

高濃度二酸化炭素溶解水を用いた 新規殺菌処理法の発展途上国への適用に関する研究

山口大学 ○廣瀬眞美、山口淳基、承雪航、今井剛、関根雅彦、樋口隆哉、山本浩一

1. 研究背景および目的

わが国の上水道における消毒は、水道法により塩素によるものと規定されている。しかし近年では、塩素消毒による塩素特有の臭気、トリハロメタン類の生成、残留塩素による生態系への悪影響、塩素耐性をもつ微生物の出現などが問題となっている。これらの問題は我が国のみならず、発展途上国ではさらに顕著であり、その解決が強く望まれている。このような背景から、代替塩素殺菌技術としてオゾンや紫外線、膜分離等を用いた技術開発がなされている。しかし、それらの装置の維持管理の困難さや導入によるコストの増大など課題を多く抱えているために汎用化には至っておらず、特に発展途上国にとってはコスト的な面からその適用が極めて困難である。我が国は、水と衛生分野において世界の中でも先進的な役割を果たしており、そのような立場から発展途上国に向けた、安全・安心・安価な技術の提供は非常に重要となる。

したがって、本研究では水質汚染が深刻な発展途上国への本法の適用性について把握することを目的として、タイにおける水質の異なる複数の環境水を用い、本法の殺菌効果について検討を行う。

2. 高濃度気体溶解水の生成原理と殺菌効果について

本研究で用いる高濃度気体溶解装置による気体溶解の原理を図1に示す。ポンプで処理対象水を吸引し、ノズルを通過後、装置内に設置してある容器へ衝突させて液膜を形成させる。液膜の内側は気体で満たされているため、液膜が多く形成されるほど気液接触面積が増加し気体溶解効率は上昇する。形成された液膜は装置底部にて再び液体となり装置外へ吐出され高濃度気体溶解水となる。

微生物の殺菌に至る過程を図2に示す。高濃度

気体溶解装置内で処理対象水中の微生物が加圧され、微生物中に溶解二酸化炭素が浸透する。その後、加圧された微生物が短時間で圧力が開放されると微生物内の溶存気体(二酸化炭素)がガスとして発生・膨張し、微生物を内側から破裂させ、殺菌される。

3. 実験手順

図3に実験装置の概略を示す。本実験では高濃度に溶解させる気体として二酸化炭素を用いた。実験条件を表1に示す。処理対象水を二酸化炭素で満たされた装置内とポンプとの間をある一定時間循環させることで二酸化炭素を十分に溶解させ、その後、定められたサンプリング時間に装置外へ吐出させ、サンプリングを行う。

得られたサンプルについて、下水試験方法に従い、デオキシコール酸塩培地を用いた重層培養法により44.5℃、18~20時間で培養し、糞便性大腸菌群数を測定する。その後、以下の式により殺菌率を算出する。

$$\text{殺菌率(\%)} = (\text{処理前糞便性大腸菌数} - \text{処理後糞便性大腸菌}) \div \text{処理前糞便性大腸菌数} \times 100$$

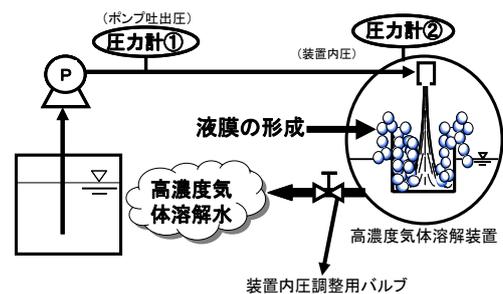


図1 高濃度気体溶解装置による
気体溶解水の生成

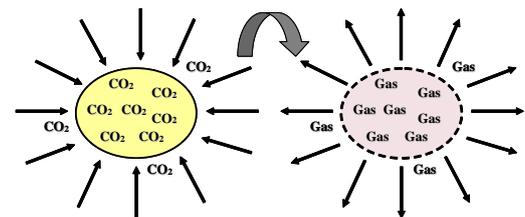


図2 微生物の膨張・破裂の概念図

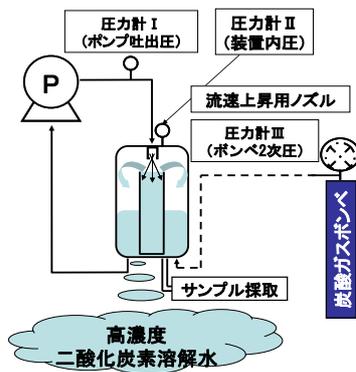


図3 実験装置概略図

表1 実験条件

装置内圧(MPa)	吐出圧(MPa)	ガス流入圧(MPa)
0.2	0.27	0.2

4. 実験結果および考察

タイでは、下水処理場からの消毒前処理水 4 サンプル、運河や河川などの環境水 4 サンプルを採取して実験を行った。処理対象水の一覧を表2に示す。タイにおける下水処理水を用いた実験結果を図4に、環境水を用いた実験結果を図5に示す。なお、ここでいう処理時間とは、処理対象水を二酸化炭素で充填させた高濃度気体溶解装置内とポンプ間とを循環させた時間とする。

下水処理水を用いた場合と環境水を用いた場合のどちらの結果でも、1分～10分の処理時間では殺菌率に多少のばらつきがあるものの、全てのサンプルについて、20分ではほぼ100%の殺菌結果を得ることができた。その中で、Chao Phraya Riverの結果が異形を示したが、その要因として、実験開始から1分間の内圧が低かったことが考えられる。実験に用いた8サンプルのうち3サンプル(Chao Phraya River, Nhong Kham Canal, Klong Song Hong)は、日程の都合上採水直後に実験できなかつたため、冷蔵庫で1日保存したものを実験に用いた。冷蔵することで対象水の水温が低下することが1分～10分の殺菌率に影響したと考えられる。また、それぞれの実験において内圧が多少異なつたことなども関係し、殺菌率に差が出たと考えられる。

昨年度のタイにおける同様の実験の結果を図6に示す。本年度と昨年度とを比較すると、1分

や3分の殺菌率に差はあるものの、どのサンプル水でも20分間循環後は、殺菌率がほぼ100%となつたことがわかる。1分や3分の差については、装置・ポンプの変更や内圧などの条件の違いが要因として挙げられる。

5. まとめ

どのような対象水を用いた場合でも溶解させる気体として二酸化炭素を用い、高濃度気体溶解装置を用いて20分間装置内を循環することで、糞便性大腸菌を殺菌できることが明らかとなつた。

表2 処理対象水一覧

No.	サンプル名	
1	Thung Khru WWTP	消毒前処理水
2	Chatuchak WWTP	消毒前処理水
3	Chao Phraya river	河川水
4	Nhong Kham WWTP	消毒前処理水
5	Nong Kham canal	運河水
6	Klong Song Hong	運河水
7	Saan Sab canal	運河水
8	On Nut WWTP	消毒前処理水

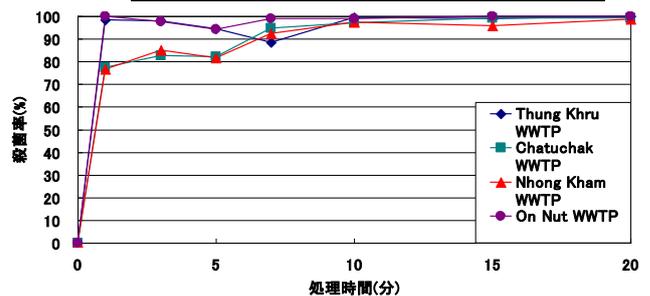


図4 タイにおける下水処理水の殺菌実験結果

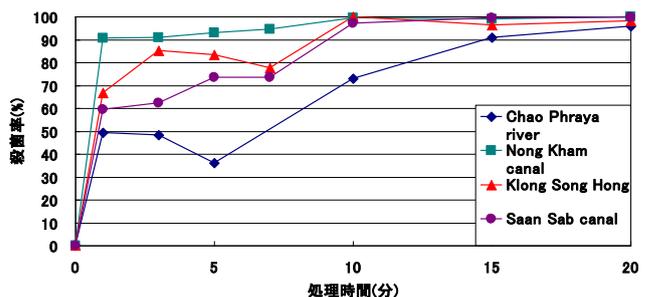


図5 タイにおける環境水の殺菌実験結果

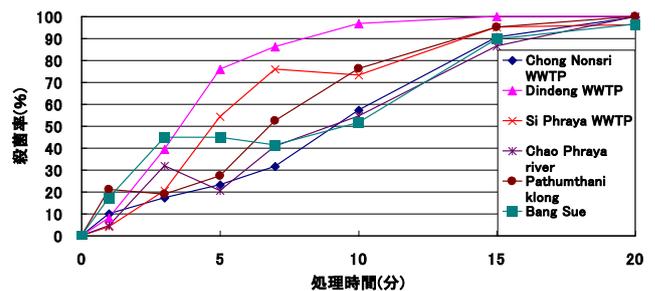


図6 昨年度の実験結果

