認識 PVC－化解你我疑慮

一.PVC 是穩定、安全、無毒的塑膠

近日報導 PVC 製品經過加熱，聚合不完全的氯乙烯單體會釋出，有致癌之虞。針對此，我們必需提出澄清說明：

聚氯乙烯(PVC)自 1934 年左右被廣泛使用，至今已 70 餘年，製造技術也不斷的改良創新。PVC 生產係以原料氯乙烯(VCM)加入淨水做爲傳熱介質進行聚合反應（反應溫度 50～65℃），聚合反應後形成 PVC 粉漿(PVC 粉+水)，粉漿中含有未聚合反應完全之 VCM，台塑公司在數十年前即引進日本脫除技術，以蒸汽高溫(90～105℃)且負壓操作(-200mmHg)下，將粉漿中未反應完全之 VCM 脫除，脫除之 VCM 全部回收再使用。脫除後之粉漿再經過離心脫水及乾燥過程，即成爲 PVC 粉成品。PVC 粉成品中 VCM 殘留量在 1 ppm 以下。(請參見附件一 PVC 生產流程)

PVC 粉經過下游加工，一般加工溫度 180～220℃，在如此高溫加工過程，VCM 殘留量已微乎其微，而無法檢測出(N.D- Not Detected)。(請參見附件二 PVC 製品-保鮮膜生產流程)。

另有報導針對 PVC 製品在某些用途的安全性提出質疑，亦提出說明如下：

1.食品包裝之安全性

有學者指出，PVC 保鮮膜不能用於微波加熱。事實上，在美國一般家庭亦有使用 PVC 保鮮膜，且可使用於微波爐加熱，包覆時需與食物保持一英吋之距離，不得直接接觸食物，且不可完全包覆密封，需打開一角落，讓蒸氣可逸散出。由此可知，PVC 保鮮膜不是不能用於微波加熱，而在於使用方法得當與否。(請參見附件三或可直接上網www.stretchtite.com查詢).

目前，世界各先進國家都未明文禁止 PVC 使用於食品包裝，僅對其製品設立標準規範，只要符合，即可使用。

2.醫療器材之安全性

在醫療現場爲人命把關的血袋、輸血管、導尿管幾乎都是 PVC 製品，這些醫療用品已使用數十年，證明了 PVC 在醫療器材中之適用性(耐藥性、透明性、氧氣遮斷性、柔軟性)。

針對醫療器材安全性提出質疑，不在 PVC 本身，而在於加工製造 PVC 醫療器材過程中，添加一種名爲 Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP)的鄰苯二甲酸二(2－乙基己基)酯塑化劑，這種塑化劑被懷疑會擾亂內分泌系統。有關 DEHP 的安全性，全世界的研究機構已經進行研究，從各個層面中確認其安全性。由於目前僅止於動物實驗，對人類的影響未確定，美國食品藥物管理局(FDA)，基於對男嬰幼兒及懷有男胎之孕婦可能的影響，美國食品藥物管理局(FDA)於 2002

年通告建議 PVC 醫療器材勿使用 DEHP 塑化劑。請注意，非不能使用 PVC 醫療器材，而是不要將 DEHP 用於醫療器材用途，如需使用含 DEHP 之 PVC 醫療器材，則應減少暴露接觸此種醫療器材之機會。正如同添加於食物中的各種色素，如有致癌之虞時，是禁用此種色素(DEHP)，而非禁止再食用此食品(PVC)的道理是一樣的.

醫療器材使用至今已數十年，在這期間從未有過任何起因於 PVC 器材的事故。

3.PVC 玩具的安全性

PVC 玩具的安全性遭質疑，同樣的不在於 PVC 本身，而在於添加的塑化劑 DINP

（Diisononyl phthalate）。有關 DINP 塑化劑的安全性，美國消費者產品安全委員會(CPSC)經過審查後於 1998 年 12 月做出對小孩無害的結論。由美國科學與健康協會(ACSH)召集了一組由前美國陸軍軍區首長 Dr. Koop 爲首的專家審查會，於 1999 年對其安全性進行評估後也做出相同結論。

有關 PVC 食品包裝、醫療器材、玩具安全性，國外均有相當多的報導，請參見附件四或可直接上網美國www.plasticsinfo.org及歐洲www.ecvm.org查詢。

PVC 製品在正常使用下，其安全性是無庸置疑的.

二.PVC 與社會民生息息相關

PVC 是通用型樹脂，具價格低廉、易加工、重量輕、強度高、耐化學藥品性良好等優點，可經由不同的配料與加工程序製造成各種不同形貌且功能各異之產品，故用途非常廣泛，舉凡建築、農業、包裝、鞋類、傢俱、玩具、電器、醫療、衛生等日常生活領域裡，PVC 均可滿足其要求，與日常生活息息相關。由於它的用途廣泛，需求年年增加。2000 年全世界 PVC 總生產量爲 2,640 萬公噸，2004 年總生產量已達 3,008 萬公噸，成長了 14%。以地區來分，北美地區成長 11%，西歐地區成長 8%，亞洲地區更是成長了 23%。在西歐地區，每年仍有約 25 萬噸 PVC 用於包裝材料(含食品包裝)．也用於醫療器材、大型玩具及其他用途。(請參見附件五)

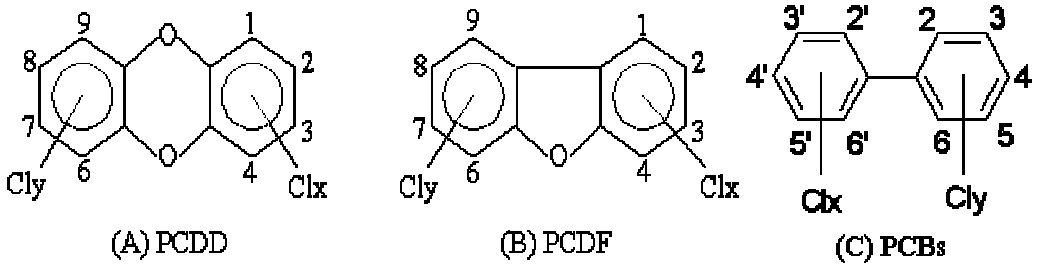
三. PVC 焚化處理不會產生戴奧辛

有關戴奧辛(Dioxin)問題將矛頭指向 PVC，最具代表性的論調是「使用氯氣爲原料的 PVC 是戴奧辛發生的主因，只要把 PVC 從社會排除，即可解決戴奧辛問題」。事實上，戴奧辛不僅源自一般垃圾燃燒，亦存在於各類物質中，包括大自然的火山爆發及森林大火、汽機車排放之廢氣、香煙煙霧及 B-B-Q(Barbeque)。含氯物質廣泛地存在一般垃圾中，如我們生活中不可或缺的鹽(氯化鈉-NaCl)，這些含氯物質皆與戴奧辛有關。依據國外機構研究實驗顯示，一般垃圾中 PVC 含量多寡與戴奧辛形成沒有關聯性。PVC 以外的物質，經過燃燒也會發生戴奧辛，換句話說，戴奧辛的形成與 PVC 是否存在無關。

1.何謂戴奧辛？

戴奧辛(Dioxins) 是指一化學結構含有兩個苯環，中間有兩個氧原子所連結的化合物。實際上，一般人所謂的『世紀之毒』一戴奧辛，是專指 2,3,7,8-四氯戴奧辛而言。現今俗稱的『戴奧辛』為戴奧辛類化合物的統稱。一般似戴奧辛化合物共可分為三群，分別為戴奧辛群（polychlorinated dibenzo-*p*-dioxins；PCDDs）、呋喃群（polychlorinated dibenzofurans；PCDFs）以及平面狀多氯聯苯群（polychlorinated biphenyls；PCBs），結構如圖一所示。在以下本文中若提及戴奧辛則泛指 PCDD/Fs 而言。戴奧辛是以各種型態存在於環境或生物體內的

有機化合物，其主要的基本鍵結架構為三環芳香族碳氫化合物，在 1~9 的位置上都和氯原子結合，由於此類化合物有八個位置能與氯原子結合，因此依氯原子鍵結數目及位置的不同，PCDDs 共有 75 種同源異構物；而 PCDFs 則有 135 種，這些異構體的物理、化學及毒性皆不盡相同。 一般 PCDDs 及 PCDFs 皆具相當之毒性，但其中 1~3 氯的異構物因毒性極低或甚至不具毒性，因此通常所討論的 PCDD/Fs 係指含 4~8 氯原子的 136 種 PCDD/PCDFs 的衍生物而言。



圖一 戴奧辛結構圖

戴奧辛具熱穩定性、抗氧化水解、低可燃性，在酸、鹼及平常的一般環境下均可穩定的存在，意味著戴奧辛一旦形成，在環境中不易分解，且極容易「累積」在我們的環境及生物的能量循環（食物鏈）中。因此，戴奧辛進入人體的管道有 97.5%是由食物鏈傳遞，僅 2.2%才經由呼吸進入，空氣中的戴奧辛沉積於植物表面，再經草食性動物食用吸收，經過食物鏈，戴奧辛可以濃縮達十萬倍以上，因此牛肉及乳類製品是人類最大宗的戴奧辛來源。高雄縣政府環保局(http://www.kscep.gov.tw/business/crematorium/dioxin.htm)指出，根據美國

於 1990 年綜合對加拿大、日本、德國都市垃圾焚化廠及人體健康研究結果，工業化國家每人每日自環境背景中攝取的戴奧辛 92.8pg(1pg=10^{-12}g)，自焚化爐排氣中攝取約 0.7pg。

2.那些是戴奧辛的發生源？

戴奧辛早已存在於自然界中，其來源很廣泛，主要還是來自於物質不完全燃燒時所產生，大致上可歸類爲以下幾種可能來源:

a.自然生成：

自然界經由天然燃燒作用可能產生微量的戴奧辛，包括木材、紙張、垃圾在不完全燃燒的狀況下產生或是火山爆發。

b.工業原料製程的副產物：

用於木材防腐劑的五氯酚(PCP)和作爲除草劑的 2,4,5-三氯酚(2,4,5-TCP)等氯酚類化學物質，於生產過程中含微量的戴奧辛。

c.特定工業製程燃燒行爲：

金屬冶煉業、紙漿廠紙漿加氯漂白過程、燃煤或燃油火力發電廠等高溫製程，亦可能產生。

d.廢棄物焚化爐：

廢棄物焚化爐若操作條件控制不當易產生戴奧辛。

e.其他人爲的燃燒行爲：

香菸的煙霧、飛機與汽、柴油機動車的廢氣，以及燃燒含氯有機物污染的

物品，如露天燃燒燃燒垃圾、廢電纜、廢五金等均是環境中戴奧辛的可能來源。(摘自行政院環保署 戴奧辛環境毒理簡介)

台灣兵庫環境分析股份有限公司總經理鄭仁雄指出，根據國外研究顯示(如表一)，戴奧辛最大的排放源來自焚化爐，而我國之垃圾處理政策仍以焚化爲主，因此對戴奧辛的管制是必然的措施。由所列資料中指出，戴奧辛對人類造成的危害並非一般商業上的產品，而是來自於不完全燃燒的熱反應，其中以都市固體廢棄物(Municipal Solid Waste;MSW)燃燒時所產生之飛灰及排氣中所存在的戴奧辛爲主，迄今人們尚未完全了解其產生的機制，但一般認定是與不完全燃燒所造成的複雜反應有關。

表一 日本戴奧辛產生源(1998 年)　　單位:g-TEQ/年

產　生　源	排　出　量
一般廢棄物焚化設備	1,340
產業廢棄物焚化設備	960
小型廢棄物焚化爐	325~345
火葬場	1.8~3.8
產業系產生源	
製鋼用電氣爐	114.7
製鋼業燒結工程	100.2
鋅回收業	16.4
鋁合金製造業	14.3
其他	26
香菸的煙	0.079~13.9
汽車排出的氣體	2.14

摘自日本相關省廳共通手冊戴奧辛類(1999)

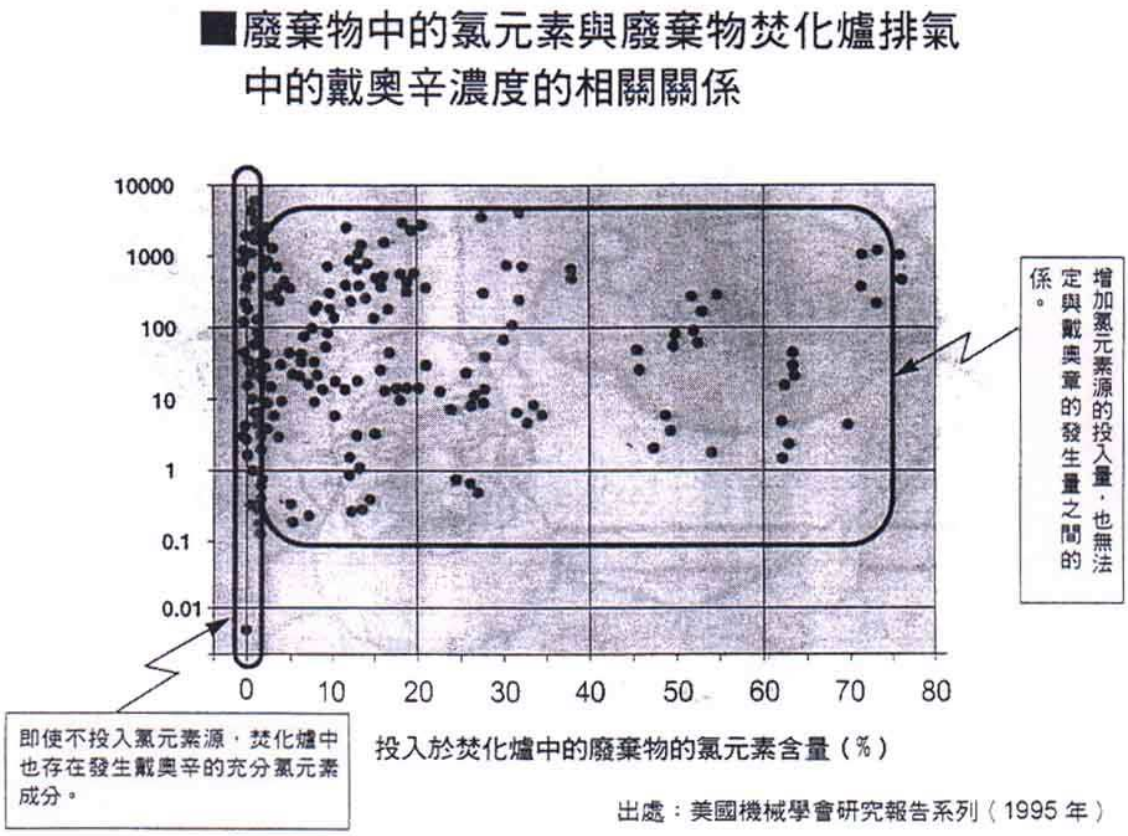
3.PVC 非戴奧辛的主要來源

氯乙烯(VC)爲 PVC(聚氯乙烯)的前驅單體，有氯的存在下賦予 PVC 諸多優良的性質，但卻也使他蒙上一個疑似會產生戴奧辛物質的陰影。爲排除大眾的疑慮，首先要知道戴奧辛的形成必須具備三個條件-溫度達到 250~450℃、表面上有灰塵及有催化劑銅的存在下才易產生戴奧辛。戴奧辛的主要前驅物爲氯苯及氯酚等化合物，若廢棄物於焚化過程中，在二次燃燒室的溫度夠高，滯留時間夠長及擾流狀況良好的情況下，易達成完全燃燒，不會有戴奧辛的生成。以往有關於 PVC 的燃燒與戴奧辛產生的報導很多，但講法分歧，爲證實含氯系樹酯燃燒是否會產生戴奧辛,日本環境化學討論會於 2002 年 6 月 20~22 日於北海道針對 PVDC 的燃燒和戴奧辛的產生作調查、檢討。結果是 PVDC 在 800℃以上，將加熱時間設定爲 2 秒，在此條件下並沒有戴奧辛產生，因此證實只要在適當條件下使其含氯系樹酯完全燃燒，即使在有氯的存在亦不會有戴奧辛產生。

圖二爲美國機械學會研究報告(1995 年)廢棄物中的氯元素與廢棄物焚化爐排氣中的戴奧辛濃度的相關關係圖，其分析了全世界 169 座焚化設施 1,900 例以上試驗結果，發表了「垃圾中氯含量與戴奧辛的發生量間，並無相關關係」之報告。

又，厚生省於 1998 年 11 月公佈「我們認爲即使 PVC 會有影響，他的影響也

是比較少的，焚化過程的燃燒狀態及排氣處理的狀況等對戴奧辛的濃度會有更大的影響」。



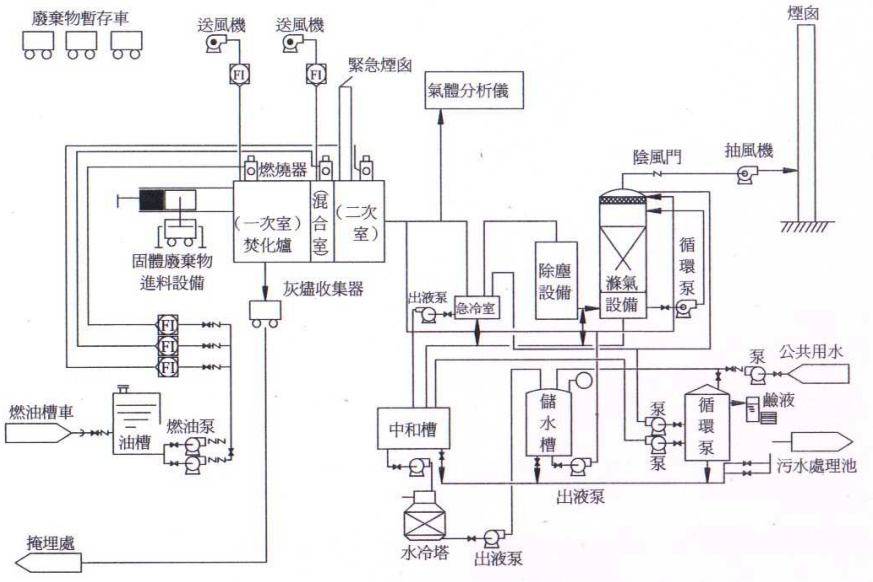
圖二 廢棄物中的氯元素與廢棄物焚化爐排氣中的戴奧辛

另外，毒物學者 Jacques de Gerlache 博士指出，在多個國家調查證明，焚化爐中焚燒 PVC 對這個焚化爐中戴奧辛的排放沒有影響。焚化爐中會有氯，它來自廚房裏用的食鹽或其他物質，如果真的有戴奧辛排放，由 PVC 所產生的也微乎其微。

4.戴奧辛的削減

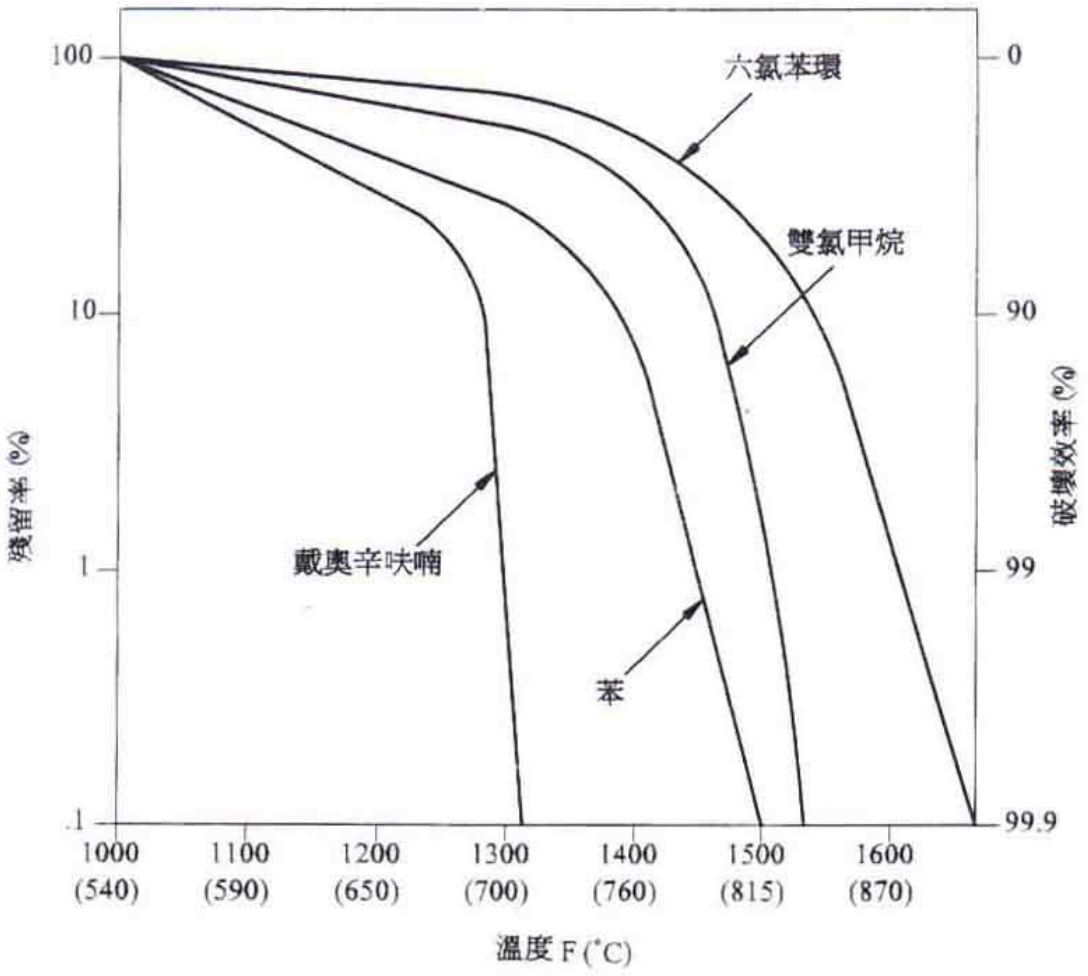
由於廢棄物不完全燃燒所產生的戴奧辛，被稱之爲『世紀之毒』，因此成爲各國關切的環境污染議題。台灣在 80 年代，大發廢五金工業區，因露天燃燒廢電纜分化所產生之戴奧辛震撼，至今仍然記憶猶新。

如何才能削減戴奧辛的發生量呢？目前已知以熱處理，處理溫度至少要到達 800℃以上，才能將戴奧辛破壞。此外，戴奧辛具備低溫再生成的特性，再生成的溫度範圍約在 250℃~400℃；因此，只要在冷卻塔中能急速降溫至 250℃以下，便能有效避開戴奧辛的低溫再合成的情形。圖三爲焚化系統之流程圖，圖中可看到急冷室設計用來防止戴奧辛低溫再形成。(摘自文京出版社 92 出版 **章裕民**翻譯:廢棄物處理)



圖三 焚化系統之流程圖

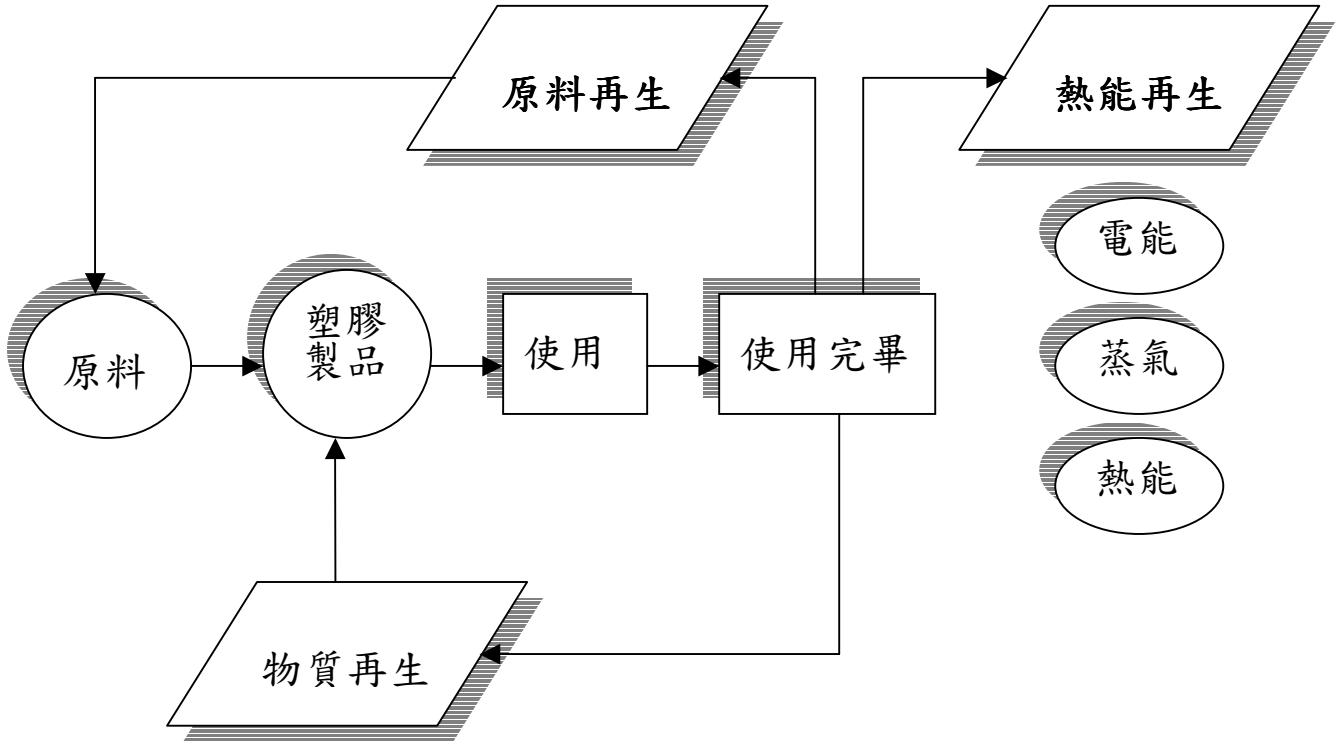
圖四則是一些含氯有害成分如戴奧辛夫喃、六氯苯等破壞去除率(DRE%)和焚化溫度的關係圖。由圖中可得知當焚化溫度到達 700℃以上戴奧辛夫喃的量已經降到很低了。(摘自文京出版社 92 出版**張漢昌**著:有害廢棄物防治)



圖四 含氯有礙物質和焚化溫度的關係圖

四.PVC 回收再生利用

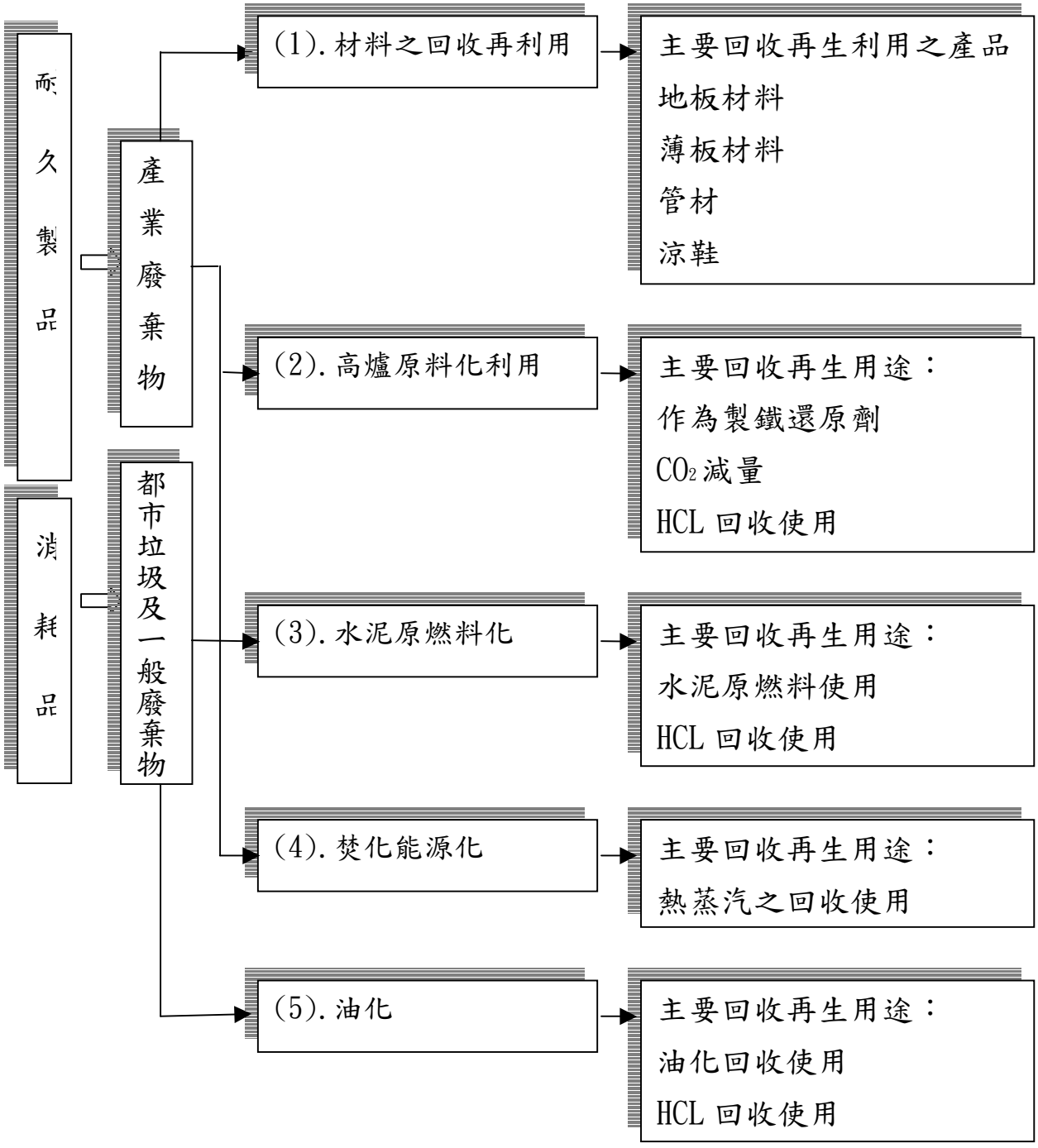
1. 塑膠再生的三種方法：



- 物質再生→從物到物：把用過的廢棄 PVC 製品再度以 PVC 製品利用再生。
- 原料再生→從物到原料：把用過的廢棄 PVC 製品以化學方法處裡，變成化學品及製品原料等予以利用再生，也稱為化學再生；此方法沒有把各種塑膠分類之必要。
- 熱能再生→從物到能源：藉由燃燒用過之廢棄 PVC 製品等，回收發生之熱能及蒸汽，將能源於以利用再生；此方法也沒有把各種塑膠分類之必要。

(資料來源：日本聚氯乙烯環境對策協議會)

2.塑膠回收再利用技術：



(資料來源：日本 PVC 工業&環境協會)

3.PVC 回收再利用對地球暖化、能源之節省、石油資源之節約、森林資源之保護皆有相當正面之助益：

●防止地球溫暖化

PVC（氯化塑料）是一種不論是在製造、加工或燃燒處理工程上，二氧化碳的排出量均極少的材料。

和採用其他材料相較之下，在製造、加工工程方面一年可減少約 82 萬噸（碳換算）的二氧化碳，這個數目約相當於 1990 年日本二氧化碳總排出量的 0.3%。

此量若要以植林來覆蓋的話，約須 13 萬公頃的植林面積。

（KEMU 系統圖公司 LCA 評估）

●完全燃燒時的二氧化碳的產生量（碳換算）

材料名	二氧化碳產生量 (kg.c/kg)	同左比率 定為 PVC
PVC（氯化塑料）	0.38	1
聚乙烯	0.85	2.24
聚丙烯	0.85	2.24
聚苯乙烯	0.93	2.45

●省能源

PVC（氯化塑料）是一種在製造、加工時，能源消耗較少的一種省能源型塑膠，以日本而言，以石油換算一年可節省約等於 340 萬上升千(kl)，20 萬噸的油輪 15 艘分的能源。

另外，由於 PVC（氯化塑料）擁有高於鋁的 100 倍的斷熱效果，所以常以省能源的產品被製成窗框使用，在德國的使用率已超過 50%。

（KEMU 系統圖公司 LCA 評估）

材料別能源消費量（到材料的生產為止）

材料名	二氧化碳產生量 (kg.c/kg)	同左比率 定為 PVC
PVC（氯化塑料）	55	1
直線的低密度聚乙烯	74	1.35
直線的超低密度聚乙烯	92	1.67
聚丙烯	79	1.43
耐衝擊性聚苯乙稀	94	1.71
PET 樹脂	113	2.05

由於 PVC（氯化塑料）係以 60%的氯和 40%的石油作為原料，故對於地球環境具有其他塑膠所看不到的大特徵。

氯＋石油＝PVC（氯化塑料）

●石油資源的節約

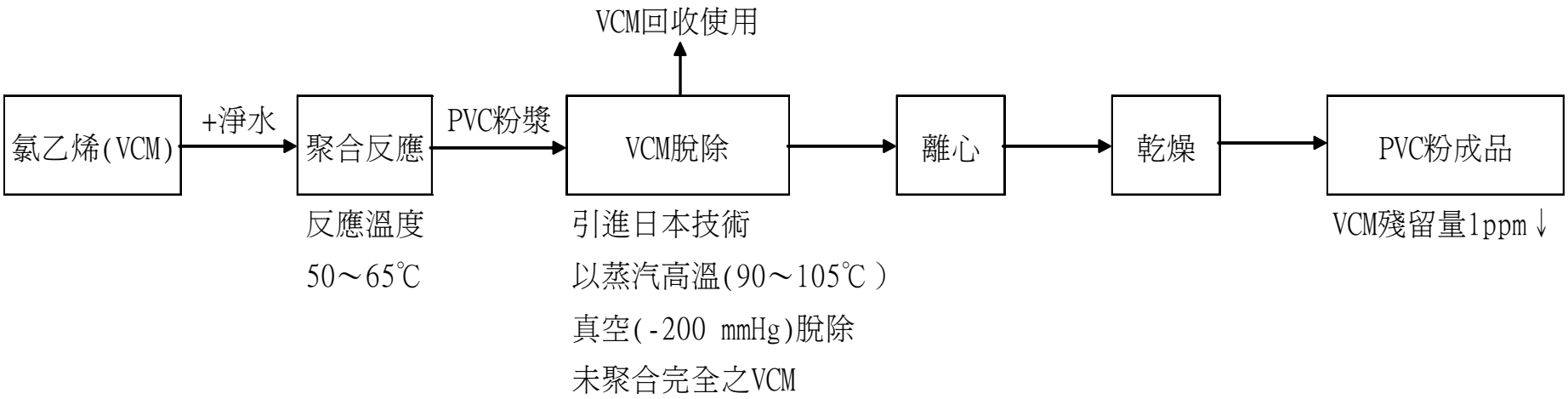
PVC（氯化塑料）之組成中有 60%係使用存在於地球的氯作為原料，因此和其他塑膠 100%依賴石油的狀況相比較，PVC（氯化塑料）對有限的石油資源之節約，有很大的貢獻。

●石油資源的節約

PVC（氯化塑料）之組成中有 60%係使用存在於地球的氯作為原料，因此和其他塑膠 100%依賴石油的狀況相比較，PVC（氯化塑料）對有限的石油資源之節約，有很大的貢獻。

(資料來源：日本 PVC 工業&環境協會)

<附件一>聚氯乙烯(PVC)粉生產流程圖



說　明：　PVC生產係以原料VCM並加入淨水做爲傳熱介質進行聚合反應，聚合反應後形成PVC粉漿(PVC粉+水)，粉漿中中含有未聚合反應完全之VCM，台塑公司引進日本脫除技術，以蒸汽高溫（90～105℃)且負壓(-200mmHg)狀態下，將未反應完全之VCM脫除，脫除之VCM回收再使用。脫除後之粉漿再經過離心脫水及乾燥過程，即成爲PVC粉成品。 PVC成品中VCM殘留量在1ppm以下。

<附件二>聚氯乙烯(PVC)保鮮膜加工生產流程圖

PVC 粉

副料

●使用符合 JHP（日本 PVC 食品衛生協會）PL 認證合格之副料並列管使用。

→ 加工加溫成型

●操作條件：
混合：110℃×80 分鐘
加溫成型：180℃×2 分鐘
PVC 粉經加溫加工，氯乙烯單體(VCM)殘留量已微乎其微而無法檢出(Not Detected).

→ 成品品管

●依 CNS12221 規定，每年送國家商品檢驗局測試符合食品衛生性標準。

●經過再次加熱成型後 VCM 殘留量商檢局測試結果，符合國家標準。

→ 習慣性使用分類

1. 冷藏、冷凍用：
●符合食品衛生性標準。
2. 微波、燉鍋用：
●耐熱溫度可達 130℃，於微波加熱，無溶解及釋出有害物質之慮。
●產品標示明確
①微波爐、燉鍋烹飪食物時，保鮮膜覆蓋後，請用牙籤刺些通氣孔。
②以微波爐、燉鍋烹調時，油性特強食物，請勿直接包裝使用。
③耐熱溫度 130℃。

Email this Page
To a Friend Email

Plastics and the Microwave

By Michelle Meadows

Stories about the dangers of chemicals leaching from plastic into microwaved food have circulated on the Internet for years. As a result, the Food and Drug Administration continues to receive inquiries from concerned consumers.

Consumers can be confident as they heat holiday meals or leftovers in the microwave that the FDA carefully reviews the substances used to make plastics designed for food use. These include microwave-safe plastic coverings that keep food from splattering and microwave-safe containers that hold frozen dinners. Even microwavable popcorn bags, which look like paper, actually contain a metalized plastic film that allows them to reach high temperatures so the corn can fully pop.

Under the food additive provisions of the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act, new substances used to make plastics for food use are classified as "food contact substances." They must be found safe for their intended use before they can be marketed.

"It's true that substances used to make plastics can leach into food," says Edward Machuga, Ph.D., a consumer safety officer in the FDA's Center for Food Safety and Applied Nutrition. "But as part of the approval process, the FDA considers the amount of a substance expected to migrate into food and the toxicological concerns about the particular chemical." The agency has assessed migration levels of substances added to regulated plastics and has found the levels to be well within the margin of safety based on information available to the agency. The FDA will revisit its safety evaluation if new scientific information raises concerns.

One chemical called diethylhexyl adipate (DEHA) has received a lot of media attention. DEHA is a plasticizer, a substance added to some plastics to make them flexible. DEHA exposure may occur when eating certain foods wrapped in plastics, especially fatty foods such as meat and cheese. But the levels are very low. The levels of the plasticizer that might be consumed as a result of plastic film use are well below the levels showing no toxic effect in animal studies.

Other claims have asserted that plastics contain dioxins, a group of contaminants labeled as a "likely human carcinogen" by the Environmental Protection Agency. "The FDA has seen no evidence that plastic containers or films contain dioxins and knows of no reason why they would," Machuga says.

Machuga says that consumers should be sure to use any plastics for their intended purpose and in accordance with directions. If you don't find instructions for microwave use, you should use a different plate or container that you know is microwave-safe. Such containers are made to withstand high temperatures.

For example, carryout containers from restaurants and margarine tubs should not be used in the microwave, according to the American Plastics Council. Inappropriate containers may melt or warp, which can increase the likelihood of spills and burns. Also, discard containers that hold prepared microwavable meals after you use them because they are meant for one-time use.

Microwave-safe plastic wrap should be placed loosely over food so that steam can escape, and should not directly touch your food. "Some plastic wraps have labels indicating that there should be a one-inch or greater space between the plastic and the food during microwave heating," Machuga says.