

氏名	神門 利之		
学位の種類	博士 (理学)		
学位記番号	総博乙第 1 1 号		
学位授与年月日	平成 2 8 年 9 月 2 6 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項		
文部科学省報告番号	乙第 3 3 4 号		
学位論文題目	宍道湖におけるジェオスミンを産生する藍藻コエロスファエリウムに関する研究 (Study on geosmin producing species, Coelosphaerium (Cyanobacteria) in Lake Shinji, Japan)		
論文審査委員	主査	島根大学教授	清家 泰
		島根大学教授	半田 真
		島根大学教授	小俣 光司
		島根大学教授	田中 秀和
		島根大学教授	大谷 修司

論文内容の要旨

宍道湖・中海は斐伊川流域の下流部に位置し、また日本海にも近く水位差も少ないことから日本海からの海水の逆流の影響を受け、広大な汽水域を形成していることが特徴であるとともに、特に宍道湖は塩分の変動範囲が、湖内で生息する生物にとっては厳しい状況であり、生息する生物種は限定的なものとなっている。

湖沼水質保全特別措置法により指定湖沼となっている宍道湖・中海は、5期25年に渡る水質保全計画において様々な水質改善のための対策が行われ、現在6期目の計画が進行している。両湖の化学的な水質結果には改善の兆しは見られるものの、生物学的な指標であり、住民の目にも直接触れる、赤潮やアオコといったプランクトンの異常発生はこの間断続的に起こっている状態であり、特に2007年から2009年にかけてはかび臭が発生し、行政、研究者、住民ともその対応に苦慮したところであった。

特に、発生初期においては、かび臭の原因物質がジェオスミンであることは早期に判明したが、原因生物は特定できない状況であった。

本研究では、宍道湖のかび臭について2007年から2009年にかけて宍道湖で行ったかび臭産生生物の特定について以下の視点から述べる。

- ① 2008年のかび臭発生時の湖水を密度勾配液を用いて比重分離し、比重ごとにジェオスミン濃度の測定と構成する生物種の観察を行った。ジェオスミンの濃度と、シアノバクテリアであるコエロスファエリウム細胞数との間に密接な関係がみられた。また、その他ジェオスミンの濃度やプランクトンの観察結果の推移から総合的に判断して、宍道湖のかび臭であるジェオスミンの産生生物は藍藻コエロスファエリウムの可能性が高いことが判明した。
- ② 再度かび臭が発生し始めた、2009年10月の宍道湖湖心の表層水を用いて、コエロスファエリウムの純粋培養を試みた。純粋培養は成功し、この培養株からジェオスミンが産生することが分かった。このことから宍道湖産コエロスファエリウムがジェオス

ミンを産生することが明らかになった。また、コエロスファエリウムが属するシアノバクテリアのコエロスファエリウム科でかび臭を産生する種としては初めての発見である。

また、2007年から2009年までの宍道湖のかび臭の原因生物は本種と考えられた。

- ③ 環境水中のジェオスミンを三つの定量法により測定することにより、それぞれの測定法の特徴を明らかにしていくとともに、ジェオスミンの存在が細胞内か外かにより方法により測定結果が異なることが示された。SP-GC/MS法では細胞内に存在するジェオスミンは測定できないことが判明した。PT-GC/MS法では一定程度の細胞内のジェオスミンが測定できたが、全量は測定できなかった。HS-GC/MS法では、全量が測定できた。また、湖水のろ液の測定結果いずれの方法でもほぼ一致するとともに、SP-GC/MS法の通常の測定法と一致した。また更に、パネラーの臭気感知状況と、ろ過後の宍道湖水のジェオスミン濃度が関連した変動をしていた。

論文審査結果の要旨

宍道湖・中海は、化学的な水質指標でみるとやや改善の兆候がみられるものの、生物的な指標でみると赤潮やアオコといった植物プランクトンの異常発生などが今も断続的に起こっている状況にある。特に宍道湖では、2007年から2009年にかけてカビ臭が発生し住民に不快感を与えたことは記憶に新しい。カビ臭の発生初期に、その原因物質がジェオスミンであることは特定されたが、その産生生物については特定できないままであった。

そこで、神門氏は、2007年から2009年にかけて宍道湖で発生したカビ臭（ジェオスミン）の産生生物を特定すべく調査研究を遂行し、その研究成果を本学位論文にとりまとめた。以下にその内容の概要を示す。

1. 環境水に適用可能なジェオスミンの定量法

ジェオスミンを定量する公定法には、環境水を対象とするものではなく、水道水を対象とする方法（上水試験方法）しかなかった。その水道水対象の3つの方法には、①固相抽出法（SP-GC/MS法）はろ過試料水を使用、②ページ&トラップ法（PT-GC/MS法）は原水（未ろ過試料水）を使用し処理温度40℃、③ヘッドスペース法（HS-GC/MS法）は原水（未ろ過試料水）を使用するが処理温度80℃、のように前処理の過程に大きな相違があった。そこで、それら3つの方法を環境水に適用した場合、どのような違いが観られるかについて検討した。その結果、1)ろ過試料水を用いた場合には、3つの方法のいずれも同程度の測定値を与えるが、2)原水を用いた場合、②ページ&トラップ法（40℃）は、③ヘッドスペース法（80℃）に比べかなり低値を与えることを見出した。また、3)ヘッドスペース法の処理温度を20, 40, 60, 80℃に変え測定したところ、80, 60℃に比し40, 20℃では極端な低値を与えた。これらの結果は、ジェオスミンがその産生生物の細胞内に存在する場合、その定量値に処理温度が大きく影響することを意味し、宍道湖のような環境水を対象とする場合、定量法として③ヘッドスペース法（80℃）が最適であることを明らかにした。

本研究は、今後、湖沼におけるカビ臭の定量法として③ヘッドスペース法（80℃）の利用が可能であることを提唱したものであり、高く評価できる。

2. ジェオスミンの産生生物の特定

- 1) 2008 年のカビ臭発生時の湖水を密度勾配液を用いて比重分離し、比重ごとにジェオスミン濃度の測定と構成する生物種の観察を行った。ジェオスミンの濃度とコエロスファエリウム細胞数との間に密接な関係のあることを見出すとともに、ジェオスミン濃度とプランクトン種の推移から宍道湖のカビ臭ジェオスミンの産生生物は藍藻コエロスファエリウムであることを立証した。
- 2) 再度カビ臭が発生し始めた、2009 年 10 月の宍道湖湖心の表層水を用いて、コエロスファエリウムの純粋培養を試み、この培養株からジェオスミンが産生することを明らかにした。本研究成果、即ち宍道湖産 *Coelosphaerium* sp のカビ臭産生については、コエロスファエリウム科でカビ臭を産生する種の発見としては世界初であった。

以上の通り、本論文は、優れた研究成果に基づきまとめられたものであり、博士の学位に十分値する内容であると審査委員全員一致で判定した。