

## 廢水活性污泥處理時降低 BOD/ COD 的輔助處理及藥品 「Bio-attack」處理及 COD 處理劑「COD Cutter」

蘇裕昌\*

### BOD / COD Reduction Aids for Wastewater Activated Sludge Treatment — Bio-attack Treatments and COD Cutter —

Yu-Chang Su \*

#### Summary

In general, waste water treatment facility for a papermaking plant always operated at large-volume, high-load conditions. When the "Bio-Attack" system is introduced to the system, turn out to be a miniaturized compact system. The high processing capacity of organic waste can be expected a stable treatment and generated sludge were reduced, the suppression of the occurrence of bulking. In addition, the use of microbial active agent "COD CUTTER" adjust the living environment of activated sludge, maximum microbial activity to the extreme, resulting the reduce of COD of the treated water effectively also stable treatment can conducted.

**Key words :** waste water activated sludge treatment, filamentous bulking, bio-attack, COD cutter

#### 一、緒言

活性污泥法處理廢水是目前廣為流傳的一種可以將有機廢水進行高度處理、低成本消耗的廢水處理技術。這種活性污泥法容易受過度的負荷、水温變動、空氣不足等而造成活性處理時污泥絲狀菌的膨化(Filamentous bulking)、處理水惡化等，導致嚴重問題的發生。造紙工場的廢水為大水量、且因造紙纖維所引起之高懸浮固體(SS)濃度，但相反的，BOD濃度一般在200~600 mg/L左右，較其他業種的廢水低。活性污泥處理可以有效的去去除BOD及COD，造紙工業常採用高BOD容積負荷 $1.5 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 操作的案例較多。這種處理設備及操作的缺點是，若廢水中的負荷有一些變動，則導致不安定的生物處理、及處理水的性質，如處理水的透視度下降、容易發生污泥沈降不良、甚至膨化的現象等問題的發生。

為了因應這種問題，日鉄住金環境株式会社開發出含「Bio-attack」輔助處理的廢水處理系統(日鉄住金環境株式会社, 2014)，本系統為一簡便、且具高效率的BOD處理系統，可以簡易的設備增設、或設備改造，就可達到大幅增強活性污泥系統對廢水處理能力、安定廢水處理操作，

及降低污泥產生量等(琴郿利昭 et al., 2008)(古庄健太, 2015)。廢水中有機物量的放流基準常以BOD(生化需氧量)，COD(化學需氧量)進行規定與限制。廢水中BOD以活性污泥法可充分逐次進行高次處理而降低。但是，活性污泥處理水中残留之COD為生物難分解性，以生物處理法很難將其降低。以標準活性污泥法處理廢水時在沈澱槽中常為了將微生物污泥沈降分離因而必須考量凝集性，因而不得不使用增殖速度較慢的微生物，而增大上設備備的規模(北川正美, 2010)。若從詳細調查各產業廢水中的有機物質/無機物質的組成就可了解，事實上，維持廢水中活性污泥中有很多是由不適切的複合微生物群組成。這些廢水中除了COD處理性能不佳以外，也被發現處理後的處理水會發生混濁、污泥的沈降性不佳等結果。一般對難分解性COD的處理，雖常以後續的活性碳吸着、臭氧氧化等物理化學性的處理為主流(山本一郎及細川孝広, 2013)，但須要膨大的操作成本。與此相對的，「Bio-Attack」系統就是在既存活性污泥裝置的前段增設「Bio-Attack」處理槽，使用篩選出較原有活性污泥微生物有較快增殖數速度的高速增殖微生物進行前處理，結果可得到大幅度增強對BOD、油脂等污染物質去除能力。此外，既存活性污泥可增強對廢水處理能力約2倍，本新廢水處理技術可採用新設

設備、或以既有設備改造之(琴鄺利昭 et al., 2008) (古庄健太, 2015)。

此外, 所謂的微生物活性劑「COD Cutter」是可以調整曝氣槽內複合微生物系統之相互共生環境變化的活性物質, 可以大幅度改善污泥對COD的處理能力。特別是, 在工場的定期保養、長時間定期檢休後活性污泥的開始處理不良、或冬季的低水溫、或夏季高水溫期時複合微生物類的偏差等原因, 所導致的多種處理性惡化時最為有效。本文主要針對降低製紙廢水之COD/BOD為目的之「Bio-attack system」與微生物活性劑「COD Cutter」進行使用原理及應用的介紹及說明。

## 二、活性污泥法的處理原理

典型的活性污泥法是由曝氣池、沉澱池、污泥回流系統和排放汙泥系統所組成(如圖 1)。廢水和回流的活性污泥一起送入曝氣池, 形成混合液。壓縮空氣通過鋪設在曝氣池底部的空氣擴散裝置, 以細小氣泡的形式打進廢水中, 以增加廢水中的溶氧含量, 同時還可使混合液處於劇烈攪動形成懸浮狀態。經溶解的氧氣、活性污泥與廢水的充分混合、充分接觸, 使活性污泥與廢水中的有機物的分解反應可以正常進行。

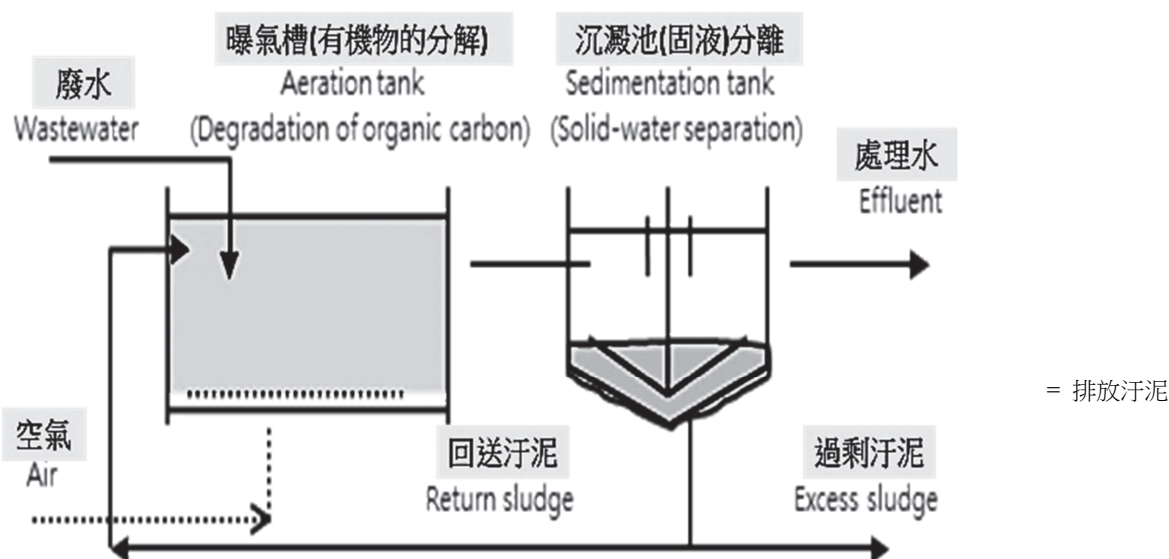


圖 1 典型廢水活性污泥處理的處理流程圖(北川正美, 2010)

在典型的廢水活性污泥處理流程中可以將其分為三個階段。第一階段時廢水中的有機污染物被活性污泥顆粒吸附在菌膠團的表面上, 由於其巨大的比表面積和多糖類黏性物質。同時一些廢水中有機物大分子在細菌胞外酶作用下分解成小分子有機物。第二階段則是在氧氣充足的條件下, 微生物將吸附有機物進行氧化分解, 形成二氧化碳和水。活性污泥分解反應進行的結果, 一部分代謝產物供活性污泥本身自身的繁衍增殖, 最後將廢水中有機污染物降解而去除得以將廢水淨化。最後的第三階段則是經過活性污泥淨化作用後的混合液進入二次沉澱池, 混合液中懸浮的活性污泥和其他固體物質在此步驟沉澱與水分離, 隨後再將澄清水作為處理水排出系統。

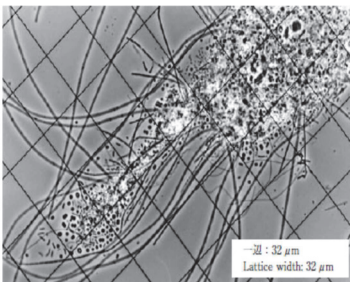
活性污泥處理法就是藉由活性污泥處理中的各處理

段, 將廢水中的溶解性有機物藉由活性污泥(細菌、微小動物如原生動物、後生動物等的混合體)進行生分解處理淨化水質的過程。其詳細步驟如下述六點。

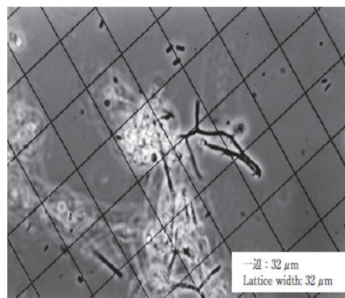
- (一)、將廢水流入貯存活性污泥之生物反應槽之“曝氣槽”, 並打入空氣, 曝氣槽內的溶存氧氣(供活性污泥呼吸使用), 隨著濃度的提高, 將廢水中的溶解性有機物與微生物進行攪拌混合。
- (二)、細菌將溶解性有機物分解、細菌菌體固體化。
- (三)、汙泥中的細菌體被微小動物(原生動物與微小後生動物)捕食。但是, 無法完全捕食活性污泥中的細菌凝集體(浮遊凝集物質)之故, 活性污泥中仍存在混有細菌與微小動物。

- (四)、活性污泥與處理水在混合的狀態送入沈澱槽，在沈澱槽中靜置後比重比水重的活性污泥開始沈降，上澄之水為處理水。
- (五)、沈澱槽中經沈降分離之活性污泥，一部分送回曝氣槽再作為連續生物處理用，增殖的一部分以“過剩污泥”排出系統又稱“排放污泥”。
- (六)、排出之污泥經脫水、減容後，做為產業廢棄物或再經乾燥、燒却處理。

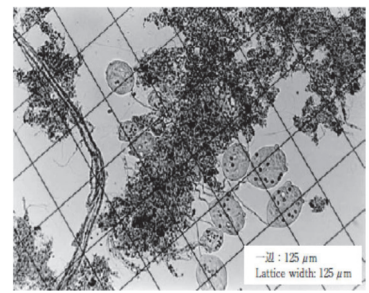
作為活性污泥細菌的增殖及分解有機物期間的指標稱為污泥停留時間（SRT）一般約為5天左右。此外，細菌分解有機物菌數加倍增殖的時間一般為數十分～數小時。換句話說，活性污泥中細菌被微小的原生動物等捕食狀況下，對有機物分解處理能力會被大量的抑制。因此，活性污泥設備設計必須考量SRT，因而必須擴大處理設備的空間。廢水中被處理溶解性有機物量的30~50 wt%會被殘留變成過剩污泥排放，這些污泥必須經脫水、乾燥、焚化、產業廢棄必須消耗大量能量及操作成本。



照片1 活性污泥凝集體 (北川正美, 2010)



照片2 絲狀菌 (北川正美, 2010)



照片3 放射菌 (北川正美, 2010)

在活性污泥法中微生物的聚合體稱之為活性污泥凝集體 (Floc)，其尺寸約在數十~數百 $\mu\text{m}$ 之間，凝集體周圍、或表面上有原生動物、多細胞動物等棲息 (照片 1)，靜置的沈降特性會對處理性能有很大的影響。活性污泥法的曝氣槽中的BOD (Biochemical Oxygen Demand) 與污泥負荷比 (每天流入的曝氣槽的有機物BOD量與混合液懸浮固體的比例)，一般約在 $=0.1 \sim 0.4 \text{ kg-BOD/混合液懸浮固體 (kg-MLSS} \cdot \text{d)}$ 下會形成具有良好的凝集性的凝集體，可得到每天約數十米/d的沈降速度。但是，隨著污泥濃度的變高，則會降低在沈澱池中的沈降速度。因此，為了得到安定的固液分離效果，曝氣槽的污泥濃度必須調整到一定的範圍內操作才會得到良好的操作結果 (北川正美, 2010)。此外，構成活性污泥的微生物也包含以絲狀形體增殖的絲狀細菌。這種絲狀細菌顯著的增殖則形成如綿花狀的輕污泥 (照片 2)，很難進行沈降分離。這種現象稱之為膨化 (Bulking)，嚴重時污泥會自沈澱池浮出帶到 (carry over) 下一階段。另外，由於放射菌類會分泌霉菌酸 (Mycolic acid) 等疏水性的物質之故 (照片 3) 過度的增殖會顯著發生上浮污泥。對活性污泥法而言，上述可能導致固液分離障害的控制為重要的課題之一 (北川正美, 2010)。

### 三、「Bio-Attack」系統的開發及基本原理

廢水處理廠中的操作條件常受季節、水溫、pH等的變化等，導致絲狀細菌的異常繁殖等而阻礙活性污泥微生物處理，而常發生膨化的現象。膨化現象的發生原因極為複雜、發生的機制至今尚未完全解明 (池本良子, 1992)。

「Bio-Attack」系統的基本原理是依據日本舊通產省工業技術院微生物工業技術研究所 (目前改製為產業技術綜合研究所) 發明之「二相式活性污泥法」為開發出之應用化技術基本依據 (三菱重工, 2014)。一般活性污泥的污泥日齡 (SRT) 活性污泥微生物曝氣之停留時間 (相當於活性污泥微生物曝氣槽中的停留時間) 在處理下水道污水處理時以約5-10天左右，工業廢水時以15~40天為原則。污泥日齡處理裝置內滯留之污泥除以每天的1日廢泥量求得之故，此值的倒數約略與活性污泥微生物的比增殖速度有相同值。換句話說，活性污泥構成菌群的比增殖速度約在0.2~0.03日左右。此外，自活性污泥中分離出之假單胞菌 (Pseudomonas) 屬，黃桿菌 (Flavobacterium) 屬，芽孢桿菌 (Bacillus) 屬等微生物，其大多數最大的比增殖速度24日或以上。

由上述的說明，活性污泥設備內微生物的比增殖速度被抑制到基底的水準。此外，以活性污泥法行廢水處理主要可分為兩步驟，(1).細菌進行有機物的氧化分解作為養分的反應過程。(2).凝集性/沈降性佳的污泥生成過程等二個步驟。第二步驟是速率決定步驟。

「Bio-Attack」利用這些概念，沒有考慮活性污泥的沈降性，只優先考量對細菌對有機物的去除。在高速增殖槽(Attack槽，照片4)高速增殖細菌進行有機物的快速捕食，然後在接受(曝氣)槽內原生動物進行處理殘存有機物及分解細菌的捕食(照照片5)，並考量沈降性最為基本處理概念(琴鄺利昭 et al., 2008)(古庄健太，2015)而可得到最佳的處理結果。

#### 四、「Bio-Attack」輔助系統的特色

「Bio-Attack」輔助系統的具有下述的特色及優點。

(一)、可以進行高負荷處理操作

即使BOD負荷量在 $10 \sim 20 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 也可以進行高負荷處理操作，且處理設備體積。

(二)、排放污泥的生成量的降低。

(三)、「Bio-Attack」系統生成之高速增殖細菌容易被原生動物捕食之故，後段活性污泥(接收槽)中有原生動物多數生育，可進行安定且高速下捕食，因此可得過剩污泥的生成量較一般活性污泥處理約可降低30%左右的結果。

(四)、可防止膨化現象的發生。

(五)、「Bio-Attack」系統，較導致發生膨化現象的原因微生物之絲狀性細菌的增殖速度快，進行高速增殖細菌的前處理，因而絲狀性細菌無法生活棲息而遭淘汰，且後段的活性污泥在(接受槽或曝氣槽)中可形成凝集性佳的凝集體，而達到防止膨化現象的發生。

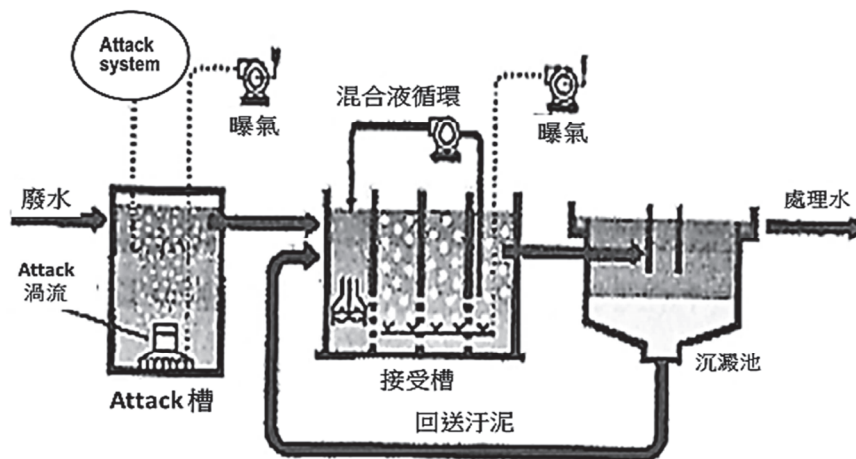


圖2. 含「Bio-Attack」系統的活性污泥法處理流程圖(琴鄺利昭 et al., 2008) (古庄健太， 2015)

#### 五、「Bio-Attack」系統的概要

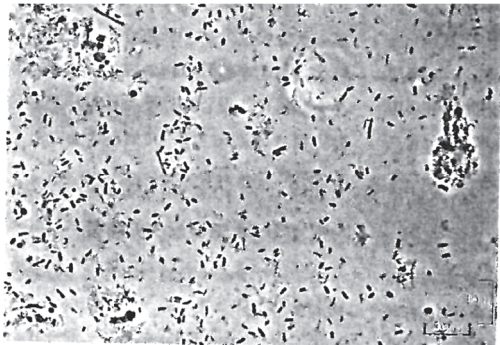
「Bio-Attack」輔助之活性污泥處理系統如圖2的系統流程圖所顯示，由在廢水中的BOD成分因高速增殖細菌而得到高速分解的Bio-Attack槽與捕食

Bio-Attack中生育棲息的細菌之接受(曝氣)槽的2槽所構成。首先，廢水進入Bio-Attack槽，在此槽內在BOD負荷 $10-20 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ 的條件下，由高速增殖細菌去除廢水中之溶解性BOD的70---90%。接著，在接受(曝氣)槽中残留之有

機物及自「Bio-Attack」槽流入的細菌進行自我消化、與原生動物的積極的捕食菌體進一步進行高度處理，而達到降低污泥的產生量。

照片4顯示Bio-Attack槽的高速增殖細菌，照片5顯示接受槽原生动物的顯微鏡照片。Attack槽內為分散性的細菌，接受槽則通常顯示為較活性污泥密度高的原生動物生物相。此類原生動物積極的捕食高速增殖微生物，可降低過剩(排放)污泥量。





照片 4 Bio-Attack 槽的高速增殖細菌的顯微照片



照片 5 接受(曝氣)槽中原生動物的顯微照片

「Bio-Attack」系統的應用可以解決如下所示各式各樣廢水活星物尼處理時所產生的問題，而達到廢水處理能力增強、替代加壓浮除時的油分處理裝置、增強高濃廢液的處理裝置、增強凝集沈澱裝置的機能，不僅增強廢水處理設備的機能，降低浮渣等廢液的廢棄物為目的，或降低凝集劑等藥劑使用量等降低操作成本等目的時使用。

## 六、「Bio-Attack」系統在造紙廢水廢水試驗工場試驗的適用性評估

為了確認造紙工場廢水處理時採用「Bio-Attack」系統對有機物去除性能及污泥降低的效果，使用某造紙工場的實施廢水試驗工場試驗(Pilot plant trail)。此造紙工場，主要以廢紙為原料製備再生紙(衛生紙)，廢水主要來自脫墨工程與抄紙工程所廢出的廢水。

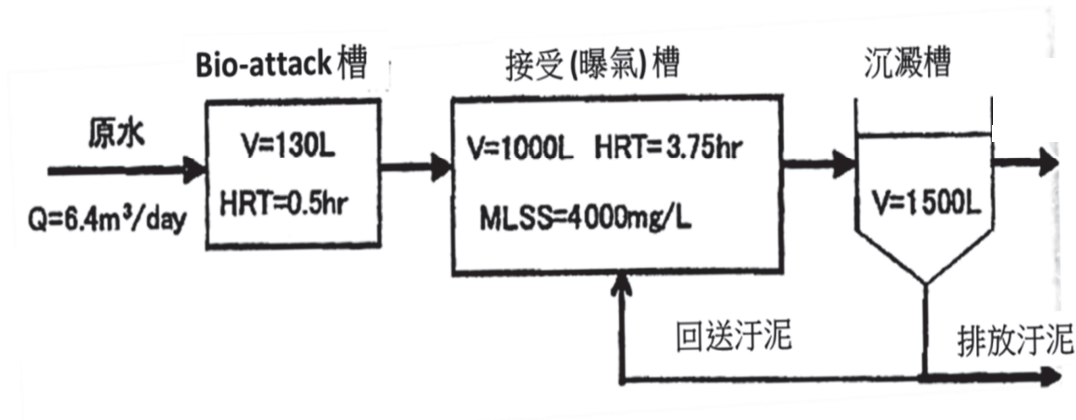


圖 3 Bio-Attack 輔助活性污泥系統的試驗工場試驗的處理流程 (琴郢利昭 et al., 2008)

### (一)、水條件及「Bio-Attack」系統處理流程

表 1 顯示廢水處理時的通水條件，圖 3 則為顯示廢水試驗工場試驗(Pilot plant trail)的處理流程。「Bio-Attack」系統的始動時，添加入種菌(Seeding)用的微生物製劑 Serve one(“サーブワン”) 1000 mg/L，經24小時間高速增殖

細菌使其到達 II 期後，開始進水，隨著通入系統所生成之過剩污泥，在接受槽(曝氣槽)內的MLSS經進行適當的廢出約調整為為4000 mg/L。此外，為了檢討污泥的降低效果，進行槽內的污泥發生量的定量並計算污泥轉換率並與對照組進行比較。

表 1 進水條件

設定 BOD 濃度		200 mg/L
「Bio-Attack 槽」	容量	130L
	HRT	0.5Hr
	水溫	25°C
接收槽 (曝氣槽)	容量	1000 L
	HRT	3.75Hr
	水溫	25°C
	MLSS	4000 mg/L

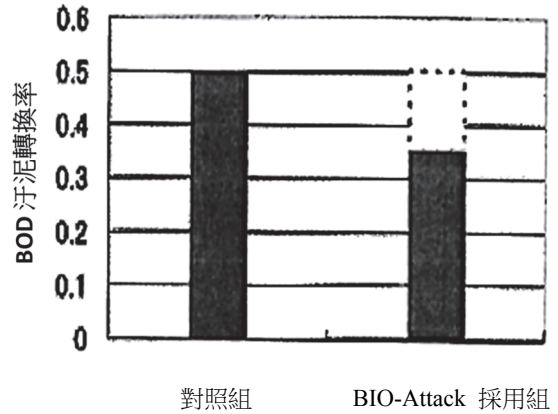


圖 3 BOD 對污泥的轉換率 (琴鄒利昭 et al., 2008)

表2. 經 Bio-Attack 輔助活性污泥系統的試驗工場處理(Pilot plant trial)後處理水的水質 (琴鄒利昭 et al., 2008)

	原水		Bio-Attack 處理水		微生物處理水	
	CODMn mg/L	BOD mg/L	溶解性 CODMn mg/L	溶解性 BOD mg/L	CODMn mg/L	BOD mg/L
平均值	158	110	55(65%)	16 (84%)	14	1
Max	194	140	71(72%)	20(90%)	17	2
Min	103	93	37(60%)	10(81%)	10	0

(二)、試驗結果

表2中顯示經過含「Bio-Attack」系統之Pilot plant trial 處理後處理水的水質，顯示處理的安定性，溶解性COD Mn 的去除率在65%左右，溶解性BOD去除率在85%左右。此外，也大幅度降低曝氣槽(接受槽)的負荷，而得到最終處

理水具良好的水質。圖3中顯示「Bio-Attack」使用對BOD 污泥轉換率的關係，未使用「Bio-Attack」的對照組BOD 的污泥轉換率為0.5，「Bio-Attack」使用組的BOD污泥轉換率為0.35，並確認污泥發生量可降低30%。

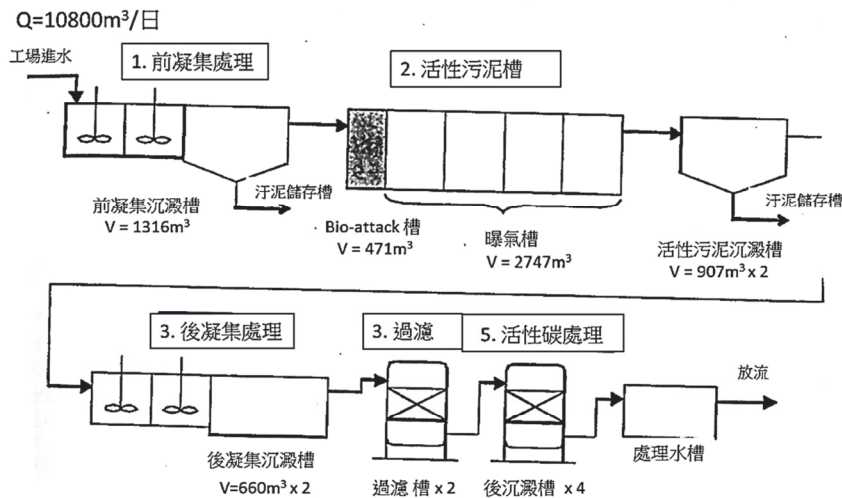


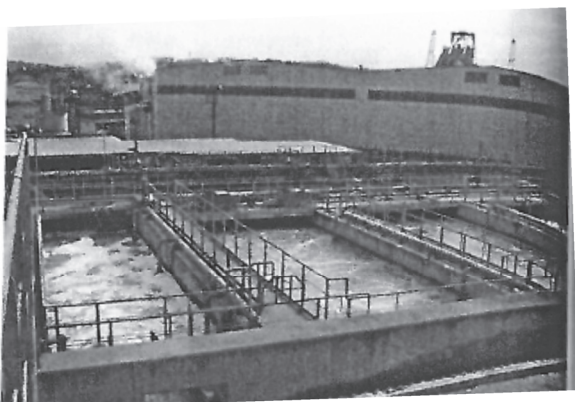
圖 造紙工廠試驗含「Bio-Attack」系統之廢水處理流程(琴鄒利昭 et al., 2008)

## 七、造紙工場的應用例

造紙工場的應用例廢水量1日10800m<sup>3</sup>(COD管理基準15mg/L)，造紙工場導入「Bio-Attack」輔助的白水處理系統，在「Bio-Attack」處理段就可達到溶解性COD去除率58%，溶解性BOD去除率76%之高去除效果，放流水即使未經活性炭吸着也可達成COD管理基準。下述介紹某製紙工場廢水處理設備，導入新設「Bio-attack」系統之案例。本設備在2006年開始運作，進行如圖4所示之廢水處理設備之處理流程下運轉(琴郿利昭 et al., 2008)。廢水處理工程的處理流程包括(1).前凝集沈澱處理，將原水中SS的大部分在前凝集沈澱處理段去除。(2).活性污泥(曝氣槽)處理，(3).後凝集沈澱處理，(4).過濾處理，(5).活性炭吸着處理。

表3中顯示原水水質的平均值，供給「Bio-attack」槽之前凝集沈澱處理水CODMn、BOD均在100 mg/L左右之低濃度廢水，水量為10800 m<sup>3</sup>/d。此外，放流在海域之故，放流基準COD Mn較一般規定值嚴格，為了因應嚴格的COD，設有砂過濾及活性炭吸着處理設備。

由於本「Bio-attack」設備的導入，當然對BOD的有機成分、生物難分解性COD均能有効的處理為目的，如前述，由於「Bio-attack」的組輔助，廢水中的BOD的污泥轉換率約可降低30%，因而，在曝氣槽中活性污泥的滯留時間(SRT)約必須延長30%。一般，為了分解難分解性COD，採用微生物的增殖速度較慢、在SRT較小的設備時排放(Washout)的活性污泥中無法生息。為了降低污泥發生量並在維持在長SRT的効果，與創造與保護分解菌的生息環境有相關的關係。



照片6 造紙工廠試驗舍「Bio-Attack」系統之廢水處理流程之應用力 (琴郿利昭 et al., 2008)

照片中顯示在「Bio-attack」槽，(左邊的水槽)及接受槽的槽外觀，以廢水量超過10000 m<sup>3</sup>/d的廢水處理設備來說，附屬設備很少，非常簡單，小型的設備，當啟動設備應用時，添加種菌(Seeding)用超高速增殖微生物的粉末製劑「Serve one:(サーブワン)」1000 mg/L添加後開始運轉，Serve one的添加僅在系統啟動時使用，其後均不需進行添加。表4中顯示 Bio-attack 處理後的處理水的水質。表5中為為生物處理水質。表6為過濾處理後的水質。原水濃度在工場正常依運轉時期有一些變動，Bio-attack處理水中COD Mn的去除率為58%、BOD去除率為76%。

表3 原水的水質(琴郿利昭 et al., 2008)

	SS mg/L	CODMn mg/L	BOD mg/L
原水	2700	320	460
前凝集處理水	27	136	100

表4 「Bio-Attack」槽處理後的水質(琴郿利昭 et al., 2008)

「Bio-Attack」處理水		去除率	
溶解性 CODMn mg/L	溶解性 BOD mg/L	溶解性 COD(%)	溶解性 BOD(%)
59	27	58	76

表5 微生物處理後的水質(琴郿利昭 et al., 2008)

微生物處理水		
SS mg/L	CODMn mg/L	BOD mg/L
7	17	1

表6 過濾處理後的水質(琴郿利昭 et al., 2008)

過濾處理水		
SS mg/L	CODMn mg/L	BOD mg/L
3	11	1

與試驗工廠(Pilot plant trail)的試驗結果相同，顯示高去除性能，在後段接受槽的生物處理水也可得良好的水質，觀察後凝沈+單過濾處理水質的結果，即使不經活性炭吸着處理，也能充分的達到成管理基準值COD Mn < 15

mg/L。以上 報告「Bio-attack」的應用經過，設備簡單堤基小，且污泥發生量約可降低 30%，也可達到有效的去除生物難分解性 COD，及安定的處理成績。

「Bio-attack」是一體積小具高處理能力的設備，急速的普及為新設的廢水處理設備，不挑處理水量/廢水濃度，適用於廣泛範圍的有機性廢水的處理設備。適用廢水的種類除了造紙工業以外，對食品加工、化學工業、製藥工業

等廣範圍的領域及業種均有應用之實績其應用例及可期待的效果歸納整理如表7。當然，經處理後可得到安定的處理水質、降低污泥發生量、提升難分解性COD的處理性、油脂分解處理，濃厚廢液的內部處理，抑制膨化的發生等，可以說是繁榮產業活動的有力的幕後支持者。

表 7 「Bio-Attack」輔助可解決課題類型與用途的概要 (琴廊利昭 et al., 2008)

應用例	可期待的效果	設備概要
廢水處理設施的能力增強	倍增活性污泥設施能力與降低排放污泥量，並同時實現低成本操作，提升既有設備的廢水處理機能，增強BOD處理能力2倍。	活性污泥曝氣槽的前段設置「Bio-Attack」槽利用高速增殖微生物群提升廢水中的BOD油分去除80%以上，廢水處理設備能力增強約2倍，並可得到安定的處理，降低排放污泥30~50%。
代替加壓浮除處理除去油分	消除浮渣的發生，零含油浮渣的產生達到省成本、省能耗的操作對降低臭氣發生作業環境的改善	利用高速增殖微生物群的高油脂成分的分解能力代替以往的加壓浮除設備，進行以生物性的油脂分解去除，消除浮渣的發生，可以達到清潔、安定、的廢水處理。
可處理濃厚廢液的處理	濃厚有機性廢液內部的處理 -有效利用既有的廢水處理設備 -液狀廢棄物處理 -降低廢棄物量 -省成本的操作	濃厚廢液以高速增殖微生物群在短時間處理，有效的利用既有的廢水處理設備，可以進行液狀廢棄物的內部處理廚餘等固形廢棄物將其破碎液狀化後可以用本本方式處理
凝集處理設備的機能增強	增強凝集處理能力與合理化- 降低凝集劑使用量 -降低污泥發生量 -處理水質的提升 -省成本的操作	將廢水中含有界面活性劑等凝集阻害物質進行生物分解以泡沫狀分離 -提升後段的凝集處理效率 -降低凝集劑使用量 -降低污泥量 -省省成本的操作

## 八、微生物活性劑 「COD cutter」(古庄健太， 2015)

活性污泥處理中若有發生下述的障礙時，系統中的複合微生物系統無法平衡，微生物無法維持安定的多樣性、或廢水基質中的有機物種類較單一(化學工場等為多)，微生物之必要的成分不足的情況下。導致處理水的COD無法下降、處理水殘留着色、處理水混濁、白濁、發泡、發生

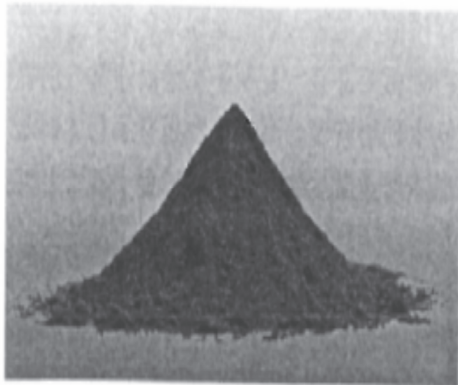
浮渣等處理不安定的現象發生時等處理水質等不佳的現象發生時，為了解決微生物的營養不足一般除了補充氮、或磷等營養源，幾乎不必補充以外的成分。「COD CUTTER」含有提高微生物活性的成分，少量的添加可達到安定的處理結果。

要達到有效的去除起因於COD的分解條件下難分解性的有機物，常採用活性碳吸着法、臭氧氧化法、芬頓氧化(Fenton oxidation)法等解決上述問題(山本一郎及細川孝



「Bio-attack」處理及 COD 處理劑「COD Cutter」

廣，2013)。但上述各法不是設備費就是處理成本過於膨大等，因而，到目前為止都不被認為是具有實用性的有效水處理技術。COD處理劑「COD cutter」是可改善曝氣槽內微生物群的平衡、整理複合微生物系統相互間的共生環境、以提升難分解性有機物的生物分解性的水處理藥劑。以往若流入水中含又有生物難分解性COD之故而無法有較的得到低COD處理水。由在曝氣槽中少量的連續式的投入COD處理劑「COD cutter」(如照片7)而改善複合微生物系統的相互共生環境，大幅度的提升活性污泥對COD分解去除機能，及分解處理能力。此外，難分解性有機物中常含有廢水的着色原因物質，藉由難分解性COD的分解去除廢水的色度性質因而也可改善。



照片 7 COD Cutter 的外觀

(一)、「COD cutter」的基本性質及應用性質

(1)「COD cutter」的基本物性如表 8 所示。

表 8 COD cutter 的物性(古庄健太，2015)

外觀：	暗灰色粉末(照片 3)
比重：	0.6
臭氣：	僅帶有特有的臭氣，引火点：無
安定性：	在一般處理條件下安定

(2)「COD cutter」使用方法

在曝氣槽連續的少量投入。詳細如下記所示。

A. 初期投入；

初次投入「COD cutter」時，為了早效果的發生，初期投入之投入量為 50~200 mg/L (對廢水量)

投入位置：以曝氣槽中直接投入粉末狀為原則，在廢水流入入口投入，也可在原木調整槽中投入。在活性污泥前段進行凝集沈澱時，可在凝集沈澱處理後投入。

B. 連續投入；

「COD cutter」以少量連續投入，可得維持安定COD的處理。

投入量：2~20 mg/L (對廢水量) 1 天投入 1 次，投入位置與初期投入時相同。

(3)「COD cutter」的使用效果試驗評估

製紙工場中的「COD cutter」添加效果如下記。所需試驗設備如表。

表 9 試驗所需設備(古庄健太，2015)

接觸氧化設備(圖 4 流程圖)
容量 1000 m <sup>3</sup> x 2 系列 = 2000 m <sup>3</sup>
廢水量 5600 m <sup>3</sup> /日 (1 系列 2800 m <sup>3</sup> /日)
廢水 COD 濃度 50~100 mg/L

(4). 試驗程序：

在 2 系列中的 1 系列を添加「COD cutter」與無添加進行比較。

「COD cutter」投入位置：如圖 4 所示。「COD cutter」添加量：1 天投入 1 次 15 kg (5.3 mg/L)分別測定二系列的 COD 的變化。

(5).「COD cutter」的使用試驗結果

在 11 月初「COD cutter」添加開始進行接觸氧化。圖 5 顯示「COD cutter」顯示投入效果。「COD cutter」投入組較無添加組的處理水 COD 低 3mg/L 左右。其後隨水溫的下降，無添加組的處理水 COD 有上昇的現象，「COD CUTTER」添加組則維持安定，其他領域工場的處理結果如表 10。

表 10 「COD cutter」の添加之實際應用領域及處理結果 (古庄健太, 2015)

製造業項目	處理水量 M <sup>3</sup> /日	添加量 mg/L	COD 處理效果比較		添加效果 發生日數	其他機能
			添加前 mg/L 日	添加後 mg/L		
製漿造紙	70000	2	250	150	5	脫色
廢紙再生	4000	5	70	40	3	脫色
紙板製造	20000	3	45	30	5	脫色
化學(樹脂製造)	2000	5	100	20	7	消除白濁
化學(乳液製造)	8000	2	120	70	7	消泡
化學纖維製造	1500	5	45	15	5	改善沉降性
染色精鍊	1000	5	80	40	7	脫色
飲料	2000	2	52	15	8	脫色

\*：活性污泥處理水的 COD 值

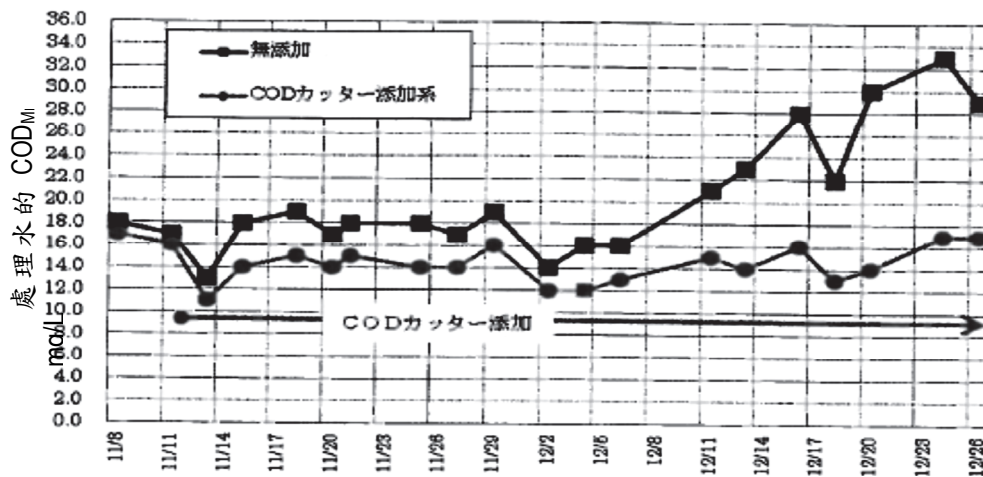


圖 5 「COD cutter」の添加試験對處理水中 COD 的影響(古庄健太, 2015)

## 八、結語

一般的製紙工場廢水設備在進行大水量、且高負荷的活性污泥處理操作時，若導入「Bio-Attack」系統是具有小型化設備、高處理能力可期待能維持安定的有機物處理的效果。此外，採用微生物活性劑「CODCUTTER」調整活性污泥的棲息環境，導引微生物活性的最大極限，可得有效安定處理及降低處理水的COD。

## 九、參考文獻

- 古庄健太 2015 製紙廢水 COD-BOD の低減システムおよび藥品-バイオアタックシステム COD カッターによる處理能力增強。紙パ技協誌 69(12)：1291-1296
- 三菱重工 2014“二相式活性污泥システム”排水處理能力 2 倍で、余剰污泥 8 割 削減。三菱重工技報 Vol.51 No.3 機械・設備システム特集 p14-17
- 日鉄住金環境株式会社 2014 高効率バイオリクター(バイオアタック)。http://www.eco-tech.nssmc.com/business/solution/process/attack.html

4. 日鉄住金環境株式会社 2014 . 難分解性CODを分解・除去するCOD処理剤「COD カッター」。<http://www.eco-tech.nssmc.com/business/solution/medicines/cod.html>
5. 山本 一郎、細川孝広 2013 バイオ活性物質”COD カッター”を用いた COD 分解・処理能力改善「紙パルプ技術タイムス」56 (1) : 47-50
6. 北川正美 2010 好氣性生物處理技術の特徴と發展の流れ。エハラ時報 No.228 (7) : 13-22
7. 琴郡利昭、岡本吉博、山三本一郎 2008 バイオアッタクによる製紙排水の効率 處理—省スペース汚泥削減と既存設備の能力増強。紙パルプ技術タイムス 51(11):33-38
8. 池本(山本) 良子 1992 糸状性細菌の増殖に起因する活性汚泥バルキングの基礎的研究。京都大学博士論文 Pp.1—30.<https://core.ac.uk/download/pdf/39295288.pdf>

---

\* 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