

臭氣的脫臭技術及脫臭劑的基礎

蘇裕昌*

Basics of Deodorization Technology of Gaseous Odor and Deodorants

Yu-Chang Su *

Summary

In this paper, the methods of deodorization and deodorants are introduced, including the current situation of the deodorization system combination technology, the treatment effects and application, as well as the problems arising in the application. Odor deodorization technology is a very difficult technology, mainly because the bad smelt is often exist at low concentrations, and multi-component mixed gas, it should be processed to the an olfactory threshold (threshold value) is extremely difficult technology. So far, no single technology can solve the complex problem of odor, and it is necessary to combine a variety of treatment methods, construct the best combination to deodorant / deodorant system, to seek effective deodorization efficiency.

Key words: gaseous odor, deodorants, deodorization system, malodorous substances, VOCs

一、緒言

日本自1967年制定公害對策基本法以後，明確的認定惡臭也是典型公害之一，惡臭與大氣污染不同，惡臭是屬於感官性的公害，當時不認為會立即影響被害者的健康疑慮的理由，而沒有建立限制的基準值。這是因為在時無法完全把握惡臭物質、及進行準確的測定技術、被害間的量間的相關關係的推定等困難之故，而也是導致延遲臭氣對策的技術開發原因之一。事實上，臭氣的脫臭對策技術，在惡臭防止法制定以前就有存在，在當時既有的化學工業的相關操作、或大氣污染防止技術部分已被應用。

日本在1971年惡臭防止法制定以後，由於限制基準、臭氣的測定法等已經明確確立，因此使臭氣對策的新技術或應用及測定技術有飛躍性的進展，隨著法律的升級及規範，消/脫臭系統也有顯著的進步。但是根據日本環境省的統計等的資料，雖然對公共事業如下水道汙水、屎尿、垃圾、廢棄物處理等臭氣對策約略有脫臭技術之應用，也降低了市民的埋怨，但是，對代表都市型的服務業如飲食店業、或大規模畜產，肥料・飼料製造等相關民怨並沒有減少。這是因為，不僅是臭氣的排出條件的相關處理技術性的問題，某些行業如小工廠、小畜牧業者等無法負擔臭氣處理對策所花費的成本，而將問題擴大。臭氣脫臭對策

技術是非常困難的技術，主要是因為臭氣常為低濃度、且為多成分的混合氣體，要將其處理到嗅覺基準臨界值(閾值)以下是極為困難的技術。到目前為止，沒有任何單一技術就可以為完全解決複雜的臭氣的問題。因此，必須組合各式各樣的處理技術即稱之最佳組合技術進行脫臭/消脫臭劑系統，尋求有效的效率的脫臭對策。本文首先介紹說明消臭、脫臭方法的概要、脫臭系統組合技術的現狀、處理效果與應用、及在應用時產生之問題點(日本環境省，2013)(蘇裕昌，2014)。

二、惡臭發生的機制

所謂惡臭物質是指能被人所感知的臭氣中產生不愉快的物質，在法令上被稱之「恐怕損及生活環境，造成不愉快氣味之某些特定物質」。約有數十萬種臭味物質中，被稱之惡臭的物質也不少，法律上被指定為惡臭物質(22種物質)的成分幾乎全是有機化學物質(日本環境省，2013)(蘇裕昌，2014)。構成生物的有機物大部分為蛋白質、糖類化合物(如碳水化合物等)及脂質等。主要成分的蛋白質中的氨基酸是根據遺傳基因的資訊配列成特定的順序結合成之高分子化合物，本身幾乎沒有氣味。有機物的腐敗、或依微生物的代謝生理現象、依製品的製程及使用目的而進行的反應如分解(Decomposition)、發酵(Fermentation)、釀造

(Beweries等, 將分子構造往低位階的物質的分解、或轉換, 在過程中以微生物生成的酵素作為觸媒, 將有機物分解成小分子(單體化)的過程中生成揮發性的惡臭物質。這些惡臭的發生機制大多數為多種多樣, 雖極為複雜, 但現今的研究的發展, 已經有相當多數被解明。如構成蛋白質的氨基酸酸分解後會生成揮發性胺(Amine)或氨(Ammonia)是容易被理解。硫化氫、或甲硫醇(Mercaptan; thiol)等為硫黃類的惡臭物質, 主要是氨基胺基酸中含有硫的蛋胺酸(Methionine)或半胱氨酸(Cysteine)在分解過程被生成(Yablokov et al., 2009)(Parker et al., 2011), 尤其是甲硫醇類是屬於具非常特異性的惡臭物質。有一說, 人類為了知道以甲硫醇作為評估「腐敗的尺度」, 特別在遺傳基因中嵌入能極低濃度下就能檢知的基因。此外, 因在極低的濃度下也可感知之故, 常被添加作為檢知瓦斯漏氣的臭氣劑。人類能感知惡臭與生物性的預知危險、或忌避有關, 已也就是惡臭的嗅覺閾值(Threshold value)(=臨界濃度)極低為其原因。特別是製漿、造紙工廠的臭氣問題, 不只是在工場的周邊發生惡臭民怨與公害, 甚至也有很多延伸導致都市等廣泛區域的案例, 可以說是制定惡臭公害/惡臭防止法的重要原因。現在製漿法的主流硫酸鹽製漿法, 在蒸解過程所使之藥品為苛性鹼(NaOH)、與硫化鈉(Na₂S)、在製漿的過程中與木材中木質素成分等之間的複雜反應下, 大量生成各種還原性硫化物, 其中以硫化氫(H₂S; 腐敗卵或溫泉的硫黃臭味)、甲硫醇(CH₃SH; 高麗菜或洋蔥的腐敗臭味)、甲基硫(CH₃S)、二甲基二硫化〔(CH₃)₂S₂; 蒜臭味〕等, 為主要臭味物質為最受批評與厭惡, 上述臭味物均屬於日本惡臭防止法中所指定典型的惡臭成分之中(日本環境省, 2013)。

三、脫臭技術的分類

脫臭的技術與方式可大略分類如表1。實際上, 臭氣的發生狀況有多種多樣, 臭氣物質據稱有40萬種, 但於幾乎沒有以單一氣體的狀態存在, 絕對複合的臭味絕對無法以單一的消臭劑、或脫臭裝置簡單進行消臭/脫臭作業(消臭脫臭專門會社(株)共生エアテクノ, 2011), 也無法簡單決定以何種方式最為適當, 逼須配合實際狀況組合構成之脫臭系統為最多, 也較能得到需求之脫臭效率(中津川憲, 2015)。

四、代表性的脫臭法的概要與脫臭原理

(一)、燃燒法

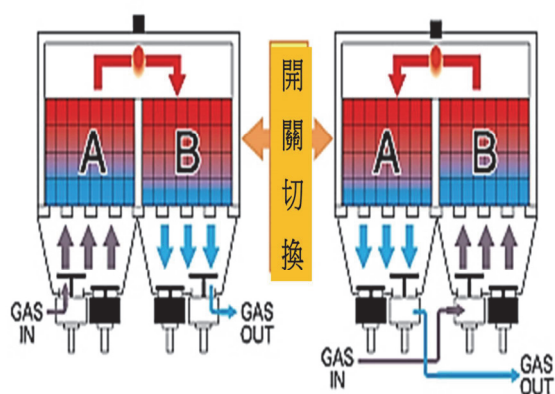
在1960年代, 美國加州發生有機溶劑污染大氣的問題, 而開始有法規的限制。因此法規才導致多數具優越廢氣燃燒設備的開發。在日本首先的燃燒脫臭技術的大部分, 均多由此技術得的導入, 本技術是目前燃燒除臭法的基礎。將臭氣成分以高溫處理之熱分解的方法。如直接/蓄熱式燃燒法在650~800°C的溫度下將臭氣分解。觸媒燃燒法則在觸媒處理後、或同時在200~340°C的溫度下進行氧化分解。幾乎所有的臭氣成分均適用、即使高濃度的臭氣也可適用, 但在低濃度/大風量時有建設費/高操作花費及適用的極限。幾乎所有的臭氣成分, 均可以藉由高溫燃燒熱分解成臭味較低成分, 將碳氫化合物分解為碳素與氫氣而達到脫臭。燃燒法可以說是最簡單、最確實的除臭方法之一。

在2004年日本修正大氣污染防治法, 對揮發性有機化合物(Volatile Organic Compounds: VOCs)開始進行規劃及限制, 多數的惡臭成分也被列入VOC的範圍, 再次的使燃燒法更得到工場及環保處理業的青睞。由碳中和(Carbon neutral)的概念燃燒法未必會使二氧化碳排出量增加, 而影響二氧化碳排出量。近年, 經改良開發所開發出的高效率燃燒脫臭裝置如圖1。日本新東工業的廢棄淨化及惡臭去除的淨化設備的Deo Thermo的2塔式燃燒分解去除VOCs/惡臭的方式(Sintokogio, 2012)。其實, 台灣中外爐工業股份有限公司(2010)的2塔式蓄熱脫臭裝置(TW-RTO)與前者有類似構造, 兼具高效率、高脫臭率、小型化等優點, 利用對陶瓷蓄熱體作交互昇溫、降溫動作, 符合熱能回收原理的蓄熱燃燒式脫臭裝置。兩個蓄熱室的吸氣、排氣切換動作是藉著閥門開關來達成。維持在高溫的燃燒室中, 臭氣成分將氧化分解, 再以純淨的狀態排出的簡潔設備。設備的構成非常精簡, 除了達到節省空間目的外, 同時兼顧了降低設置成本的需求。對於樹脂、焦油也可提供附加空燒模式。這是具備高脫臭效率與熱回收率高達95%的省能源, 極具經濟效益的脫臭裝置。此外, 更可再添加觸媒以較低溫的條件下進行分解的方法、及有效率的將燃燒所得之熱回收, 可大幅降低燃料消費量, CO₂的排放量也有大幅度的降低(台灣中外爐工業股份有限公司, 2010)。

臭氣的脫臭技術及脫臭劑的基礎

表1. 代表性的除臭的方法及特徵(日本環境省，2013)(中津川憲，2015)

方法	使用之藥劑或吸著劑	可能去除的臭味成分	操作條件	
燃燒法	直接燃燒	氣體、柴油等燃料	高濃度臭氣	
	蓄熱/回收	氣體、柴油等燃料	低-中濃度	
	觸媒燃燒	氣體、柴油等燃料	低-中濃度	
洗淨法	水洗	水	平衡關係多數需要大量水	
	藥液洗淨	酸(硫酸、鹽酸等)	具氮、胺基等鹽類成分	pH =2-4 左右的水溶液
		鹼(氫氧化鈉、氫氧化鉀等)	硫化氫等酸性成分進行中和吸著	pH =9-11 左右的水溶液
		氧化、還原劑 (次氯酸鈉、二氧化氯、過氧化氫、高錳酸鉀等)	氮、胺基醛等可能被氧化成分、或還原性強的硫化氫、甲基硫、二甲基二硫	pH =9-10 左右的水溶液 有效氯 Cl ₂ : 300-500mg/L
吸著法	活性炭	活性炭(一般)	以物理性吸著可能的成分(較細數機能性活性炭性能較差)	
	添著活性炭	酸添著活性炭	氮、胺基等鹼性成分	硫酸或鹽酸等添著
		鹼添著活性炭	硫化氫等酸性成分的中和吸著	添著氫氧化鈉
		氧化/還原	甲基硫、二甲基二硫、硫化氫等進行氧化/還原吸著	添著碘類氧化觸媒或氧化劑還原性強的硫化氫或不容易中和成分的氧化
		添著活性炭	沸石	氮、硫化氫、有機酸等
	其他	氧化鐵等	硫化氫的脫硫	消化氣體的脫硫
電化學法	臭氧、電漿	常使用活性炭作為觸媒	低濃度的硫化氫、甲硫醇	
	光觸媒	二氧化鈦等	低濃度硫化氫、甲硫醇	
消除臭劑法	化學反應	化學反應消臭劑	由消臭劑的調配可以除去低中濃度鹽基、酸性成分等	
	抵銷作用	消臭劑(芬多精等中和轉換)	由消臭劑的調配可以除去低中濃度鹽基、酸性成分等	
	遮蔽效果	植物精油類強香味的效果	由消臭劑的調配可以除去低中濃度鹽基性、酸性成分等	



1. 含揮發性有機化合物(臭味物質VOC)的未處理氣體通過在蜂窩陶瓷蓄熱 A 被供給到燃燒室,加熱。
2. VOC 等在大於或等於 800°C 的燃燒室內的溫度是燃燒分解。
3. 變清潔是氣體加熱送到蜂窩 B,並同時排出
4. 經一定時間後,切換氣體流路中的緩衝器,相反從蜂窩 B 側引入 VOC 處理過的氣體的穿過燃燒室,在蜂窩 A 噴射排出,兩個流路的反復交換熱,只使用少量的續的連續性的燃燒分解。

圖 1. 日本新東工業廢氣淨化裝置的 2 塔式燃燒方式 (Sintokogio, 2012)

(二)、洗淨法

以洗淨法進行脫臭的原理,是使用水、或藥品溶解液將臭氣成分吸收、或以化學反應使其變為無臭、或分解、或轉換為較不臭的無臭的成分所進行之操作。為了使臭氣與洗淨液間的反應反應更有效率的進行,各種構造設備的被開發出如充填塔式、棚式、或文丘里噴射流曝氣機式 (Venturi jet) 等。在化學工業的世界,很早已來填充塔、噴霧塔 (Spray tower) 進行吸收臭氣操作。特別是在大氣染防止法相關排煙之脫硫 (Desulfurization)、或脫硝 (Denitrification) 等所導入之技術之後,作為後續研發脫臭裝置上的基礎,而有很大的進步與發展。

在臭氣對策上的應用,因為臭氣成分的閾值極低之故,因此必須有各式各樣的精密設計的必要。特別是在充填塔方式的洗滌器 (Scrubber) 之充填材必須採用能提供處理時壓力損失小、有效率的使氣體與溶液可容易接觸的製品,依據累積所能收集的各吸收數據才能設計出,具一定功能的技術的原因。此外,藥液吸收的控制機器的開發有飛躍性的進步,而可得到安定的控制。

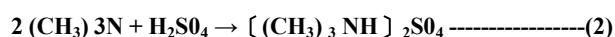
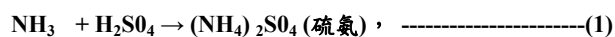
洗淨法常被應用為複合處理裝置的前處理,可同時處理粉塵 (Dust)、霧 (Mist)、油煙 (Fume) 等。本法的缺點為對所使用藥品必須進行安全對策、與設施的管理。此外,本法尚必須附有廢液/污泥處理等的處理設備。本法的缺點為對中性惡臭成分的脫臭效果低,且設備體積大在設置上有較多的限制。

1. 中和脫臭

臭氣成分的多數呈酸性、或鹼性,採用適當的藥劑,將臭氣中和、或轉換到甚至可達到無法感知臭味的成分,此法為應用中和劑脫臭原理開發。

(1) 酸洗淨(硫酸、或鹽酸)

主要為氨、或三甲基胺等低碳素胺 (Amine), 以 pH = 2~3 作右的硫酸水溶液進行中和反應的脫臭吸收時的除臭的反應如式(1)與式(2)。



(2) 鹼洗淨(氫氧化鈉)

主要為硫化氫、甲硫醇以 pH = 10 左右的(氫氧化鈉水溶液)中和反應的吸收除臭時的脫臭的反應如式(3)與式(4)。



三、以氧化劑進行脫臭

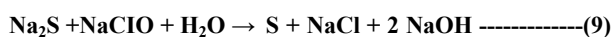
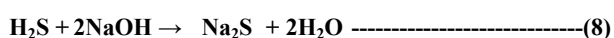
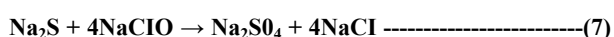
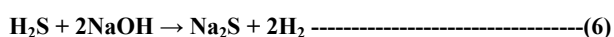
不只是將臭氣成分中和,並使在吸收液中使用氧化劑,吸收較低臭味較低的安定成分的方法有很多種。主要的氧化劑有次氯酸鈉、過氧化氫、二氧化氯、臭氧等(蘇裕昌, 2016)。

(一)、次氯酸鈉 (NaClO)

工業藥品中最容易取得之價廉氧化劑,目前在脫臭裝置中最被廣泛使用之氧化劑為次氯酸鈉 (NaClO)。此外,安全的藥品常被廣泛的使用作為廢水處理場排放水的殺菌、及上下水道用、及食品用的殺菌劑。次氯酸鈉主要能將臭氣成分氧化,轉化無臭、或微弱臭味的成分(如固態硫、硫酸鹽等)以達到除臭的目的(蘇裕昌, 2016)。本身則最後被還原為食鹽 (NaCl)。

次氯酸鈉水溶液中氯化物隨pH值的不同其形態變化，pH值由高到低，次氯酸鈉的形態依序為次氯酸離子(CIO⁻)→次氯酸(HClO)→氯氣(Cl₂)順序存在比隨之增加。

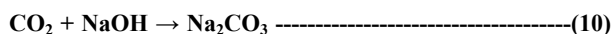
因此，例如NaClO與硫化氫(H₂S)間的反應，在pH<7以下的酸性側進行式(5)的反應，在pH>7的鹼性側則進行式(6)與式(8)的反應，別是在pH>12的強鹼領域下則幾乎只進行式(8)的反應



惡臭成分與次氯酸鈉(NaClO)間的反應，其反應機制、或路徑複雜，各種反應多可能在同時發生。脫臭裝置中的氧化劑的使用，均須把握在最適濃度下、控制在最小的使用量、且能得到高效率的脫臭效果。考量經濟性的實際應用的範圍，一般是控制在pH=9~10、有效氯濃度300~400 mg/L左右。在氨氣(NH₃)含量在高濃度時反應摩爾比大之故，相對的可能需要非常高的次氯酸鈉消費量。因此，一般常在處理的前段常預先以水、或酸之洗淨塔去除之。

(二)、氣體(二氧化碳)的影響

處理氣體中若含有大量二氧化碳，如處理廢棄或堆肥化設備廢氣時，為了提高脫臭處理，若提高處理pH則會進行如式(10)的反應，而無端浪費氫氧化鈉。因此處理臭氣必須考量並把握臭氣的性狀或經濟性，決定適切的條件才可。



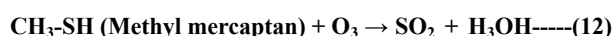
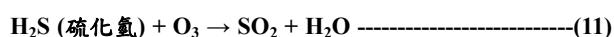
(三)、過氧化氫(H₂O₂)處理

過氧化氫屬強力氧化劑反應後不會殘留氯之氧化劑，以過酸化氫作為除臭氧化劑廣受注目。但具有輸送、貯存困難的問題，且較次氯酸鈉次高價之故，應用範圍受限，但作為廢水的脫臭及水的滅菌應用，最近使用例有增多的趨勢。其他的脫臭氧化劑除次氯酸鈉以外也有很多種類，主要為二氧化氯、過氧化氫、過碳酸鈉(Sodium percarbonate)、臭氧等，這些藥品(氧化劑)除了除臭效果為考量重點，容易取得、價廉使用考量重點(蘇裕昌，2016)。

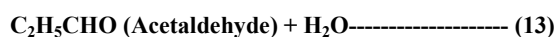
(四)、臭氧(O₃)

處理本法所需設備具體積小、省空間，且無論低濃度到高濃度一具設定條件可安定的進行脫臭。臭氧脫臭使用為汙水處理場的脫臭裝置中以氣相、或溶解有臭氧的臭氣水溶液最常被使用。臭氧的原材料為空氣中的氧氣、不需補給藥劑，管理容易的優點。但是，臭氧的吸入隊人體有害之故，低濃度則問題不大，必須注意處理設備的設計(蘇裕昌，2016)。

與過氧化氫相同，在反應後不會殘留「氯元素」之故，常應用為飲用水的異臭除去上使用。此外，臭氧的製備是以空氣中的氧氣或、濃縮氧氣以電進行放電處理力等生成，可以在使用現場製備，不需要輸送、或貯存，但臭氣生成設備費高價。臭氧與硫化氫及甲劉醇進行如式(11)與式(12)的反應。



上述處理必須注意，隨著厭氧發酵過程所生成之醇類物質如甲醇等，可能被氧化劑處理進行如式(13)的氧化反應而生成醛類物質。



臭氧的應用不僅可應用在生鮮食品的鮮度保持、醫療相關、工業生產業相關，在常生或用途上如撒菌、脫臭效果上。日本テクノメディカル株式会社開發之「Cleanday」臭氧發生機是使用石英燈、在放電時發生時可安定生成臭氧，所生成之副生成物的氮氧化物極少。所生成臭氧可由內裝之風散扇、送到含有脫臭對象的空間內將臭氣物質進行氧化分解(テクノメディカル株式会社，2016c)。

四. 吸着脫臭法

(一)、一般的活性碳的脫臭

吸着脫臭法使用始將臭氣成分通氣進入，以代表性的吸着劑沸石(Zeolite)、或鉄劑(氧化劑)、活性碳等所充填之吸着裝置進行吸着脫臭的方法，使所有脫臭設備中最古老可在廣泛範圍的脫臭上應用。發生的臭氣含有各種成分，但是活性碳的吸著屬於只有單純的物理性吸着，本身不會造成化學反應，因而，一般的活性碳不具機能性，其脫臭效率有極限(蘇裕昌，2013)(蘇裕昌，2011)。

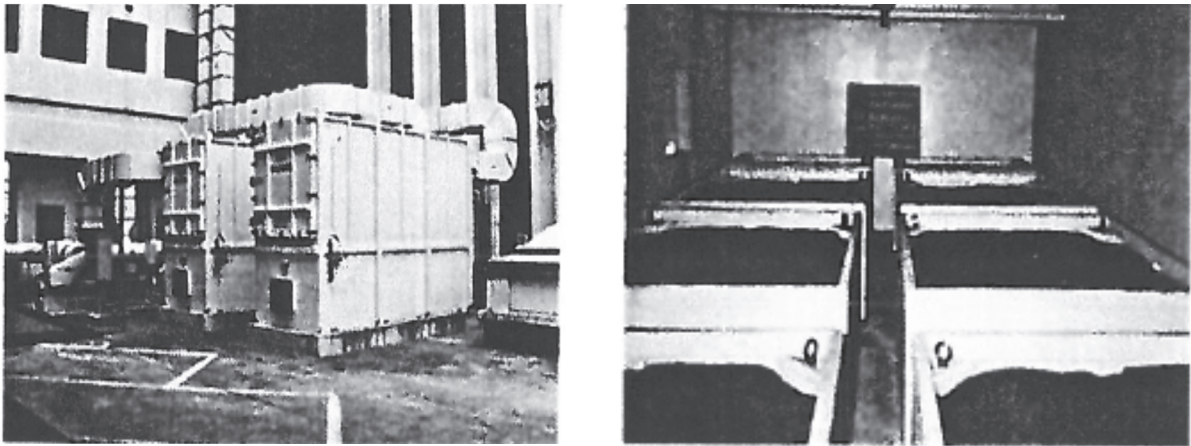


圖 3. 代表性的活性炭吸著脫臭裝置(中津川憲, 2015)

(二)、添着活性炭的脫臭

為了吸著硫化氫等酸性成分、或代表性的鹼性成分如氨氣、及如甲基硫等中性成分，分別在活性炭上進行選擇性的處理(添着；Impregnation)而帶有機能性，應用不同機能性的活性炭而被開發應用為性機能吸著除臭劑。目前已經有以數種類藥品組合的特殊活性炭(添着碳)為基本而構

成的脫臭裝置如表2的分類。因此這些裝置具備體化、大幅降低脫臭扇的電力消費的特性。代表性的活性炭吸著脫臭裝置如圖3所示。對高濃度臭氣與上述洗淨法進行組合，構成之脫臭系統已經很多應用之案例(如圖4)(蘇裕昌，2013)(蘇裕昌，2011)。

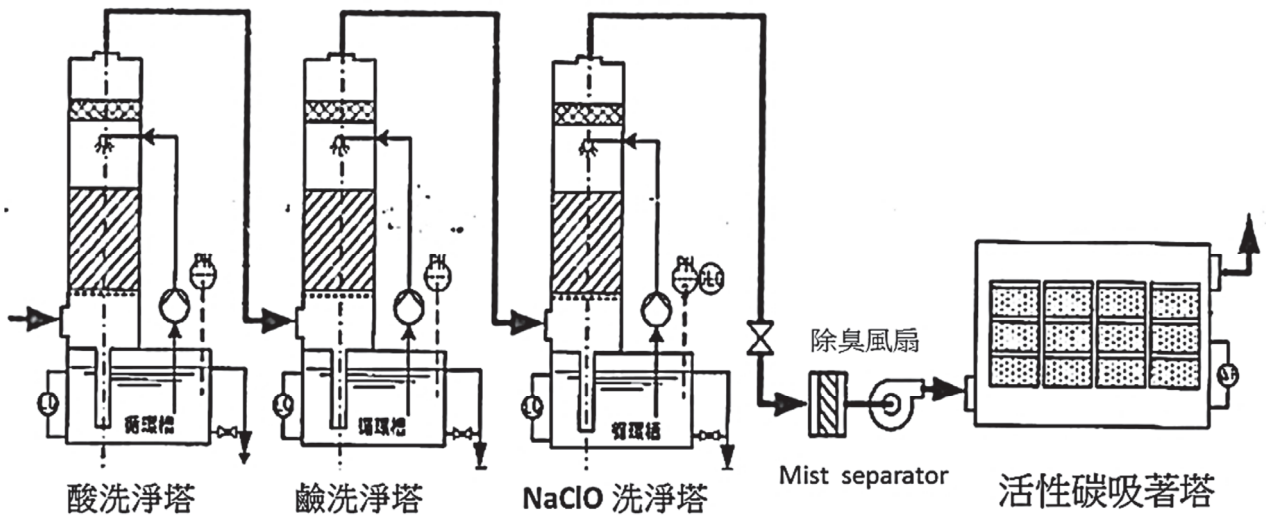


圖 4 活性炭吸著與洗淨法組合構成之脫臭系統(中津川憲, 2015)

表 2 機能性活性碳的種類 (中津川憲, 2015)

活性碳名稱	添著藥品	機能	吸著臭氣成分
酸性氣體用(鹼添著活性碳)	氫氧化鈉	中和劑	硫化氫、甲硫醇
	碳酸鉀	中和劑	
	碘化鉀	氧化觸媒	
鹽基性氣體用(酸添著活性碳)	硫酸	中和劑	氨、三甲基胺
	鹽酸	中和劑	
中性成分用 (氧化/還原劑添著活性碳)	溴元素	氧化劑	甲基硫、二甲基二硫
碘添著活性碳	無機酸	中和劑	上記各種類臭氣成分
	碘	氧化觸媒	
	碘酸	氧化劑	

五、電漿 (Plasma)分解法(テクノメディカル, 2016 a)

利用高電壓電漿發生之活性氧電漿去降解臭氣成分的氧化分解的方法。具有安定的脫臭能力，但本法為比較新的方法設置案例不多。

六、光觸媒分解法(蘇裕昌, 2014) (蘇裕昌, 2013) (蘇裕昌, 2011)

使用紫外線與光觸媒二氧化鈦將臭氣成分進行觸媒氧化分解的方法。主要是將二氧化鈦塗布到陶瓷過濾器上，將臭氣成分吸附後進行觸媒氧化分解，高濃度臭氣時可採用多段處理。本法優點為即使分解困難的臭氣也可以分解。缺點為過濾器表面上若有粉塵、或油分等附着時則會影響脫臭效率。

七、氧氣離子集合體 (Oxygen cluster method)法

藉由放電的方法使空氣中的氧氣離子化，使其生成正離子和負離子的集合體(稱之氧氣離子集合體)(Matejck et al.,1996)，本法是將氧氣離子集合體將臭氣成分包入後，再將其進行離子分解的方法。優點是省空間及小型化設備，且是一與自然界相同的負離子性的分解、對生物體不會引起不良的影響。原材料為空氣中的氧氣之故、不需藥劑的補給、與容易管理等為其優點。本法主要的缺點為對高濃

度臭氣的脫臭效果不高，放電時容易發生臭氧等必須進行換氣及稀釋，離子生成管因帶電而容易粘著污垢，玻璃放電管因電性負荷易產生缺陷，有定期性的維護的必要(山本一郎 與 弘中祐樹, 2009)。

八、生物性(微生物)脫臭

所有的生物最後回歸土壤，先人的智慧常以糞尿、或腐敗物以土覆蓋使之不臭。但是，以微生物進行地球規模的化學循環之一的硫循環(Sulfur cycle)，硫黃的氧化由硫化氫氧化為硫酸鹽、及硫酸還原(硫酸鹽還原為硫化氫)。或氮循環(氮的氯化→氮氧化到硝酸)之硝化過程，與硝酸鹽還原為氣體氮等的還原機制，最近才被解明。利用微生物生態系物質循環作用進行脫臭分解的方法可分為土壤法、充填塔法等固態型，及曝氣式、洗滌式等液相型等。

近年應用此系統的研究、將特定成分的分解之特定微生物的分離技術的進展，而開發出各式各樣方式的脫臭裝置。生物性脫臭簡單的說，在水、微生物、與氧氣的存在下，臭氣物質或分解成較不臭的物質的流程的概要如圖5所示。代表性的填充塔式生物脫臭設備的外觀如圖6所顯示。利用微生物是最自然、最柔和的脫臭方法但目前尚有諸多缺點，如脫臭機制(微生物與臭氣間的反應)不明確點尚多。及必須經時滿足微生物的生育條件如溫濕度、pH、營養成分等的維持管理等缺點與困難點存在，期待在今後會有飛躍的技術革新(中津川憲, 2015)。

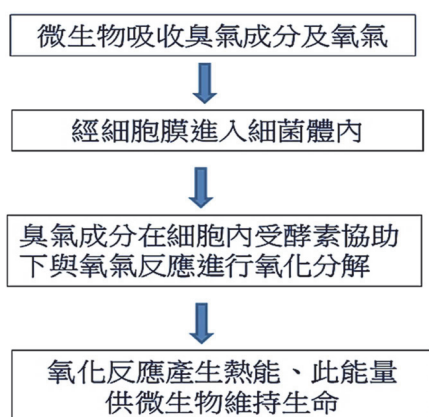


圖 5 微生物脫臭反應的流程(中津川憲，2015)

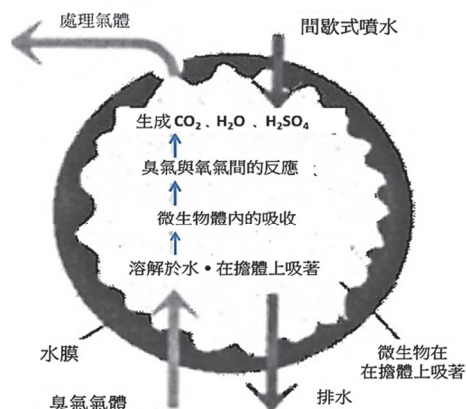


圖 6 充填塔式生物脫臭的外觀(中津川憲，2015)

九、消 / 脫臭劑法

當初開發臭味遮蔽劑、或稱之芳香劑，主要是以遮蔽效果使強臭(惡臭)的感覺變無、或變淡，從廣範圍臭氣發生源到一般家庭用均被廣泛的應用。近年，可將臭氣成分分解、或將其轉換臭氣成分較少的消臭劑有多數被開發，更可設定最適的運用狀況、與發揮優越的處理效果者很多。主要使用消臭劑的方法可分為噴霧法、發散法、擴散法、散布法、添加法(滴下溶融法)、被覆法、吸着法等。其優點為應急處置時，配合使用目的可添加芳香劑/脫臭劑/除臭劑等。但本法的缺點是對高濃度臭氣的效果低、必需定期補充/交換消臭劑，但是若選擇不當之消臭劑、或使用錯誤的除臭方式則是則除臭效果不佳。

(一)、消/脫臭劑的化學除臭

直接高濃度臭氣噴霧，以具與臭氣成分凝集效果而脫臭的高分子類消脫臭劑也被開發成功。消除臭劑的原理如表3的化學反應中的吸收、抵銷、及中和等複相相乘而發展出調和性的機制(中津川憲，2015)。實際上，化學反應的機制尚未完全解明的部分尚多。下述以代表性來自植物的天然成分甜菜鹼類化合物(Betaine)($R_3N^+-CH_2COO^-$)的化學脫/消臭反應。進行化學反應，脫臭的說明(共立製菓株式會社，2016)。甜菜鹼是類化合物對一個分子中陽離子性基為4級胺、陰離子性基為羧基的分子內鹽的總稱，其化學構造式如圖7，脫臭化學反應機制如式(14)~式(19)。VOCs

或臭氣分子如 NH_3 、 $(CH_3)_3N$ 、 H_2S 、 CH_3H 、 $HCHO$ 、 CH_2CH_2COOH 等分別與甜菜鹼的官能基(羧基、胺基)結合而達到消臭、或脫臭(共立製菓株式會社，2016)的目的。

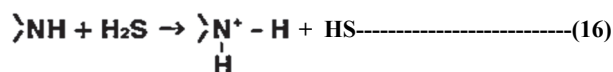
A. 與 NH_3 間的反應



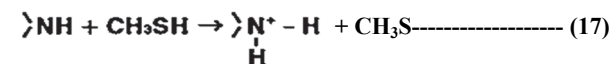
B. 與三甲基胺間的反應



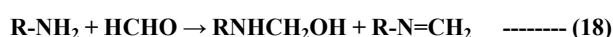
C. 與硫化氫間的反應



D. 與甲硫醇間的反應



E. 與甲醛間的反應



F. 與丙酸間的反應



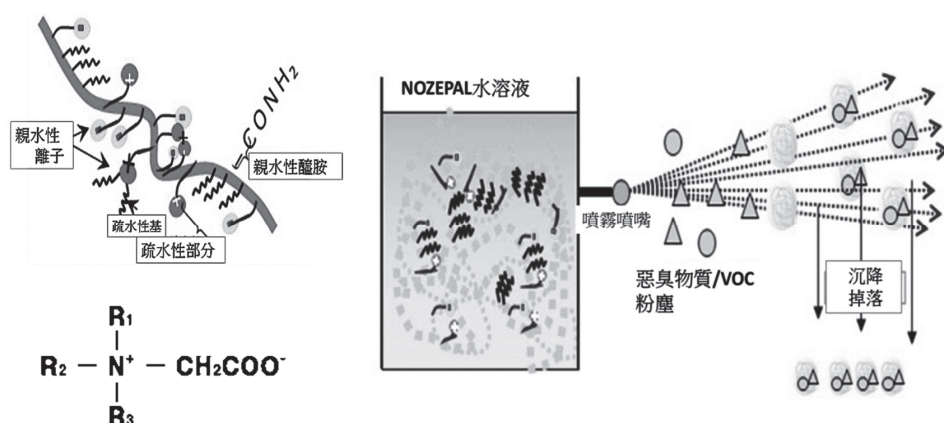


圖 7 Betaine ($R_3N^+-CH_2COO^-$)類化合物的化學式及脫/消臭反應消/脫臭劑法噴霧法臭氣消除機制(テクノメディカル, 2016b)

(二)、消 脫臭劑的形狀及使用方法

除臭劑依其形狀其使用的方法也不同，依據臭氣的種類、或現場的狀況適用何種形狀，何種使用方法必須詳加檢討。大部分的液體除臭劑以噴霧裝置噴霧之或滴下的方法，將臭氣物質與除臭劑接觸達到除臭氣濃度的方法較多。在洗淨塔的洗淨液循環槽注入液體除臭劑的方法，或也有以固體消/脫臭劑(粉末狀)散布的方法。因此，實際上臭氣發生現場中，選定有效的消脫臭劑與處理方法即為重要會左右處理效果。但是，這些在發生臭氣上直接噴霧或散布系統中，除臭劑必須不會對人類的健康及環境造成不良影響。圖7為消臭脫臭劑實施之一例。

Technolmedical 公司調配之NOZEPAL 消臭劑為主的「NOZEPAL系統」，使用以NOZEPAL為主成分的具水溶性極性基、疎水性烷鍊基以側鏈狀排列的聚丙烯醯胺高分子。此基材添加能捕捉惡臭物質調合最適添加劑而成之強力消臭劑(テクノメディカル, 2016a)。採用的方法是將NOZEPAL原液稀釋成100~300倍之水溶液、製成微細霧狀噴霧入惡臭氣體中。NOZEPAL液的微細噴霧在空氣中吸着惡臭物質或VOC、粉塵後使包接物沈降、落下而達到消臭。與噴霧包接而成之物質在常溫時可保持不可逆反應。NOZEPAL是一巨大分子分子量約2000萬，各種惡臭物質被分子鏈吸着後、液滴化/濾液化以排放液(Drain)回收，而可稱之液相活性炭(ESPO Chemicals, 2016)。

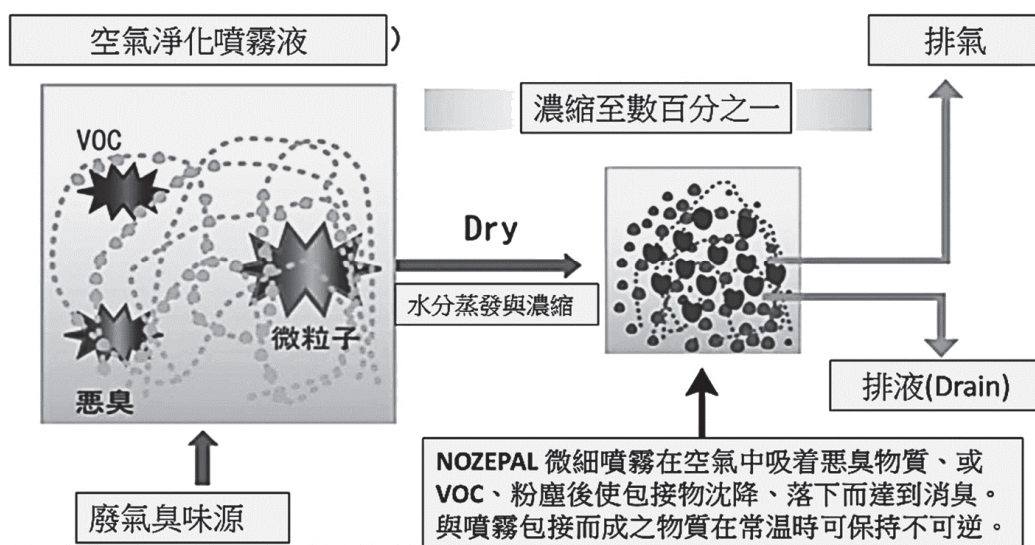


圖 8 NOZEPAL 空氣清淨化機能的原理 (ESPO Chemicals, 2016)

十、結論

本文介紹說明在多種脫臭方式中概說幾種代表性且脫臭原理較明確、及較多被採用的脫臭方法及設備及脫臭劑，事實上，除本文所介紹的種類以外，可以說已將有數不盡的脫臭裝置已被應用。但是，惡臭發生的狀況多種多樣，選定對策極為困難。因此，首先，深切瞭解臭氣發生的實態極為重要。此外，必須充分檢討如何防止發生源到臭氣的釋出、擴散、組合適切的脫臭方式、運轉方法等組合成最佳解決對策。目前，所要求的臭氣處理系統，低價格、高性能、且要可能處理到對人類幾乎無害的臭氣，而使用不屬於有害物質的強氧化劑、且必須確定不會產生「本末倒置」的結果，而達到「環境負荷低與安全」的課題。對應難處理領域上的應用，必須構築安全達到系統最適化，且高效率的脫臭系統。此外，研究優越的計測機器、控制系統等並達到最適操作、控制條件、維持省能管理，始可能達到高效率的脫臭效果。

十一、參考文獻

- 蘇裕昌 2011 光觸媒、光觸媒紙及紙觸媒。漿紙技術 15(3): 1-11.
- 蘇裕昌 2013 過濾與濾材。漿紙技術 17(2):42-48.
- 蘇裕昌 2014 生活環境中主要的臭味成分及臭味的去除。漿紙技術 18(1): 45-56.
- 蘇裕昌 2016 抄紙製程及廢水處理工程中的臭味的發生及處理對策。漿紙技術 20(1):1-20.
- 中津川憲 2015 脱臭・消臭脱臭劑技術の概要--臭氣對策はさまざまな技術の ベイストミックス解決しよう。紙パ技協誌 69(12) : 1297-1302.
- 台灣中外爐工業股份有限公司 2010 2塔式蓄熱脱臭裝置 (TW-RT)。http://www.chugairo.com.tw/?menu=02 &id=2
- Sintokogio 2012 排ガス浄化装置デオサーモ(VOC・悪臭の分解除去)。http://www.sinto.co.jp/product/ environment/ gas/ index.html
- 消臭脱臭専門會社(株)共生エアテクノ 2011 臭氣調査・原因特定。http://www.201110.gr.jp/measurement/ shuukichousa.html
- 株式会社ケイ・エス・ブレインズ 2007 主な悪臭物質一覧。http://k-s-brains.co.jp/itiran.html
- 株式会社ケイ・エス・ブレインズ 2007 消臭メカニズム徹底比較。http://k-s-brains.co.jp/mechanism.html
- 株式会社テクノメディカル 2016a 代表的脱臭技術の種類と特徴。株式会社。http://www.technomedical.co.jp/deodorization/feature.html
- 株式会社テクノメディカル 2016b 消臭劑脱臭システム「ノーズパルシステム」。http://www.technomedical.co.jp/service/deodorizer.html
- 株式会社テクノメディカル 2016c オゾン脱臭機「クリーンディ」。http://www.techno-medical.co.jp/deodorization/ozone.html
- 共立製薬株式会社 2016 ポリオンの消臭原理について。http://www.kyoritsuiseiyaku.co.jp/epoleon/index.html
- 日本環境省 2013 防脱臭技術の適用に関する手引き。http://www.env.go.jp/air/akushu/tebiki.pdf
- ESPO Chemicals 2016 ノーズバル希釈薬劑の微粒子噴霧による廣大な氣液接触 面積を利用した新技術 http://www.espo-chem.co.jp/coretech.html
- 三菱化工機株式会社 2016 充填式生物脱臭裝置、http://www.kakoki.co.jp/products/e-002/index.html
- 山本一郎、弘中祐樹 2009 酸素補給薬劑による排水処理機能の改善と臭氣発生防止。紙パルプ技術タイムス (6): 41-43.
- Matejcik S. A.Kiendler, P.Cicmar T, J. Skalny , P. Stampfli, Eillenberger Y, Chu .Stamatovic and T.D. Mark 1996 Electron attachment to molecules and clusters of atmospheric relevance : oxygen and ozone.
- Parker E.T., Cleaves H.J., Callahan M.P., Dworkin J.P., Glavin D.P., Lazcano A., Bada J.L.. 2011 Prebiotic synthesis of methionine and other sulfur-containing organic compounds on the primitive Earth: a contemporary reassessment based on an unpublished 1958 Stanley Miller experiment. 41(3):201-212
- Yablokov V. A., Ya. A. Vasina Email author , I. A. Zelyaev, S. V. Mitrofanova 2009 Kinetics of thermal decomposition of sulfur-containing amino acids. Russian Journal of General Chemistry. 79(7): 1141-1146

* 蘇裕昌, 國立中興大學森林學系教授

* Dr. Yu-Chang Su, Professor, Dept. of Forestry,
National Chung-Hsing University