

藍藻類の圧力処理に対する圧力速度の効果について

日本大学大学院 生産工学研究科
日本大学 生産工学部
佐伯国総建設株式会社

正会員 ○濱田龍寿
フェロー会員 遠藤茂勝
小川 元

1. はじめに

近年環境汚染が問題とされるが、湖沼や河川の閉鎖性水域で藍藻類が大発生して水面が濃緑色となるアオコと呼ばれる現象が発生し、景観の阻害はもとより悪臭や水源池となっている場合には水道水のカビ臭など、我々の生活に影響をもたらしており根本的な対策が望まれている。アオコ被害の根本的な対策には水質改善が必要となり、長期的な計画が必要となる。また、対症的に、発生した藍藻類に物理的や化学的に処理する方法や、発生した藍藻類を現地から回収する方法などがあるが、どの方法も処理量、コスト、環境影響等の面で問題がある。このような現状から環境影響、処理能力、コスト面や処理対策の普及などの面を考慮し最もその効果が期待できる圧力処理について検討を行った。一般に液体中で圧力は均一に伝わる性質があり、水中に存在する藍藻類の確実な処理が期待できる。細菌細胞の圧力処理においては急激な圧力変化を作用させることが有効であり¹⁾、藍藻類も同様であると考え圧力変化の大きさが処理効果に及ぼす影響について、実験的に検討を行った。

2. 実験装置および方法

時間当たりの圧力速度が異なる条件で圧力を藍藻に作用させるため、比較的ゆるやかな圧力変化を作用させる静圧的な加圧方法と衝撃的な圧力変化を作用させる動圧的な加圧の2種類の圧力処理実験を行った。静圧処理実験では土質試験の三軸圧縮試験機を応用し、セル室内にビーカーに入れた藍藻類(500ml)を静置し圧縮機から圧縮空気を送込み圧力を作用させた。処理圧力値を 0.4MPa に設定した場合のセル室内の圧力経時変化を図-1に示す。加圧方法は処理圧力を設定しその圧力値まで加圧し減圧させるもので、処理圧力値までの到達時間、大気開放するまでの時間を調整し圧力速度を変化させた。同圧力値を作用させる場合、

TYPE-A, B, C の3種類圧力速度を変化させた。

動圧的な圧力を作用させる方法として、管路内で発生する水撃圧の利用を考え、水撃圧を得るための装置として水撃ポンプを利用した。供給タンクに配管を接続し下流側に水撃ポンプを設置した。本実験では水頭差 3.0m, 配管長 3.0m (塩ビφ50mm) とし、ポンプ内の弁を調整し発生する水撃圧の大きさを調整した。藍藻を供給タンクから流下させ、水撃ポンプ内を通過させ水撃圧を作用させた。水撃ポンプ内で発生した水撃圧の一例を示したものが図-2である。水撃ポンプ内では一定周期で連続的に水撃圧が発生し、その圧力が 3.0m 地点まで伝播している様子が確認できる。圧力が 0.4MPa まで加圧するのに 0.034 秒、0MPa まで

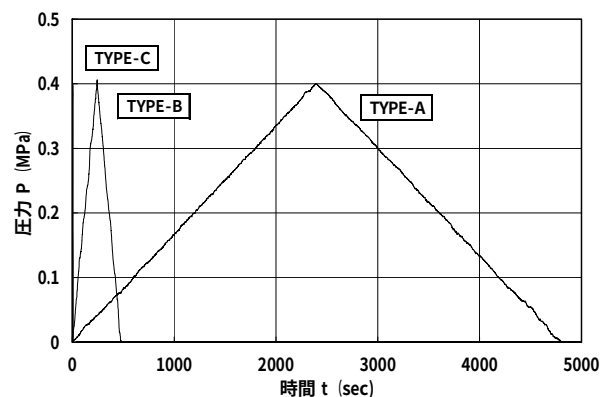


図-1 圧力波形 (加圧処理)

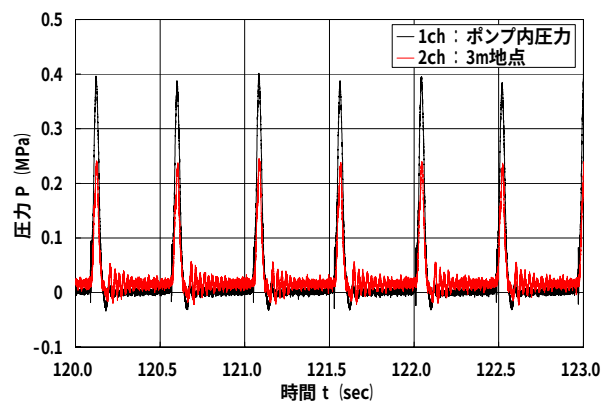


図-2 圧力波形 (水撃処理)

キーワード アオコ、圧力、水撃圧、水撃ポンプ

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL:047-474-2445

減圧するのに 0.059 秒の時間を要した。実験条件を表-1 に示す。処理圧力は藍藻が沈降するといわれる 0.4MPa 近傍とした。

表-1 実験条件

圧力変化速度 (MPa/sec)			処理圧力 (MPa)			
			0.38	0.40	0.42	0.44
加圧処理	A	加圧 $\times 10^{-4}$	1.67	1.67	1.67	1.67
		減圧 $\times 10^{-4}$	1.67	1.67	1.67	1.67
	B	加圧 $\times 10^{-3}$	1.69	1.67	1.70	1.67
		減圧 $\times 10^{-3}$	1.67	1.71	1.67	1.70
	C	加圧 $\times 10^{-2}$	8.26	8.29	7.65	7.94
		減圧 $\times 10^{-2}$	6.33	8.90	8.42	8.81
水撃処理	加圧	$\times 10^1$	1.80	1.15	2.93	2.23
	減圧	$\times 10^1$	1.15	0.73	1.16	1.33

本実験では、藍藻の圧力処理効果について浮遊容積比率を定義し評価を行った。藍藻の細胞またはガス胞が破壊されると藍藻は浮力を失い沈降するが、処理されなかった藍藻は沈降することなく水面付近に残存する。その沈降量および残存浮遊量はダメージの程度によって異なる。処理前の浮遊容積に対する処理後の残存する浮遊容積の比率を浮遊容積比率と定義した。この浮遊容積比率が 100% の場合は浮遊容積に変化がなく処理効果がなく、0% の場合は全ての藍藻が沈降し処理効果が高いことを表す。

3. 実験結果および考察

圧力速度に対して浮遊容積比率を示したものが図-3 である。図中の○印は圧力速度が最も小さい TYPE-A の波形の結果で処理圧力値は変化させるものの圧力速度は一定としたものである。以下同様に□印 TYPE-B、△印 TYPE-C と水撃圧の結果◇印をパラメータとして示したものである。この結果によれば、藍藻の圧力処理に関係するのは単に圧力の大きさだけでなく圧力速度が関係することがわかる。すなわち一般に藍藻の圧力処理に必要な限界圧力は最小値で 0.4MPa 程度といわれているが、図に示されるように、圧力値が 0.4MPa の場合、圧力速度が 1.0×10^{-3} MPa/sec では処理できないが、圧力速度を増大させると処理の割合を 50% 程度まで増加させる事ができることが示されている。このような傾向は、高い圧力でも同様な傾向を示し、藍藻類の圧力処理には圧力速度が重要であることが明らかとなった。

藍藻細胞の電子顕微鏡写真を図-4~6 に示す。未処理の細胞は球形で群体構造を形成しているが、圧力処

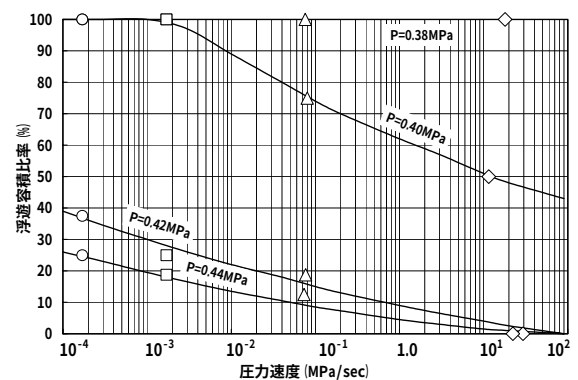


図-3 圧力速度による浮遊容積比率

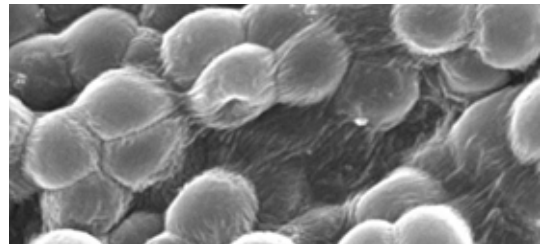
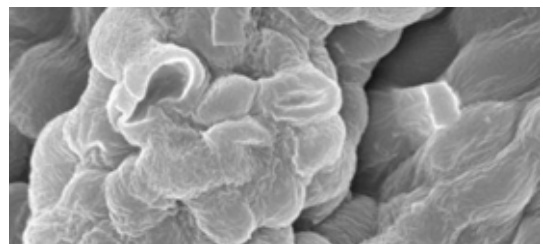
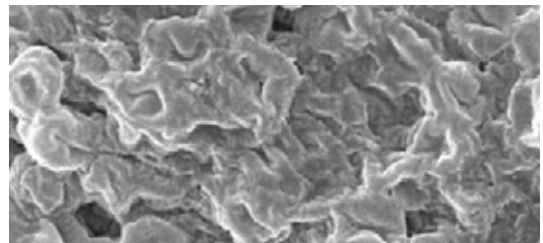


図-4 未処理の藍藻細胞

図-5 加圧処理後の藍藻細胞
(0.4MPa, TYPE-C)図-6 水撃処理後の藍藻細胞
(0.4MPa)

理後沈降した藍藻細胞は形状が変形し破壊している様子を確認することできる。同圧力値を作用させる場合でも水撃処理の場合が破壊の程度が大きいことが確認できる。このことから、水撃処理の処理効果が良いのは圧力速度が大きいため細胞に与える衝撃圧が大きいためと考えられる。

参考文献

- 1) 井倉則之, 下田満哉, 早川功, 高圧殺菌は静水圧から動圧への変換だ!, 食品工業, 2004 年 3 月号, pp61-69, 2004