況。各工廠皆生產合菜與餐盒，總產量以兩者合計，工廠 A 為一大型餐盒工廠，其週產量達 74085 人份，其它工廠週產量在 10000-30000 人份間為一般規模。在用電方面，工廠 A 週用電量為 6123 kWh，其它工廠在 2000-5000 kWh 間。

瓦斯及燃料油於餐盒工廠的用途主要是用於烹調

食品及熱消毒器具之用。燃料油做為鍋爐的燃料，通常為煤油或柴油。工廠 A 一週瓦斯用量為 1545 kg，燃料柴油用量 2250L；工廠 B 及工廠 C 只使用瓦斯為燃料，週用量分別為 600 及 808 kg.；工廠 D 及工廠 E 使用瓦斯週用量為 198 及 103 kg，使用柴油或煤油工廠 D 為 1000L，工廠 E 為 165L。

在用水方面各工廠週用水量在 100-500 噸之間，其中工廠 B 產量雖小於工廠 A 的一半，其用水量卻高過工廠 A，是用水最多的工廠。工廠的用水情形包括有清洗食材用水、烹調用水、清洗器具用水及廠區清潔和人員衛生用水等。

洗碗精的消耗量以工廠 B 及工廠 D 最多，一週用量分別為 160 公升及 125 公升，工廠 C 及工廠 E 為 45 及 40 公升。洗碗精的清潔用途甚廣，除可清洗餐盤、容器、餐具外，亦可用於鍋爐及廚房油膩處的清潔，其用量會與使用方法、習慣及其它清潔劑的使用有關。漂白水即次氯酸鈉，常用為食品加工製程的消毒藥劑，用來消毒餐具、容器的有效濃度需含氯達 200 ppm (蘇，1996)。

運送餐食的貨車多為保溫車，車重由 1.7 至 3.5 噸皆有，表六顯示各工廠擁有的汽柴油運輸車數量，各工廠多以自己的運輸車運送全部餐食；工廠 D 部份使用自用運輸車，部份租用其它運輸車來運送。

餐盒工廠所使用的餐盒包材以 25-30 克的紙包材為主，供應一般消費者。其它有供應商務會議等的高價位餐盒，其包材有使用較好的紙餐盒或 PP 塑膠餐盒或紙盒加 PP 內隔的複合餐盒，由於這種餐盒非常態、每日都生產，因盤查以一般紙餐盒重為主。

人力資源調查以作業區工作人數方式統計，包括驗收區、前處理區、食物製備區、包裝區工作人數及運送人員、廠區清潔人員人數。工作人時以各區作業時間乘以人數計算。

3. 環境衝擊評估

為比較各工廠生產單位人份餐的環境衝擊，將調查之各項資源消耗項目計算為每人份餐的資源消耗，計算結果如表七所示。再將消耗資源輸入 Sima Pro 4.0 軟體計算環境衝擊(圖四、圖五)。

工廠生產每人份餐用電量在 0.06-0.2 kWh 之間，平均為 0.121 kWh(表七)，造成環境衝擊 4.45 mPt(圖四)，為各項資源中造成環境衝擊最高者。瓦斯用量約在 6-36 克之間，平均 20.93 克，環境衝擊為 0.00153 mPt。燃料油雖非每家都使用，但因與瓦斯同為烹調能源可以相互取代，所以平均燃料油用量以五家平均計算為 12.97 克，造成環境衝擊 0.0223 mPt。

每人份餐用水估計則在 4-16 公升之間，平均為

8.81 公升，環境衝擊為 0.0144 mPt。化學品使用方面，每人份餐消耗洗碗精在 2-6 ml 之間，平均 3.7 ml；漂白水用量為在 0.1-24 ml 之間，平均為 6.35 ml。和其它資源相較化學品用量極少，並且缺少合用資料庫，所以在圖五中暫不將洗碗精與漂白水的環境衝擊列入。

在運輸方面，每人份餐食的運輸油耗計算，以工廠汽柴油車週總運輸里程除以該工廠週產量，得平均每人份餐運輸里程數，再乘以汽柴油車油耗量。由其中一家工廠提供汽柴車油耗量平均為 0.232 L/km，汽油車與柴油車油耗量差不多，因得每人份餐食運輸油耗如表七所示，各工廠運輸油耗在 1.79 - 6.18 公克間，平均為 4.7 公克。若為汽油環境衝擊為 0.0097 mPt，若為柴油環境衝擊為 0.0081 mPt，衝擊量皆不大。紙餐盒平均重量為 28.2 克，環境衝擊評估採用國外的紙板製造資料庫(表五)，衝擊量為 0.0431 mPt (圖四)。

圖五顯示各工廠環境衝擊比較，由於工廠 E 的資料較不齊全，因此暫不將工廠 E 列入比較。各工廠生產每人份餐環境衝擊最高為 7.4 mPt，最低 3.01 mPt，平均環境衝擊為 4.5 mPt。

4. 訂定及量化管制點

(1). 訂定管制點：

由圖四可看出影響餐盒環境衝擊最大的是電力消

耗，其影響占全部衝擊量的 98 %，因此探討餐盒工廠環境衝擊的重點需由用電方面著眼。表八整理四家工廠各製程階段機器的每人份餐用電量，六個製程階段用電量平均在 0 - 9.4 Wh 之間，耗電最多的三個階段為冷凍冷藏階段、配膳烹調階段及配膳包裝階段，分別為 9.4、5.2、2.95 Wh。製程機器用電量占全廠用電量在 11.7-28.6 % 之間各廠皆有不同。

表九整理餐盒工廠各資源消耗的重點階段。電力的使用普遍分佈在各階段。水的使用以食材前處理、製備烹調及清洗消毒階段為重點。瓦斯、燃料油主要用在製備烹調階段，其次在清潔與消毒階段用與熱消毒的加熱燃料。運輸用油及化學品使用的消耗較單純消耗在運輸及清潔消毒階段。

(2). 量化管制點：

分類分析將餐盒生命週期中，影響環境衝擊較大又可以人為改變的因素分類，並分析其環境衝擊。本研究分冷凍冷藏、製程、運輸及合菜與餐盒與四個衝擊指數來討論，製程分前處理機器及主菜烹調兩個衝擊指數，合菜與餐盒又分成包材與清洗兩個衝擊指數。

a. 冷凍、冷藏衝擊指數：

以大型餐盒工廠常使用的步入型冷凍、冷藏庫為例，一個2坪大小的冷凍庫(-20°C)內容量為11700 L，冷凍機輸出功率2200 W，每日運轉時間以16 hr計，冷凍庫房平均貯藏密度依文獻約估為641 kg/m³(蘇，1996)，則平均冷凍每公斤食材一日花耗電力4.64 W×hr，環境衝擊為 165.2×10^{-3} mPt/kg/day。考量相關變數將每餐盒於冷凍時可能產生的環境衝擊化為計算公式如下：

冷凍階段環境衝擊(mPt) = 0.165 × 每人份餐冷凍食材重(kg) × 冷凍日數 or

冷凍階段環境衝擊(mPt) = 0.165 × 冷凍食材重(kg) ÷ 冷凍人份數 × 冷凍日數

餐盒工廠的冷凍食材多為冷凍加工食品及肉品，營養師設計午餐肉類份數通常1-2份，換算成重量大約50克，若再加上其它冷凍食品20克，假設餐盒工廠生產每份餐盒即有70克食材來自冷凍庫，計算每份餐盒於冷凍階段的環境衝擊為 11.59×10^{-3} mPt/day。參考美國的資料豬肉於 -18°C 冷凍儲藏的期限為4個月(江，1992)，以此期限為餐盒用肉品最大冷凍時間，計算冷凍階段最大環境衝擊為1.39 mPt。

而冷藏庫房($2-10^{\circ}\text{C}$)內容量為10800 L，冷凍機輸

出功率 1100W，每日運轉時間以 16 hr 計，平均貯藏密度約估為 481 kg/m³(蘇，1996，p253)計，平均冷藏每公斤食材耗電力為 3.39 W×hr，環境衝擊為 120.7×10^{-3} mPt /kg/day。計算公式如下：

冷凍階段環境衝擊(mPt)=0.121 ×每人份餐冷藏食材重(kg) ×冷藏日數 or

冷凍階段環境衝擊(mPt)=0.121 ×冷藏食材重(kg) ÷冷藏人份數 ×冷藏日數

餐盒工廠冷藏庫裡存放的食材種類較多樣，如蔬菜、醃肉、蛋類、欲解凍肉品、剩菜等，可能因各工廠的習慣不同而有不同。假設每人份餐盒來自冷藏庫食材以一份蔬菜類(100 克)計，得每份餐盒於冷藏階段的環境衝擊為 12.07×10^{-3} mPt /day。蔬菜的冷藏儲期限依蔬菜的種類不同而有很大差異，若以餐盒常用的胡蘿蔔及花椰菜來計，其最長儲存期限為 4 週，計算冷藏階段最大環境衝擊為 0.34 mPt。

b. 前處理機械衝擊指數：

食材的前處理常用機器包括切菜機、打蛋機、攪拌機、洗米機等，表十中整理計算這些機器的處理每公斤食材耗電量，乘上每餐食材消耗量計算出每人份餐的機器用電量平均為 0.26×10^{-3} kWh，環境衝擊為 $9.27 \times$

10^{-3} mPt。為簡化計算將各類前處理機器的環境衝擊指數定為 9.27×10^{-3} mPt，因列出公式前處理機械衝擊指數如下：

$$\text{前處理機械衝擊指數} = 4.635 (\times 10^{-3} \text{ mPt/HP}) \times \text{個數}$$

c. 烹調衝擊指數：

餐盒工廠中最常使用的烹調能源為瓦斯，其次為柴油或煤油，其環境衝擊較電能小得多，其成本也較低。而電力的使用在製備烹調階段除基本的抽風設備動力外，也可提供烹調熱能，如電熱烤箱、微波爐等，其所造成環境衝擊較大。在餐盒工廠中烤箱常用於主菜肉類的烹調，以下就以瓦斯烹調與電熱烹調比較製備主菜肉類所造成環境衝擊。

由文獻中查知油炸 1 公斤漢堡肉約耗能 10 MJ (Ammika and Mireille)，因此烹調一公斤肉品所需熱能以 10 MJ 計算，一個餐盒的主菜肉類約 2-5 份(重量 70-175 公克)，平均約 120 克。計算每人主菜肉類烹調所需能量為 1200 kJ。若此能量自電熱法加熱所需耗電量為 0.01423 kWh，環境衝擊 0.438 mPt；若來自瓦斯則所需瓦斯量為 24.8 公克，環境衝擊 0.0018 mPt。

d. 運輸衝擊指數：

由一家工廠提供汽柴油油耗量平均為 0.232 L/km。因此餐盒運輸車之油耗量以 0.232 L/km 計，柴油密度 0.86 g/ml，換算為柴油油耗 0.199 kg/km，乘以柴油的環境衝擊 1.72 mPt/kg，得到每輛餐盒運輸車的環境衝擊指數為 0.343 mPt/km。又由調查得到餐盒工廠每輛運輸車約載運 755 人份餐食，計算每人份餐的運輸衝擊指數為 0.454×10^{-3} mPt /km。

估計最大餐盒運送距離，依據 HACCP 危害分析重要管制點規範「熟食勿置於室溫 30 分鐘以上」(葉，1996)，假設符合規範之最大運輸時間為 25 分鐘，以市內最高速限 40 km/hr 計算，則餐盒工廠與消費地點距離應不大於為 17 km，因此餐盒的運輸環境衝擊最大為 7.72×10^{-3} mPt。

e. 合菜與餐盒衝擊指數：

合菜或餐盒對環境衝擊的影響階段，包括有配膳包裝階段、消費清洗階段及廢棄物處理階段，其中包材的不同影響配膳包裝階段及廢棄物處理階段，清洗的資源消耗則影響消費階段的環境衝擊。

(a). 包材：

餐盒包材以最常使用的紙包材及 PP 包材來作討

論。紙餐盒以每人份餐 28.3 克計(表十一)，PP 餐盒以 27.2 克計(藍，2001)。合菜容器一般材質為不銹鋼內面加塑膠材質外籃，湯桶為不銹鋼湯桶。以工廠提供的合菜容器重量為 2880 克來計算，假設一個合菜容器可使用 1000 餐次，平均每個容器盛裝量為 35 人份。計算平均每人每餐合菜用掉的合菜容器重量為 0.082 克。

將包材重量輸入 Sima Pro 4.0 軟體，並選擇合宜的評估資料(表五)，由軟體分析環境衝擊。結果顯示(表十一)製造階段產生環境衝擊最大的是 PP 餐盒達 103×10^{-3} mPt，紙餐盒為 43.2×10^{-3} mPt，合菜容器為 0.32×10^{-3} mPt。而廢棄階段的環境影響，紙餐盒以掩埋方法所產生衝擊較焚化大，衝擊度為 10.5×10^{-3} mPt。PP 餐盒則以焚化方法造成環境衝擊較大為 16×10^{-3} mPt。若以總體作討論，包括製造與廢棄階段，無論採行焚化方法或掩埋方法，皆以紙餐盒較為環保(圖六；圖七)。

(b). 清洗：

消費清洗階段的盤查包括餐盤及合菜容器清洗的資源消耗推估，依清洗方式不同又分別推估三槽式清洗(分熱消毒法及化學消毒法)、機器清洗及學生手洗餐盤的資源能耗，並計算環境衝擊(表十二；表十三)。

非使用機器清洗餐盤或合菜容器所造成的清洗環

環境衝擊每人份餐約在 $3-4 \times 10^{-3}$ mPt 之間，餐盤清洗平均為 3.79×10^{-3} mPt，合菜容器平均為 3.37×10^{-3} mPt。而機器清洗因用電關係衝擊度高出多倍，達 946.8×10^{-3} mPt。

5. 綠色度之換算

將分類分析中所討論的各階段的衝擊指數列表(表十四)有利環境衝擊計算。又依即食餐食生命週期階段排列(圖十)可分別出合菜與餐盒相同與不同。同一家工廠製造的合菜與餐盒於冷凍、冷藏、前處理及製備烹調階段的環境衝擊相同，配膳包裝、運輸、消費及廢棄物處理階段則將合菜與餐盒分開計算。

為達到餐盒綠色度量化的目的，需將環境衝擊指數轉化為指數愈高對環境友善的綠色度指數。轉化的方法依據果蔬汁模式(吳，2001)以環境衝擊最小值定其綠色度為 100；環境衝擊最大值綠色度為 0。表十五中列出各階段最大最小值的排列順序，將各階段最大值加總計算餐盒組最大值為 2.32 mPt；合菜組為 4.11 mPt。各階段最小值加總計算餐盒組最小值為 0.047 mPt；合菜組為 0.009 mPt。兩組最大最小值雖不同，但為統一綠色度計量值將環境衝擊 4.11mPt 定義其綠色度 0；環境衝擊 0.009 mPt 定義其綠色度為 100，以此可列出計算方法。

$$\text{綠色度指數} = 100 - 100 \times \frac{(\text{環境衝擊指數} - 9)(10^{-3} \text{ mPt})}{(4109 - 9)(10^{-3} \text{ mPt})}$$

$$\text{綠色度指數} = 100 \times \left(1 - \frac{\text{環境衝擊指數}(10^{-3} \text{ mPt})}{4100}\right)$$

6. 範例說明

表十六及表十七列出兩個模擬工廠為範例。工廠甲每日生產餐盒 1000 人份，合菜 9000 人份，該工廠每週約有 500 公斤食材出自冷凍庫，平均冷凍日為 3 日。約有 100 公斤食材出自冷藏庫，平均冷藏日為 1 日。擁有前處理設備 2 部，無電熱烹調設備，以紙餐盒為餐盒包材，以機器清洗合菜容器。合計工廠甲生產餐盒衝擊指數為 0.006 mPt；生產合菜衝擊指數為 0.964 mPt。工廠乙每日生產餐盒 1500 人份，合菜 5500 人份，該工廠每週約有 300 公斤食材出自冷凍庫，平均冷凍日為 5 日。約有 100 公斤食材出自冷藏庫，平均冷藏日為 1 日。擁有前處理設備 2 部，有一部電熱烤箱，一週兩次使用烤箱烹調主菜肉類，以紙餐盒為餐盒包材，三槽式人工清洗合菜容器。合計工廠乙生產餐盒衝擊指數為 0.24 mPt；生產合菜衝擊指數為 0.2 mPt。工廠甲與工廠乙差異最多的階段在烹調階段與合菜清洗階段，工廠甲於合菜清洗階段使用機器清洗，其環境衝擊比工廠乙多 0.94 mPt；工廠乙於烹調階段使用電熱烤箱烹調，環境衝擊比工廠甲多 0.18 mPt。由此得知使用耗電機器與否

影響環境衝擊甚多。

表十八列舉合菜的綠色度計算範例。假設國小 A 選擇合菜供應廠商為工廠甲，運送距離 5 公里，餐盤由學生自行清洗，計算環境衝擊為 0.97 mPt，換算綠色度指數為 76；若改以工廠乙為供應廠商，運送距離 10 公里，環境衝擊為 0.21 mPt，換算綠色度指數為 94，綠色度提高了 18，由於運輸影響環境衝擊甚小，每公里只升高 0.454×10^{-3} mPt，故選擇合菜綠色度高的餐盒廠可有效提高合菜供餐的綠色度。又假設一國中 B 合菜供應廠商同樣為工廠甲，運送距離 5 公里，餐盤則採用機器清洗，計算環境衝擊為 1.19 mPt，換算綠色度指數為 53，綠色度降低了 23，由此可得知使用機器清洗餐盤因用電關係會升高環境衝擊，降低合菜供餐的綠色度。

表十九列舉餐盒的綠色度計算範例。說明某公司供應工廠甲餐盒，運送距離 5 公里，餐盒廢棄後最終送至掩埋場掩埋，計算環境衝擊為 0.073 mPt，綠色度指數為 98。若改供應工廠乙餐盒則綠色度指數為 94，綠色度下降 2。又假設某機構同樣供應工廠甲餐盒，運送距離 5 公里，該機構將餐盒分類收集後送至焚化爐焚化，計算環境衝擊為 0.066 mPt，綠色度指數為 98，與掩埋法的綠色度沒有差異。

(二).發展綠色食品之未來展望

發展綠色食品的未來展望有兩個主要發展方向：

1. 確立食品綠色度的評定方法

本整合計畫在歷經三年的時間，已經提出一套評估食品綠色度的做法。這個食品綠色度的量化方法，除了可以使業者在管理各自工廠及設計綠色產品時有規則可循之外，也方便廠與廠之間相互比較以及相關機構綠色標章制度之建立及推動。

2. 接受綠色設計觀念。

綠色食品之設計，應遵循下列原則：1.選用綠色原料：盡量選用對環境友善之食品原料，如有機栽培之農作物、天然微生物發酵所得之添加物與原料等；2.選擇綠色製程：針對食品特性的要求，選擇適當之加工技術與製程，審慎評估所使用之能源與所產生的廢棄物，追尋最佳生產條件；3.計劃生產：透過精確的計算達到短期內消費多少就生產多少的供需平衡，避免資源浪費；4.選擇綠色包裝：目前食品包裝常常過當，浪費資源，增加廢棄物，不符合環保原則。但是包裝不足卻又無法達到保護食品的目的。使用環保材料作適度的包裝，才能達到最為綠色的效益。

3. 落實綠色行銷

食品的行銷活動應該符合環保觀念，但偏偏有很多背道而馳的例子。例如以贈品促銷時，這些贈品常是一些不必要之物，並不為大部分的消費者所使用，於是造成了資源的浪費。以現階段的發展而言，綠色行銷觀念應該是食品廠商應該落實的第一個課題。

4. 推廣綠色消費

現在是消費導向的時代，消費者的觀念引導著所有工業的發展，因此許多方向的發展往往不利於環境的永續。例如傳統送禮的文化，鮮麗炫目的包裝總少不了，如此過度包裝常會造成環境的負擔；又如年輕族群求新求變的心態，亦使食品廠商忙於研發過分花俏的新產品並發生過分促銷的現象，造成資源的浪費。因此，消費者應該謹守綠色消費的觀念，做為開向環境永存、資源永續目的地的火車頭。

五． 結 論

本研究以產品生命週期範圍之界定、資源調查與分析、環境衝擊評估、訂定及量化管制點、綠色度之換算等五個步驟組成食品綠色度之評估模式，並以即食餐盒系統為對象，證明此食品綠色度評估模式之可行。這套食品綠色度之評估方法，除可提供各機關團體作為制定綠色標章及作業規範的依據之外，若能再配合綠色設計、綠色行銷、以及綠色消費等觀念的落實，將可更有效推動綠色食品之普遍發展。

六. 參考文獻

CAS 即食餐食，財團法人中華民國冷凍食品發展協會，
<http://www.cffi.org.tw/cas-f6.html>。

丁執宇，1998。衝擊評估方法介紹及如何應用在產業
界，生命週期評估研討會。

工研院化工所，2001。台灣省供水、貨車、電力使用等
衝擊資料。<http://202.39.10.92/lcaweb/cgi/cgi2/exe/reptla>。

安寶儀，1994。「食品業環境管理之初探」。碩士論文，
國立台灣大學商學研究所。

江善宗，1992，冷凍設備及空氣調節機--冷凍設備，冷
凍冷藏學(上冊)，p71-132，國立編譯館。

江善宗，1992，畜產品的冷藏與凍藏，冷凍冷藏學(下
冊) p137-176，國立編譯館。

吳瑞碧，王峻禧，彭志輝，廖佩如，2001，果蔬汁產品
綠色度之量化，行政院國家科學委員會補助專題研究
計畫成果報告。

吳瑞碧，蔣丙煌，葉安義，王峻禧，2000。果蔬汁產品
生命週期非生物性資源之利用項況調查。行政院國家
科學委員會補助專題研究計畫成果報告，計畫編號：
NSC89-2621-Z-002-030-。

呂穎彬，1998。生命週期評估資料庫應用。工業污染防
治，第66期，113-140頁。

林泗潭、林志城，1998，食品加工機械。

- 徐炳勳，1992。「美麗共生」。台北：天下文化雜誌。
- 馬鴻文，黃建中，2000。以風險評估方法建立綠色食品評估準則之研究。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC89-2621-Z-002-031-。
- 陳雪娥，葉蔭桓，2000。果汁綠色度之研究：柑桔汁即番石榴汁加工物質流之建立及生物性資源之利用評估。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC89-2621-Z-030-002-。
- 陳肅霖，吳明昌，傅心梅，曾國展，2000。果汁綠色度之研究：楊桃汁及蕃茄汁加工物質流之建立及生物性資源之利用評估。行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告，計畫編號：NSC89-2621-Z-040-001-。
- 黃俊英，1992。「環保熱潮與企業經營」，二版。台北：中華民國管理科學學會。
- 黃韶顏，1999，團體膳食設備與用具，團體膳食製備 p483-507，華香園出版社。
- 經濟部工業局，1995，食品 GMP 認證制度規章彙編(修訂版，G210-4/27)。
- 葉全益，1996，食品衛生安全 p383-390，華香園出版社。
- 環保署，1994。「環保標章與綠色產品」。
- 藍春發，2001，台灣外食習慣對環境之影響--以便當為

例，國立台灣大學環境工程研究所碩士論文。

蘇恆安，1996，團體膳食衛生與安全管理，團體膳食管理 p207-242，華杏出版股份有限公司。

Andersson, K. and Ohlsson, T. 1999. Including environmental aspects in production development: a case study of tomato ketchup. *Lebensm.-Wiss. u. -Technol.*, 2:134-141.

Andersson, K., Ohlsson, T., and Olsson, P. 1998. Screening life cycle assessment (LCA) of tomato ketchup: a case study. *J. Cleaner Production* 6:277-288.

Annika Carlsson-Kanyama and Mireille Faist, 2001, Energy Use in the Food Sector: A data survey.

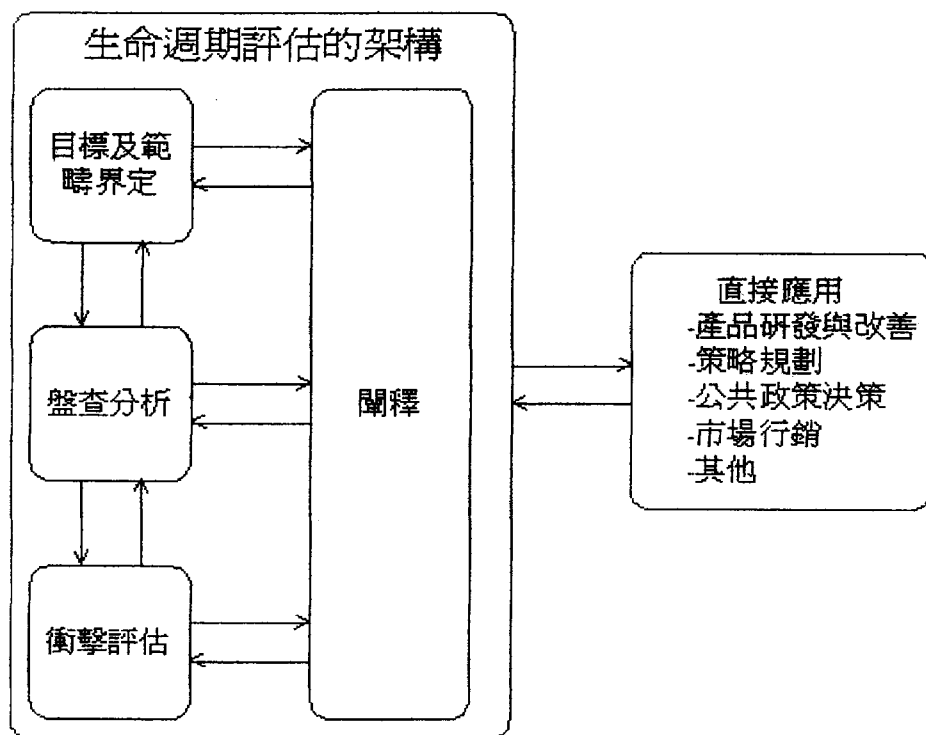
Fava, J. A. and Consoli, F.J. 1996. Application of life-cycle assessment to business performance. In *Environmental Life-cycle Assessment*. McGraw-Hill Press, New York, NY, USA..

ISO 1997. *Environmental Management—Life Cycle Assessment—Principles and Framework*.

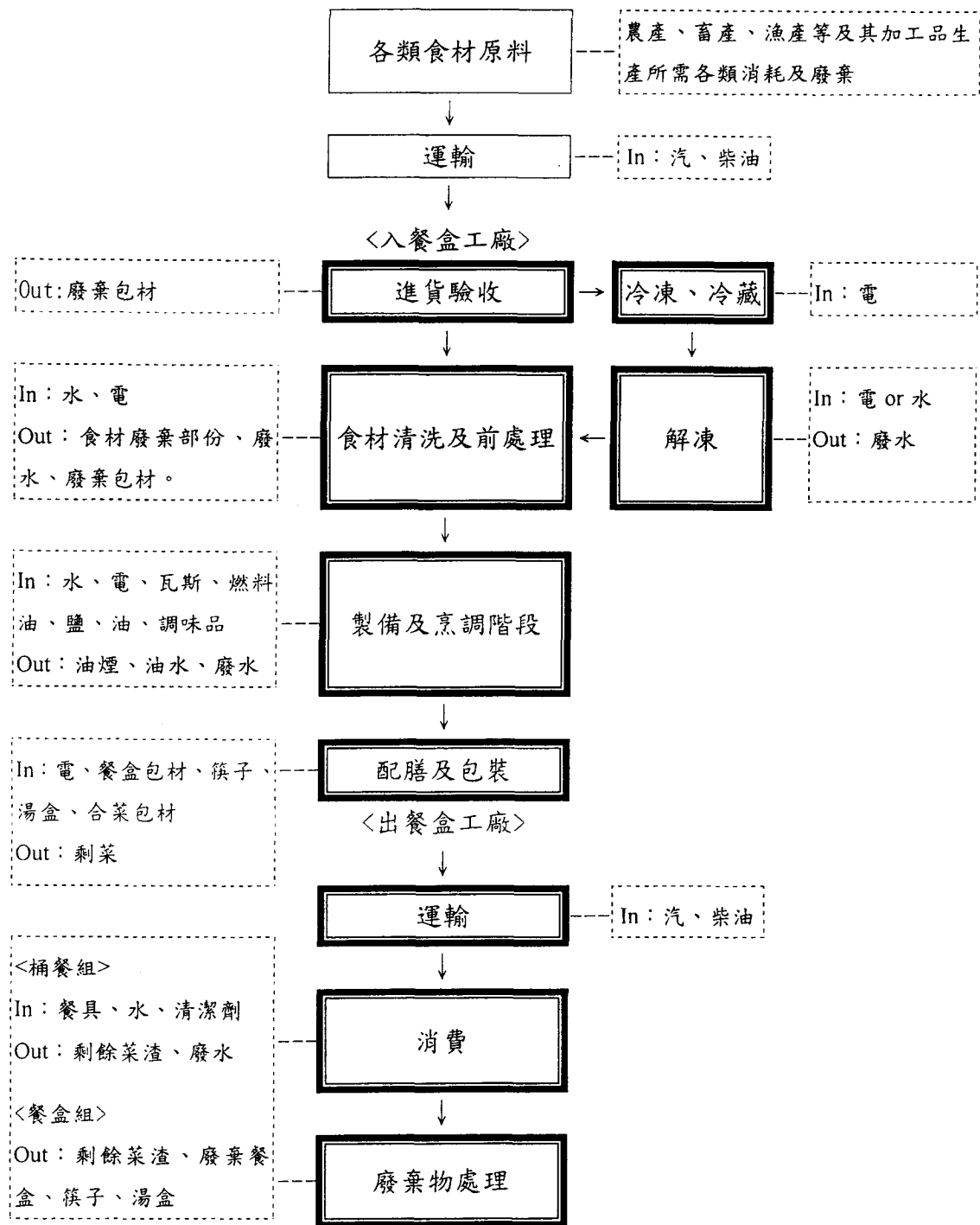
Nissen, N.F., Griesse, H., Middendorf, A., Muller, J., Potter, H. and Reichl, H. 1997. Comparision of simplified environmental assessment versus full life cycle assessment (LCA) for the electronics designer. In “Life Cycle Networks”, Krause, F.L. and Seliger (Eds.). Chapman & Hall, p.301-312.

Shi, J.S. and Kane, J.M., 1996. Green issues. *Business Horizons* 39(1):65-70.

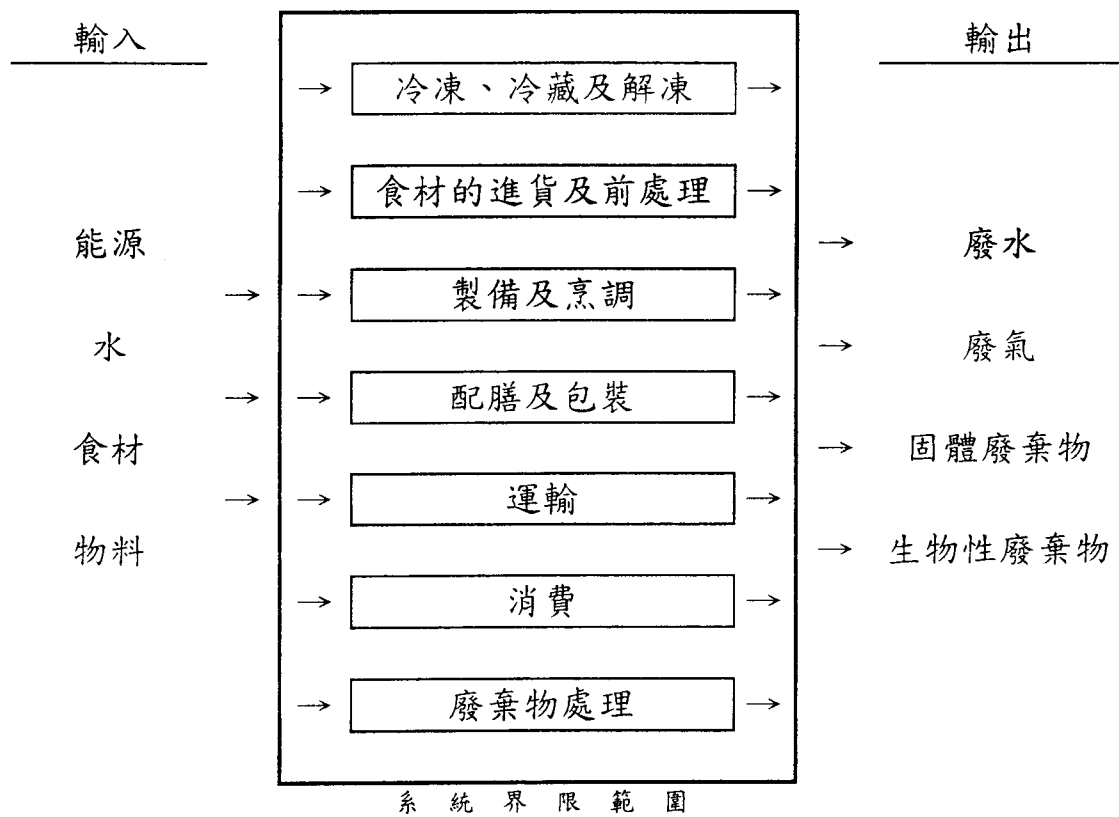
Simon, F.L. 1992. Marketing green products in the triad. *Columbia J. of World Business* (Fall and Winter):268-285.



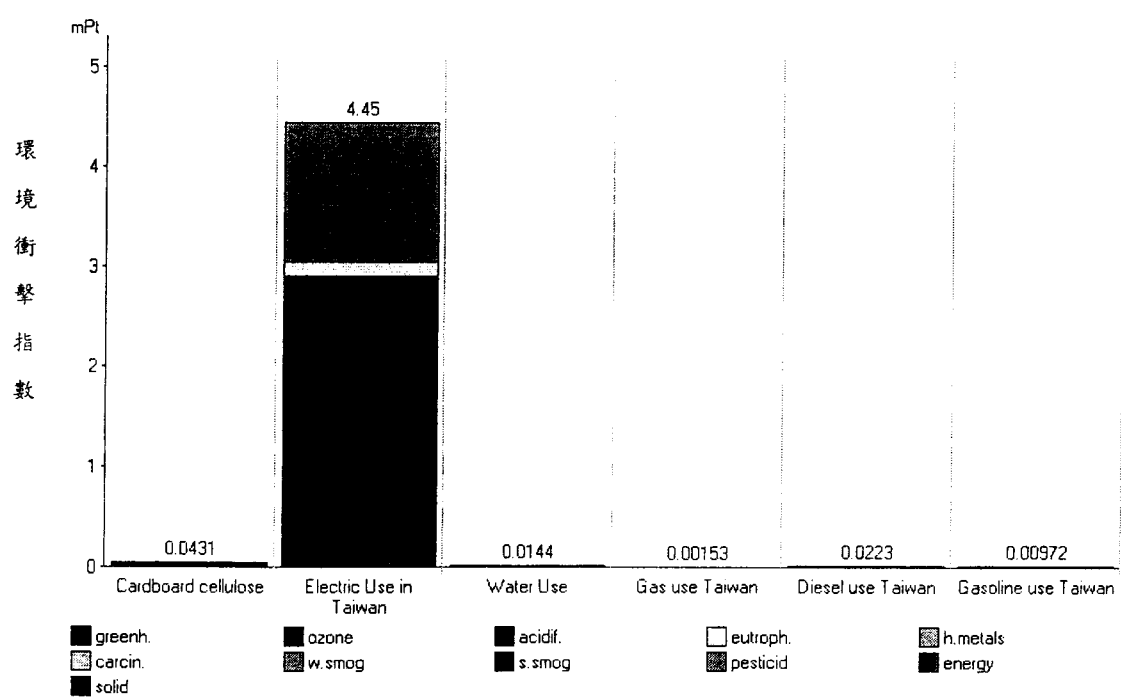
圖一、生命週期評估架構 (ISO)



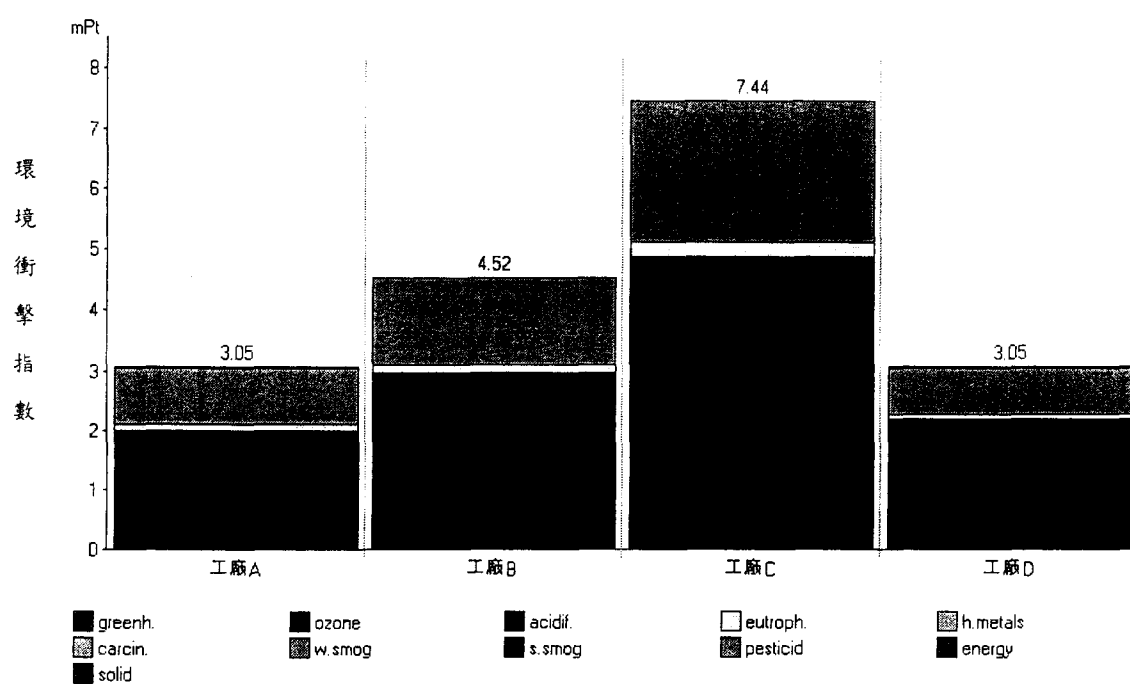
圖二、即食餐食之生命週期及系統界限



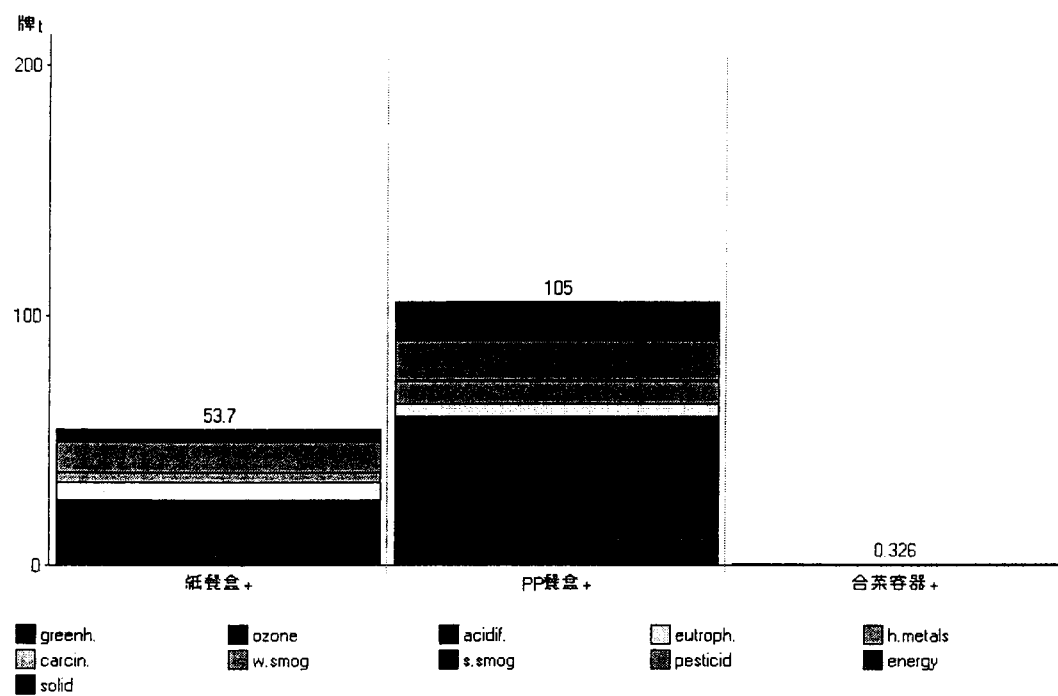
圖三、即食餐食生命週期之資料盤查範圍



圖四、五家餐盒工廠平均生產單位餐盒之各項資源環境衝擊

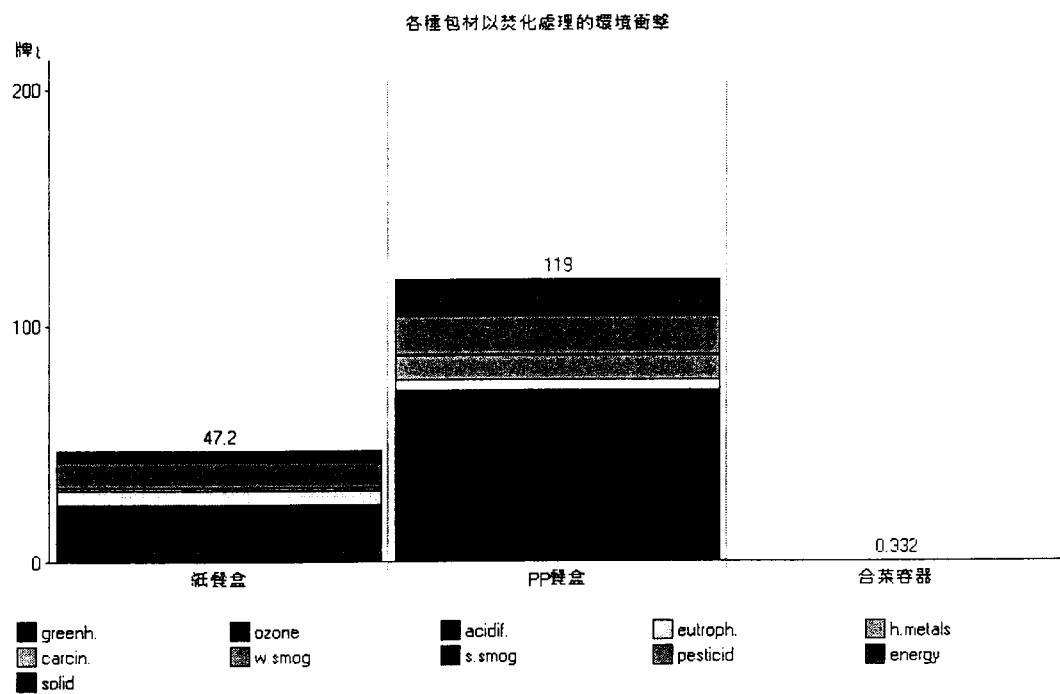


圖五、四家工廠生產每人份餐食之環境衝擊



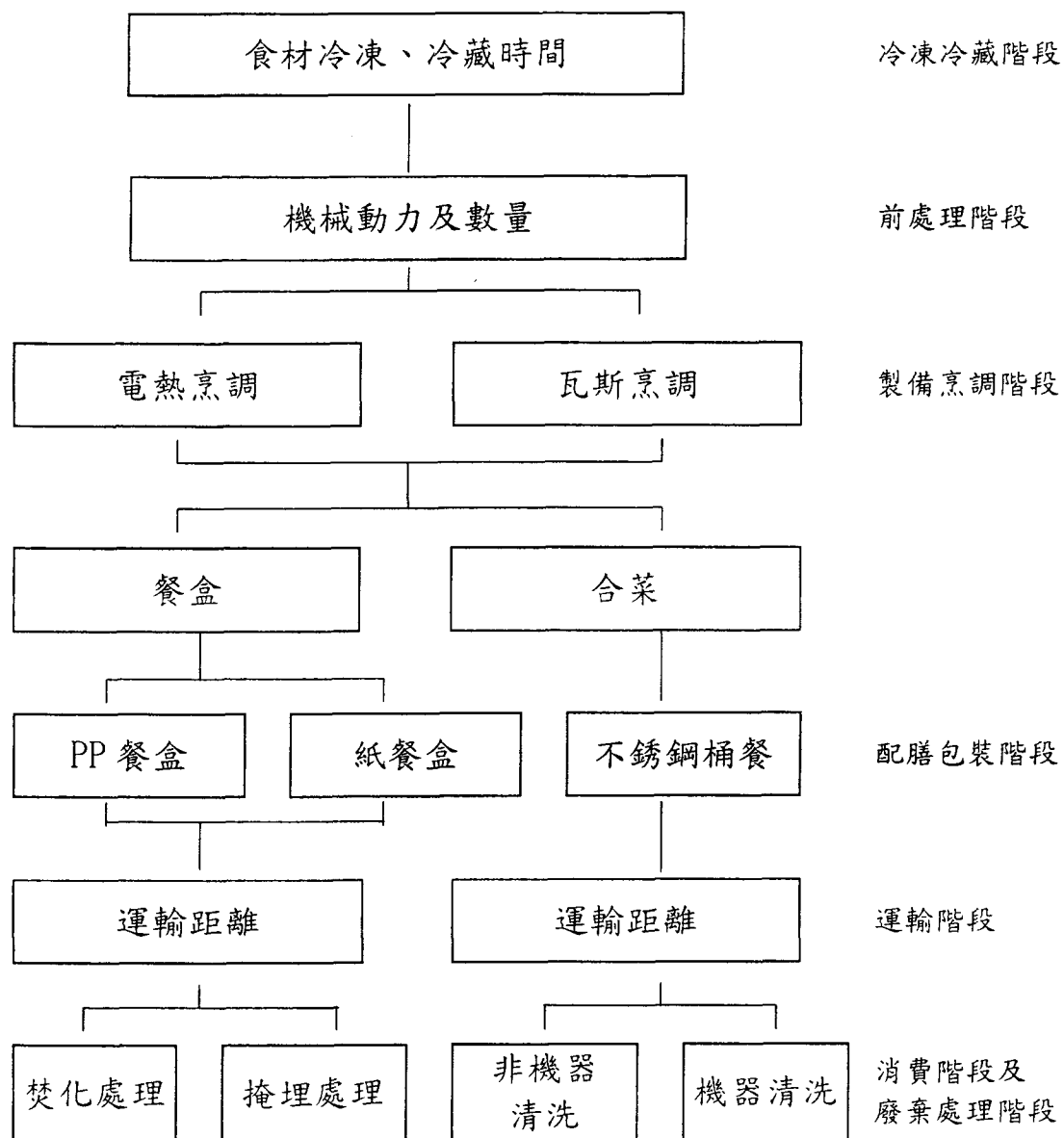
Compare report setup '包材掩埋比較': Method: SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e / indicator

圖六、PP 餐盒、紙餐盒及合菜容器之環境衝擊比較—掩埋法處理



Compare report setup 紙餐盒與PP餐盒; Method: SimaPro 3.0 Eco-indicator 95 / Europe e / indicator

圖七、PP 餐盒、紙餐盒及合菜容器之環境衝擊比較—焚化法處理



圖八、即食餐食生命週期階段之排列

表一、環境衝擊的分類

衝擊類別	環境衝擊說明
臭氧層破壞	臭氧層位於大氣層上空約 10 公里處，雖然臭氧具有毒性，但它可以吸收來自於太陽的紫外線幅射，人類目前正生產大量的臭氧層破壞物質，透過大氣的傳播將臭氧層破壞，造成地表遭受過量紫外線幅射，對於動植物生態破壞性很高，對於人類更可能造成皮膚癌致死的可能性增加。 臭氧層破壞物質有 CFC_s、HCFC_s…等等
溫室效應	由大氣中過多的紅外線阻隔物質所造成的現象。由人類燃燒所產生的二氧化碳及其他有相同作用的物質正大量的產生之中，干擾了地球的熱平衡，造成氣候及生態的改變。雖然這個現象尚未證實，不過預測若屬實，則其災難後果難以估計。另外世界各國 1997 年底在日本京都的會議達成某一程度之削減協定。 溫室效應氣體有 CO₂、CH₄、NO_x、CFC_s…
酸化	硫氧化物、氮氧化物、農業用氨，造成土壤之酸化，對於植物會造成嚴重的傷害
水質優養化	氮、磷類之營養源過多，會讓陸上植物物種單樣化，水中藻類大量繁殖，形成嚴重生態的破壞。
重金屬	對人類及生態皆能造成持久的毒害，而且無法將之消滅。
致癌物質	人類產的化學物質中有許多是會造成致癌毒性的，對人類及生態有很大的影響，例如殺蟲劑、多氯聯苯等。
冬季煙霧	空氣中的懸浮微粒、二氧化硫會造成人類呼吸器官的問題，據稱倫敦 1952 年的冬季煙霧便造成 4000 人的死亡，而在歐洲現在為東歐及中歐受害最嚴重。
夏季煙霧	空氣中氮氧化物及碳水化合物在陽光的照射下，會產生超量的臭氧，對人、對動植物皆有傷害，經濟農作物的嚴重損失總是伴隨而來。
能源消耗	可再生能源如風力水力太陽能等使用成本極高，障礙重重。而地球上的化石燃料及核能鈾礦的存量是有限的，因此如此能源的消耗通常會被視為一種環境衝擊。
廢棄物產生	全世界文明水準較高的國家，大都面臨無法處置大量廢棄物的嚴重問題。
其他衝擊	噪音、景觀破壞、幅射污染、不可再生資源之消耗等等。

表二、八十九年即食餐食業統計調查

		即食餐食業概況	占食品及飲料業比例
工廠家數	(家)	253	5.14%
全年營業收入	(千元)	9255939	2.07%
全年營業支出	(千元)	8261507	2.05%
附加價值	(千元)	4480735	2.46%
年底存貨及存料	(千元)	631253	0.90%
從業員工	(人)	6464	5.86%
年底動力設備馬力數	(匹)	43457	2.80%
年底電熱設備容量	(瓩)	11538	5.18%
全年固定資產投資金額	(千元)	42625	0.23%

資料來源：經濟部工業統計調查報告(2000 年)

表三、餐盒工廠常用機器設備

分類	項目 ⁽³⁾	能源使用特性	用電量
儲藏設備	冷凍庫、冷藏庫	電力推動壓縮機運轉，使庫房內部溫度下降。	冷凍庫 ⁽¹⁾ ：約 1.6-3.2 kW/h/day-ton 冷藏庫 ⁽¹⁾ ：約 0.05-0.08 kW/h/day-ton
食物處理設備	洗米機、絞肉機、切菜機、削皮機、電動切片機、攪拌機、打蛋機	電力推動機器運轉，執行切割或攪拌的動作。	中小機型 ⁽²⁾ ：1/2 HP~3HP 大機型 ⁽²⁾ ：3~10 HP
烹調設備	蒸氣迴轉鍋、油炸機、煎蛋機、柴油烤箱 電熱烤箱、微波爐	以瓦斯或柴油為燃料直接加熱或間接以水蒸氣傳熱，達烹調的目的。用電為少數，如旋轉烤盤的運轉。 電熱加熱食物，用電量較高。	消耗瓦斯或柴油 例：固定式電氣烤爐 33 kW ⁽²⁾
清洗設備	洗碗機	電力推動餐籃進入各清洗步驟及水壓加壓 pump。 電熱或瓦斯加熱消毒。	約 12~26 kW(不含瞬間加熱器)
其它	盤餘絞碎機、排風機、輸送帶、封盒包裝機	--	--

註：參考文獻(1)江(1992)冷凍冷藏學(上冊)；(2)林(1998)；(3)黃(1999)。本研究整理

表四、三槽式清洗法之資源評估清單

三槽式清洗程序		概述	資源評估項目		資料收集清單
1. 大略噴洗及擦拭	以蓮蓬式噴嘴的溫水迅速噴於餐具上。		用水	噴頭之單位時間出水量 (L/ml)；每合餐桶噴洗時間。	
2. 清洗	在第一水槽以水溫 43-49°C 之清潔水液清洗		用水 清潔劑 加熱能耗	水槽容積及滿度；每水槽清洗合餐桶個數；清潔劑濃度	
3. 沖洗	餐具浸泡於第二水槽中，以流水沖洗。		用水	單位時間出水量 (L/ml)；每合餐桶沖洗時間；水槽容積及滿度	
4. 消毒(熱消毒法)	餐具浸泡於 100°C 水溫之第三水槽中至少 2 分鐘。		用水 加熱能耗	水槽容積及滿度；每水槽清洗合餐桶個數	
消毒(化學消毒法)	餐具浸泡於含氯至少 200ppm 藥劑中		用水 藥劑用量	水槽容積及滿度；每水槽清洗合餐桶個數	
5. 滴乾	自然風乾		無	無	

表五、有關本研究之各類材料、能源的環境衝擊及其引用資料庫

分類	項目	評估階段	單位	環境衝擊	資料庫	
					國外資料庫名稱	參考文獻
包材材料	不銹鋼	製造	mPt /kg	4.04	BCCS steel 50% scap	
		掩埋	mPt /kg	0.030	Landfill BCCS steel B250 (1998)	
		焚化	mPt /kg	0.110	Incin. BCCS steel 2000 B250	
	紙板	製造	mPt /kg	1.53	Card board cellulose	
		掩埋	mPt /kg	0.371	Landfill Card board B250	
		焚化	mPt /kg	0.140	Incin. Card board 2000 B250	
	塑膠	製造	mPt /kg	3.78	PP granulate average B250	
		掩埋	mPt /kg	0.0975	Landfill PP 2000 B250	
		焚化	mPt /kg	0.604	Incin. PP 2000 B250	
清洗資源	用水	mPt /kg	1.63×10^{-3}	自建台灣資料	工研究化工所，2001	
	洗碗精	mPt /kg	7.84×10^{-3}	自建資料，洗髮精	節水季刊 16 期	
	消毒劑	mPt /kg	1.33	自建資料，sodium hypochorite，Finnish	Tarja Häkkinen，1999	
能源燃料	電力	mPt /kWh	35.6	自建台灣資料	工研究化工所，2001	
	瓦斯	mPt /kg	72.9×10^{-3}	自建台灣資料	工研究化工所，2001	
運輸能耗	汽油	mPt /kg	2.07	自建台灣資料	工研究化工所，2001	
	柴油	mPt /kg	1.72	自建台灣資料	工研究化工所，2001	

表六、台中市五家 HACCP 認證餐盒工廠之各項盤查資料

	工廠 A	工廠 B	工廠 C	工廠 D	工廠 E
週產量					
合菜(人份)	60837	23022	18727	24000	9500
餐盒(人份)	13248	6313	3576	8600	2000
合計 (人份)	74085	29335	22303	32600	11500
能源消耗					
週用電(kWh)	6123	3653	4629	2212	--
週瓦斯用量(kg)	1545	600	808	198	103
週燃料油用量(L)	2250	0	0	1000	165
用水量					
週用水(噸)	408	477	200	148	--
化學品用量					
週洗碗精用量(公升)	--	160	45	125	40
週漂白水用量(公升)	--	14.5	3.4	780.0	10.0
運輸					
汽油車數量(輛)	18	6	2	7*	2
柴油車數量(輛)	4	1	4	0	1
一週總運輸里程(km)	1721	850	693	239	--
人力(人·時)	--	76.5	185.0	213.0	--

註 1：產量、能源消耗、用水量、化學品用量及運輸里程以一週統計量顯示。紙餐盒重為工廠所提供使用最多之餐盒的實測重量。運輸車數量為工廠所擁有的運輸車數量；*表示工廠 D 有部份餐食以外租運輸車運送。各作業區工作總人數為工廠各作業區的工作人數相加而來。各作業區工作總人時為各區作業時間乘以該區作業人數加總而來。

註 2：用電用水量以調查期間的當月電費來估計一週用電。

註 3：燃料油為鍋爐的燃料，工廠 A 使用柴油，工廠 B、C 使用煤油。

-- 表示應有數據而工廠未填或無法查得。

表七、台中市五家 HACCP 認證餐盒工廠平均生產每人份餐花耗資源

項目	單位	工廠 A	工廠 B	工廠 C	工廠 D	工廠 E	平均
能源							
用電	(kWh)	0.0827	0.1246	0.2070	0.0678	--	0.1205
瓦斯	(g)	20.9	20.5	36.2	6.1	--	20.93
燃料油	(g)	26.15	0	0	26.4	12.3	12.97
水							
用水	(L)	5.508	16.27	8.95	4.53	--	8.81
化學品							
洗碗精用量	(ml)	--	5.45	2.04	3.83	3.48	3.7
漂白水用量	(ml)	--	0.49	0.15	23.9	0.86	6.35
運輸							
運輸油耗	(g)	4.62	5.75	6.18	1.79	--	4.7
包材							
紙餐盒	(g)	28	30	30	25	28	28.2
人力資源使用							
工作人時	(人·時)	--	10.4×10 ⁻³	41.2×10 ⁻³	32.7×10 ⁻³	22.9×10 ⁻³	

註：每人份餐消耗資源以各資源一週消耗量除以一週產量而得。

-- 表示應有數據而工廠未填或無法查得。

表八、四家工廠各製程階段每人份餐的機器耗電量(單位：W·h)

流程階段	單位	工廠 A	工廠 B	工廠 C	工廠 D	平均
食材清洗及前處理	Wh	0.55	1.08	1.67	0.69	1.00
冷凍、冷藏	Wh	4.75	12.93	11.84	8.10	9.40
製備及烹調	Wh	2.14	0.00	0.00	9.66	2.95
配膳及包裝	Wh	0.60	0.51	2.67	0.91	1.17
運輸	Wh	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
清潔與消毒	Wh	1.64	11.25	8.41	0.00	5.32
總計各階段用電	kWh	0.0097	0.0258	0.0246	0.0194	0.0199
占全廠用電百分比	kWh	11.7%	20.7%	11.9%	28.6%	16.5%
系統電力	kWh	0.0730	0.0988	0.1824	0.0484	0.1007

註 1：每人份餐電力消耗以工廠各機器的功率乘以使用時間而得的一日耗電量除以一日產量得到。機器耗電量占全廠用電量百分比以各階段機器用電量總和除以電費估算法估計的全廠用電量而得的百分比。

註 2：系統電力以電費估計之主廠用電減去六階段總用電計算，其中包含電燈、冷氣、抽風機、電梯、…等非直接參與製程的用電及行政用電包括在此類。

表九、能源、用水及化學品在餐盒工廠製程各階段的消耗點

流程階段	電力	水	瓦斯及 燃料	汽柴油	化學品
進貨及前處理		*			
冷凍、冷藏	*				
製備及烹調	*	*	*		
配膳及包裝					
運輸				*	
清潔與消毒	*	*	*		*

註 1：電力消耗重點由統計工廠的機器使用電耗經分階段累計而得。水、瓦斯燃料、汽柴油及化學品消耗重點則以製程觀察方法歸納。

表十、前處理常用機器的耗電量

品項	處理能力 kg/hr	動力 HP	每公斤 食材耗電 Wh/kg	處理食材 種類	每餐量 g	每餐機器耗電 Wh	環境衝擊 mPt
蔬菜切截機	300	0.5	1.24	蔬菜	100	0.12	0.00443
攪肉機	90	0.25	2.07	肉類	70	0.15	0.00516
	150	1	4.97	肉類	70	0.35	0.01239
	2000	3.5	1.31	肉類	70	0.09	0.00325
	3000	1.5	0.37	肉類	70	0.03	0.00093
	1500	8.5	4.23	肉類	70	0.30	0.01053
	200	1.5	5.60	肉類	70	0.39	0.01394
	600	5	6.22	肉類	70	0.44	0.01549
打蛋機	30	0.5	12.43	蛋	35	0.44	0.01549
	262	2	5.69	蛋	35	0.20	0.00710
洗米機	100	0.5	16.73	米	100	0.37	0.01328
平均	-	-	5.53	-	-	0.26	0.00927

註1：蔬菜切截機、攪肉機及打蛋機之機器處理能力及用電量出自文獻（林，食品加工機械，1998）。洗米機處理能力及用電量出於本研究調查。

註2：每餐量指每餐蔬菜、肉類、蛋或米的每人餐估計量。

表十一、每人每餐餐盒及合菜容器之消耗量及其環境衝擊度(單位： 10^{-3} mPt)

	紙餐盒	PP 餐盒	合菜容器
每人每餐消耗量	28.3	27.2	0.08
製造所產生環境衝擊	43.2	103	0.32
掩埋產生總環境衝擊	10.5	2	<0.01
焚化產生總環境衝擊	4.1	16	<0.01

表十二、餐盤清洗的每人份餐資源消耗推估：

每人份餐 清洗之消耗	非機器清洗			機器清洗	
	三槽式清洗— 熱消毒法	三槽式清洗— 化學消毒法	手洗餐盤	瓦斯加熱	電熱加熱
用水(L)	2.2	2.2	2.18	2	2
洗碗精(g)	1.42	1.42	0.42	0.9	0.9
瓦斯加熱(g)	3.77	0	0	3.8	0
耗電量(kWh)	0	0	0	0.014	0.039
化學品(mg 氯)	0	140	0	0	0
環境衝擊(μ Pt)	3.87	3.6	3.56	501.94	1391.7
平均(μ Pt)	3.7			946.8	

註：三槽式清洗的資源消耗以列表法評估；手洗餐盤以實驗方法評估；機器清洗的資源消耗由機器廠商提供。

表十三、合菜容器清洗的每人份餐資源消耗推估：

每人份餐清洗之消耗	合菜容器的清洗		機器清洗	
	三槽式清洗— 熱消毒法	三槽式清洗— 化學消毒法	瓦斯加熱	電熱加熱
用水(L)	1.9	1.9	2	2
洗碗精(ml)	1.42	1.42	0.9	0.9
瓦斯加熱(kJ)	4.3	0	3.8	0
耗電量(kWh)	0	0	0.014	0.039
化學品(mg 氯)	0	160	0	0
環境衝擊(μ Pt)	3.42	3.11	501.94	1391.7
平均(μ Pt)	3.3		946.8	

註：三槽式清洗的資源消耗以列表法評估；機器清洗的資源消耗由機器廠商提供。

表十四、各管制點衝擊指數的計算公式及方法(單位：μPt)：

各管制點衝擊指數	每人份餐衝擊指數計算
冷凍	$165.2 \times \text{冷凍食材重(公斤)} \div \text{人份數} \times \text{冷凍日數}$ 或 $11.56 \times \text{冷凍日數}$
冷藏	$120.7 \times \text{冷藏食材重(公斤)} \div \text{人份數} \times \text{冷藏日數}$ 或 $12.07 \times \text{冷藏日數}$
前處理機械	$4.635 \times \text{個數}$
烹調	電熱烹調：438 瓦斯烹調：1.8
包材製造	合菜：0.32 紙餐盒：43.2 PP餐盒：103
合菜容器清洗	合菜容器—非機器清洗：3.3 合菜容器—機器清洗：946.8
運輸	$0.454 \times \text{運輸距離(km)}$
消費清洗	餐盤—非機器清洗：3.7 餐盤—機器清洗：946.8
包材廢棄處理	掩埋—紙餐盒：10.5 掩埋—PP餐盒：2 焚化—紙餐盒：4.1 焚化—PP餐盒：16

註1：前處理機器限制為切菜機、切丁機、洗米機、攪肉機及打蛋機五種機器。

註2：電熱烹調是以電力來加熱食物的烹調方法；瓦斯烹調是以瓦斯為能源加熱食物的烹調方法。

表十五、便當餐之各階段環境衝擊之最大最小值計算
(單位： μ Pt /人份餐)

生命週期階段	最小衝擊		最大衝擊	
	合菜	餐盒	合菜	餐盒
冷凍階段	0	0	1390	1390
冷藏階段	0	0	340	340
食材進貨及前處理階段	0	0	23	23
製備烹調階段	1.8	1.8	438	438
配膳包裝階段	0.32	43.2	0.32	103
合菜容器清洗	3.3	0	947	0
運輸階段	0	0	7.7	7.7
消費清洗階段	3.7	0	947	0
廢棄物處理階段	0	2	16	16
合計	9.1	47	4109	2318

表十六、生產衝擊指數說明： 工廠甲

各階段	生產狀況	計算	衝擊指數 (μ Pt)
	每日生產量餐盒 1000 人份；合菜 9000 人份	日產量 10000 人份 週產量 50000 人份	
冷凍	每週約有 500 公斤食材出自冷凍庫，平均冷凍日為 3 日。	$165.2 \times 500 \div 50000 \times 3 =$	4.96
冷藏	每週約有 100 公斤食材出自冷藏庫，平均冷藏日為 1 日。	$120.7 \times 100 \div 50000 \times 1 =$	0.24
前處理機械	洗米機一部；切菜機一部	$4.6 \times 2 =$	9.2
烹調	無電熱烹調設備	無計算	1.8
包材製造	使用紙餐盒	無計算	43.2
合菜容器清洗	機器清洗	無計算	947
合計：	餐盒環境衝擊	$16.2 + 43.2 =$	60
	合菜環境衝擊	$16.2 + 947 =$	963.7

表十七、生產衝擊指數說明： 工廠乙

各階段	生產狀況	計算	衝擊指數
	每日生產量餐盒 1500 人份；合菜 5500 人份	日產量 7000 人份 週產量 35000 人份	
冷凍	每週約有 300 公斤食材出自冷凍庫，平均冷凍日為 5 日。	$165.2 \times 300 \div 35000 \times 5 =$	7.08
冷藏	每週約有 100 公斤食材出自冷藏庫，平均冷藏日為 1 日。	$120.7 \times 100 \div 35000 \times 1 =$	0.34
前處理機械	洗米機一部；切菜機一部	$4.6 \times 2 =$	9.2
烹調	電熱烤箱一部，一週兩次主菜使用烤箱烹調	$(1.8 \times 3 + 438 \times 2) \div 5 =$	176.3
包材製造	使用紙餐盒	無計算	43.2
合菜容器清洗	非機器清洗	無計算	3.7
合計：	餐盒環境衝擊	$192.9 + 43.2 =$	236
	合菜環境衝擊	$192.9 + 3.7 =$	196.6

表十八、合菜供餐綠色度計算範例

範例說明	環境衝擊(μ Pt)				綠色度
	供應廠商	運送距離	餐盤處理	合計	
國小 A 供餐情形(1)	工廠甲 964	5 公里 0.454×5	學生自行清洗 3.7	969	76
國小 A 供餐情形(2)	工廠乙 197	10 公里 0.454×10	學生自行清洗 3.7	205	94
國中 B 供餐情形(1)	工廠甲 964	5 公里 0.454×5	機器清洗餐盤 947	1913	53
國中 B 供餐情形(2)	工廠乙 197	5 公里 0.454×5	機器清洗餐盤 947	1146	72

表十九、餐盒供餐綠色度計算範例

範例說明	環境衝擊(μ Pt)				綠色度
	供應廠商	運送距離	餐盒處理	合計	
某公司供餐情形(1)	工廠甲 60	5 公里 0.454×5	掩埋 10.5	73	98
某公司供餐情形(2)	工廠乙 236	10 公里 0.454×10	掩埋 10.5	251	94
某機構供餐情形(1)	工廠甲 60	5 公里 0.454×5	焚化 4.1	66	98
某機構供餐情形(1)	工廠乙 236	5 公里 0.454×5	機器清洗餐盤 4.1	241	94

餐盒食品綠色度之研究 便當工廠調查記錄表

填表日期：91 年____月____日 ~ ____月____日

(一) 本日總產量：記錄一週產量個數

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
合菜	個	個	個	個	個
餐盒	個	個	個	個	個
合計					

(二) 用水：記錄一週用水度數

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
自來水	度	度	度	度	度
地下水	度	度	度	度	度

(三) 用電：記錄一週用電度數

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
開工時	度	度	度	度	度
收工時	度	度	度	度	度
今日用電	度	度	度	度	度

(四) 瓦斯：記錄一週瓦斯及其它燃料用量

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	*單位
瓦斯						
燃料油						

*請填寫計量單位。

(五) 化學品：

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
洗碗精	公升	公升	公升	公升	公升
漂白水	公升	公升	公升	公升	公升

餐盒食品綠色度之研究 便當工廠調查記錄表

(六) 包材：記錄一週餐盒的使用數量

	(一)	(二)	(三)	(四)	(五)
紙盒					
PP 餐盒					
紙+PP					
湯盒					
筷子					

(七) 運輸車記錄：請統計一週量

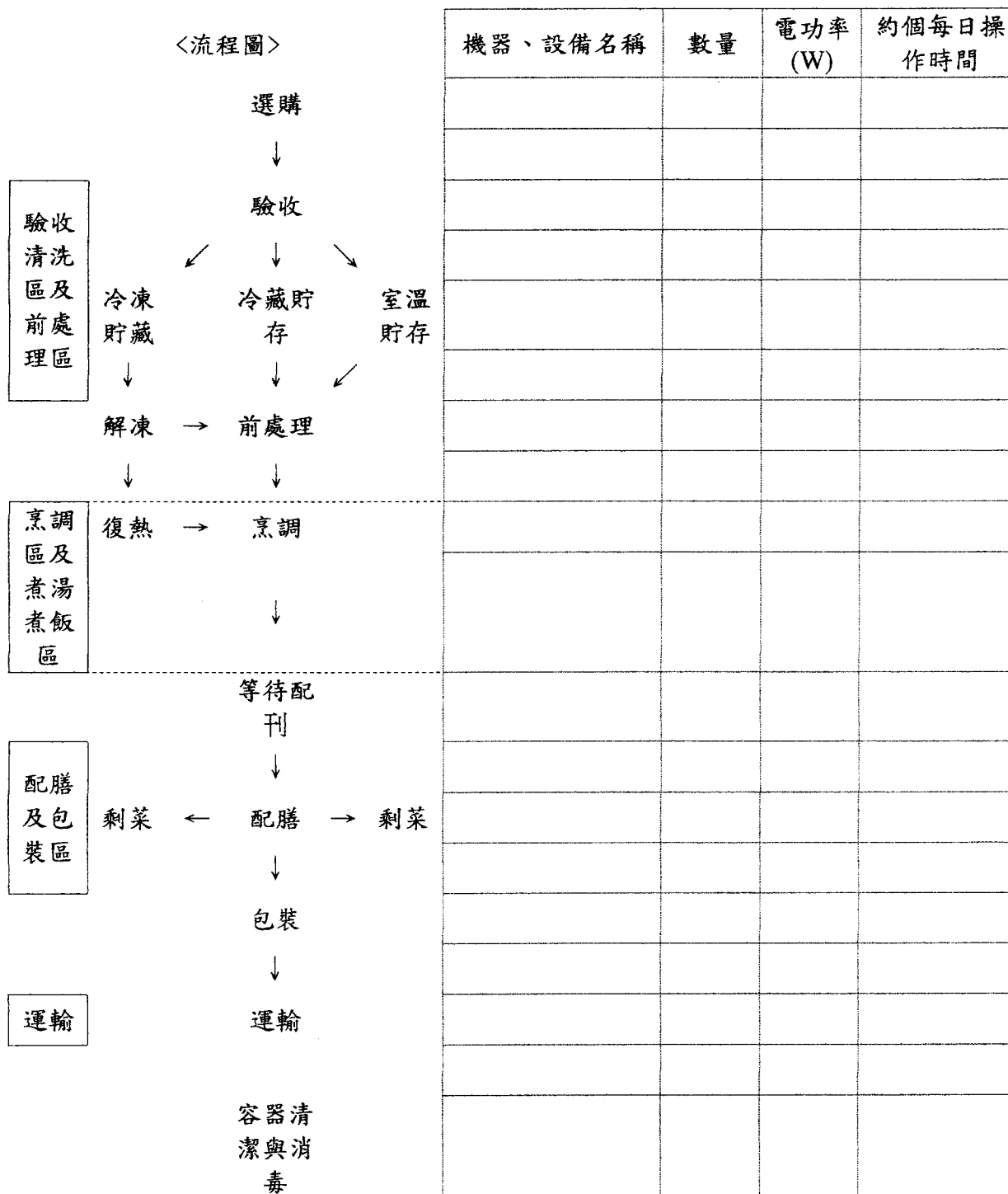
柴油車 或汽油車	總排氣量 或噸數	一週駕駛里程(km)	耗油(單位:_____)
汽油車			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
柴油車			
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

(八) 廢棄物調查：

1. 廚餘：☐約聘公司清運 ☐自行處理_____
2. 其它廢棄物：☐分類 ☐不分類，皆當一般垃圾
3. 若有分類，請問分哪些類？_____

餐盒食品綠色度之研究 便當工廠調查記錄表

(十) 機器設備：



- 冷凍、冷藏庫若無法記錄功率，請記錄內部空間大小。

餐盒食品綠色度之研究 便當工廠調查記錄表

(十一) 人力分配：填寫作業員工人數

	通常有多少人在此區 參與作業?	此區人員作業時間通 常為?	備註
驗收區	人	小時	
前處理區	人	小時	
食物製備區	人	小時	
包裝區	人	小時	
運送人員	人	小時	
廠區清潔	人	小時	