

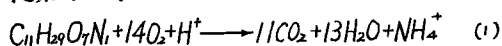
酸化池の設計に関する基礎的研究

京都大学工学部 正員 工博 合田 健
 山口大学工学部 正員 工博 中西 弘
 京都大学工学部 学生員 ○祖開 保

1. はじめに 酸化池による有機質汚水の処理方法は、施設が簡単なこと、維持管理に高度の技術を必要としないこと等から土地事情に余裕のある欧米地方の諸国に発達した方法であるが、用地事情の極度に窮迫しているわが国では二次処理法として積極的に採用される方法であるとは考え難い。しかしながら、近年その必要性が唱えられている第三次処理法として、すでに建設されているため池や養魚池、あるいは洪水調節用に設けられる貯水池に酸化池としての機能をもたすことは有益である。さらに、河川の生物学的な自浄作用の機構が酸化池のそれとよく似ているため、酸化池の機構を明らかにし、その浄化能力を定量的に評価することは河川水系の汚濁予測を行なう上でもきわめて重要である。そこで、研究の第一段階として、酸化池に関する多くの文献の収集とその要約・整理およびそこから引き出される問題点を指摘したい。

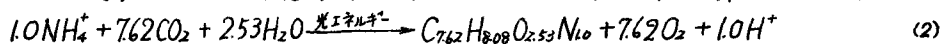
2. 好気性酸化および光合成 酸化池には有機物を嫌氣的に分解する嫌気性の池や、一部は好氣的に、一部は嫌氣的に分解される通性嫌気性の池、あるいは曝気によって酸素を池中に供給しようとする曝気式の酸化池もあるが、ここでは主として好気性バクテリアによる有機物分解を主とする好気性の池（いわゆる high rate pond）について述べる。

有機物が酸化池中で安定化される過程では二つの主要な微生物の集団—バクテリアと藻類—の間に共生的な関係が存在する。Oswald らは有機物分解の反応式として次式を提案した。



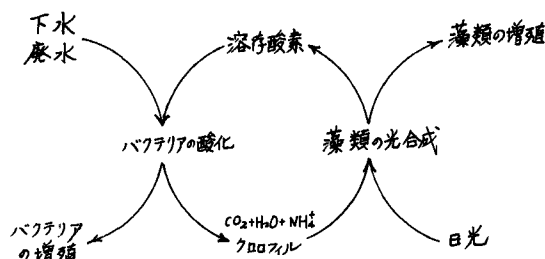
この際の酸素の供給源としては、大気からの再曝気と藻類の光合成による酸素発生との二つが考えられる。しかし、酸化池での酸素供給源としては藻類の光合成による酸素発生が著しく、大気からの再曝気はあまり期待

できないようである。酸化池中にあらわれる藻類の代表的なものとして *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Chlorella*, *Spirogyra*, *Euglena*, *Chlorogonium*, *Carteria*, *Nitzia* 等があるが、Gotaas らはその分析によつて藻類の代表的な組成を $C_{7.62}H_{8.08}O_{2.53}N_{1.0}$ とし、また窒素源としてアンモニアを炭素源として炭酸ガスを考えて光合成の反応式として次式を提案している。



すなわち、光合成による有機物の生成はエネルギーの吸収と同時に酸素の発生を伴う。こうしてバクテリアと藻類とは酸化池中で互いに共生的な関係にあることになる。上記の

図-1



関係を図示したものが(図-1)である。

以上の理論は基本的なものであり、この理論をそのまま酸化池にあてはめるとすれば藻類酸化池における汚水有機物(BOD物質)の除去に直接関与しないことになる。しかし藻類自体が直接糖類や有機酸を炭素源として同化できることがクロレラの例で知られており、さらに呼吸作用によっても有機物は消費されるので酸化池におけるBOD物質の除去には藻類も直接関与していることも考慮しておく必要がある。また、藻類とバクテリアとの共生関係についても必ずしも動的平衡が保たれているわけではない。これは二つの微生物が互いに干渉しあうことやpHの影響による。したがって自然条件や流入廃水の量・質が同一であってもBODの除去率は一定とはならず、一つの周期を描いて変化していると考えられる。

3. 酸化池の設計 従来、酸化池の設計公式として提案されている唯一のものはDonaldらの示した次式である。

$$D = h d L_t / S F \phi \quad (3), \quad A = h W_0 / S F \phi \quad (4)$$

ここに、 D : 滞留時間(日)、 h : 単位藻量に対する燃焼熱(cal/g)、 d : 池の水深(cm)、 L_t : 廃水のBOD(%)、 S : 光のエネルギー(cal/cm²/日)、 F : 光エネルギーの変換効率、 ϕ : 藻類の生産量に対して発生する酸素量の割合、 A : 酸化池表面積(cm²)、 W_0 : 単位時間あたりの酸素発生量(箱)。なお、滞留時間を求める方法としてL.G.Rickは次のような方法を提案している。彼は滞留時間を求めるにあたり、酸化池中で生ずる好気性分解を続けるために使われる酸素の消費速度は、酸素が標準BOD試験で消費される速度式と同じ形の速度式より概算しうるとして、 $y_0 = L(1 - 10^{-kd})$ (5)、ここで y_0 : D 日に消費される酸素要求量(ppm)、 L : 第一段階または最終酸素要求量(ppm)、 k : 反応速度係数(1/日)、 D : 滞留時間(日)。(5)式を変形して、 $D = -\frac{1}{k} \log(1 - \frac{y_0}{L})$ (6)、となる。

酸化池の水深についてはBeer-Lambertの法則があり、これによると次のような関係が成立する。すなわち、 $I_d = I_0 e^{-C \alpha d}$ (7)、ここで I_0 : 水面における光の強さ(ft-c)、 I_d : 水深 d における光の強さ(ft-c)、 C : 藻類濃度(ppm)、 α : 吸収係数、 d : 水深(cm)。(7)式において、 $I_d = 1$ とすると次式が得られる。 $d = \log I_0 / C \alpha$ (8)、藻類細胞とは別な濁りの存在を無視すれば(8)式は光が水中を透過しうる深さを与える。したがってこれは上下の混合のない場合の光合成作用が行われる限界の水深を表わす。(8)式における I_0 、 C 、 α の値はそれぞれ、 I_0 =数100~10,000 ft-c、 C =100~300 ppm、 α =(1~2) $\times 10^{-3}$ の範囲である。上記の諸式を用いて酸化池を設計しようとする場合、何度かくり返すような試算により解を求める。

4 問題点 以上簡単に酸化池の設計方法について述べてきたが、一見簡単にみえる酸化池も種々の複雑な要素がからみあっており、これらを真に理解することは容易でない。そこで最後に今後における問題点を指摘したい。1)共生関係については浄化機構の解明、2) F の値の検討、3)混合による水深への影響の定量的把握、4)雨天の際の酸化池の挙動、5)藻類の回収。ここで述べた諸点が解明されれば、場合によつては廃水処理の一つの方法を提供することになろう。さらにはじめにも述べたように貯水池や河川における問題の解明のなされることを期待したい。