

浅水湖沼における脱窒現象に関する基礎的研究

東北学院大学工学部

学生員 ○谷 志織

正員

長谷川 信夫

後藤 雅宏

森田 崇

三枝 昭彦

1. はじめに

伊豆沼・内沼（以下、伊豆沼と略す）は、宮城県北部に位置し東北最大の湖沼で、形状は北西から南東に長く周囲2.0km沼面積387ha、平均水深0.67mの浅水湖沼である。図-1に伊豆沼の概況を示す。伊豆沼には、様々な水生植物が生息しており、渡り鳥が多く飛来してくることなどから、ラムサール条約の指定湖沼となっている。

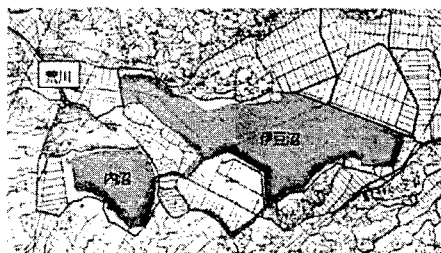


図-1 伊豆沼の概況

2. 目的

伊豆沼における窒素の挙動は、冬期に比べ夏期の方が少ないという傾向がみられる。このことは、冬期の強風による底泥の巻き上がりや、夏期の水生植物への吸着及び脱窒作用が影響していると考えられる。本研究では、一般に嫌氣的条件下で起こるといわれている脱窒反応が、実際の汚濁湖沼の底泥中に存在する微生物によって促進されているのかについて検討する。

3. 実験方法

脱窒菌数の測定方法は、計数法（MPN法）を用いる。MPN法とは、試料の希釈操作を行ったのち、各希釈段階ごとの5本の培地に脱窒菌が含まれる汚泥を接種し、培養後の色の変化・ガスの生成の有無により陽性管と陰性管を判定し、統計的に細菌数を求める方法である。

脱窒菌数の測定の試験方法を以下に示す。

- (1) 脱窒菌の含まれる汚泥（底泥）を超音波破碎器で処理し、細胞を分散させる。
- (2) これを10倍希釈法を用いて希釈し、各希釈段階の懸濁液1mlを脱窒菌用培地9mlを含んだ試験管（5本）に接種する。培地は、あらかじめ熱して酸素を除去しておき、ダーラム管を試験管に入れておく。
- (3) 30℃で培養を行い、ガスの発生とBTB濃青色（アルカリ性）を呈す試験管の数を確認し最確数を用いて脱窒菌の数を求める。

以上の試験操作で次の実験を行う。

実験1：完全嫌氣的状態における脱窒菌数の測定

実験2：伊豆沼の底泥中に含まれる脱窒菌数の測定

実験3：伊豆沼船着場における沼の水・浮遊ヘドロ・底泥に含まれる脱窒菌数の測定、および培養液中の窒素（硝酸性窒素・亜硝酸性窒素）の測定

4. 実験結果・考察

- (1) 実験1の結果を図-2に示す。完全嫌氣的状態での脱窒菌は、72時間にはほぼ増殖を終え、その後急激な増加はない。これは、完全嫌氣的状態ということより脱窒菌の硝酸呼吸（増殖）が活発に行われやすく、ある程度の脱窒反応が進むと培養液中の栄養分の減少とともに脱窒反応も遅くなるためであると思われる。

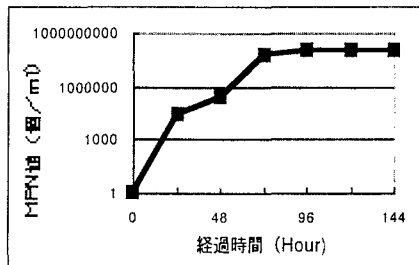


図-2 嫌氣的状態における脱窒菌数の変化

(2) 底泥20cmを5cmごとの層に分け層ごとの脱窒菌数を測定した結果、図-3より表層が最も脱窒菌が多く存在し、下層になればなるほど増殖速度はゆっくりであることがわかる。これは、図-4に示した底泥中の有機物含有率より、表層には有機物が多く、下層は表層に比べ少ないことに関係しているといえる。

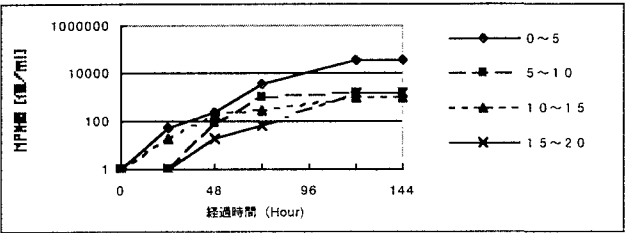


図-3 底泥中の脱窒菌数の変化

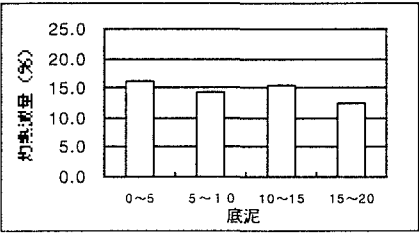


図-4 底泥中の有機物量の変化

(3) 実験3より、伊豆沼の調査地点の1つである船着場における沼の水・浮遊ヘドロ・底泥（0～5cm）に含まれる脱窒菌数の変化を図-5に示す。これより、底泥に含まれる脱窒菌数は最終的には最も多くなるが、早い段階で反応が見られるのは、浮遊ヘドロであった。沼の水においては、反応が見られるのは遅く、ほかの2つにくらべ、脱窒菌数も多く存在しないことがわかる。

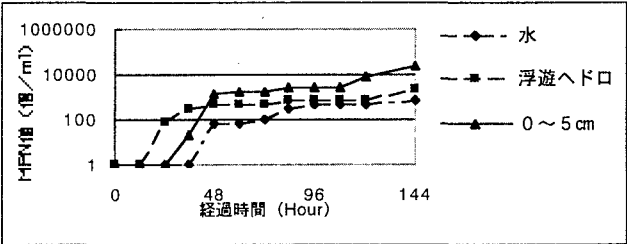


図-5 船着場における脱窒菌数の変化

(4) 培養液中の硝酸性窒素・亜硝酸性窒素の変化を表-1に示す。浮遊ヘドロおよび底泥中の硝酸性窒素は、培養して48時間後にはほとんど還元されており、沼の水においては、72時間後に硝酸性窒素は減少している。このことより、試験管内で脱窒作用が起きていることが確認できる。また、亜硝酸性窒素の生成がみられたことから、硝酸を亜硝酸性窒素に還元する細菌、および亜硝酸性窒素を還元する細菌も存在すると思われる。

	水		浮遊ヘドロ		底泥	
	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N	NO ₃ -N	NO ₂ -N
24時間後	105.6	0.0	82.1	15.4	77.8	15.4
48時間後	60.7	42.2	1.0	0.8	0.8	0.8
72時間後	0.0	0.3	0.2	1.1	0.3	1.2
96時間後	0.0	1.2	0.2	0.3	0.3	1.8
120時間後	0.0	1.5	0.0	1.7	0.0	1.5

表-1 培養液中の窒素の変化

5. 結論

伊豆沼の底泥中には、硝酸性窒素・亜硝酸性窒素を還元するはたらきをもつ脱窒菌が存在しており、この脱窒菌を含んだ底泥が強風によってまきあげられ沼の水中に脱窒菌が浮遊し、沼内においても脱窒作用が起これと予想される。脱窒作用は、嫌氣的条件下においては活発であることから、底泥中および沼底ではある程度の脱窒作用がみられるのではないかとはいえる。