

諫早湾干潟域のアサリ養殖場における貧酸素化とその被害防止対策

長崎大学大学院生産科学研究科 平野慶二

東京湾や三河湾をはじめとするわが国の内湾では、夏季に底層水の貧酸素化が進行し、それが沿岸浅海部に進入・湧昇してアサリ等の水産有用二枚貝類を大量にへい死させることが大きな問題となっている。諫早湾北岸部の干潟域でも、養殖されているアサリが夏季に大量へい死する事例が数年に1度発生しており、深刻な漁業被害が生じた2004年8月の事例では、水温31°C以上の高水温と約14時間継続した貧酸素状態が複合的に作用したことがその原因と報告されている。しかしながら、干潟域でアサリの大量へい死を引き起こす底層水の貧酸素化の実態や発生機構は明らかにされていない。また、貧酸素化による有用二枚貝類のへい死を防止するための対策についても、諫早湾のアサリ養殖場のような干潟域における事例はこれまで全く報告されていない。

そこで本研究では、諫早湾の干潟域で養殖アサリの大量へい死を引き起こす底層水の貧酸素化の実態を明らかにし、その発生機構についてモデルによる解析を行うとともに、貧酸素化によるアサリの被害を防止する実用的な対策技術を開発しようとした。

諫早湾干潟域のアサリ養殖場における貧酸素化の実態と機構

諫早湾北岸部（長崎県諫早市小長井町釜地区）のアサリ養殖場において、2003～2009年の夏季に、水温、塩分、溶存酸素濃度（以下 DO）及び蛍光強度の連続測定を実施した結果、貧酸素化（DO0.5mg/L未満）が起こるのは、小潮期で風が弱いとき（日平均で風速5m/s未満）であり、その直前に赤潮が発生していたことが判明した。特に、シャットネラ赤潮が発生した場合は、貧酸素はさらに無酸素状態まで進行し、無酸素状態に曝された合計時間が比較的長かった2004年8月、2007年8月及び2008年8月には、アサリの大量へい死が引き起こされた。

アサリのへい死が起きた2004年8月とへい死が起きなかった2003年8月のDO変動要因について、数値モデルを用いた比較解析を行った結果、2004年は風が弱く残差流の流速が著しく小さかったために酸素供給速度が低下したことに加えて、高水温によりアサリと底泥の酸素消費速度が約20%増大したため、無酸素状態が継続したものと推定された。風速と残差流速は相互に関係し、また、残差流は海水交換を通じて水温を低下させる働きをしていることから、風の弱い時期に干潟域の高温化と残差流の低下が同時に起こるものと考えられる。

大村湾における貧酸素化・青潮の事例との比較

大村湾では、夏季に底層水の貧酸素化（あるいは無酸素化）が進行することが以前から報告されていたが、2007年9月16～20日には、湾奥部の津水湾の沿岸に無酸素水が進入・湧昇し青潮が発生した。そこで、これまでのフィールド調査データの検討とそれにもとづ

く数値モデル解析により、青潮の発生機構を明らかにするとともに、諫早湾の干潟域における貧酸素化の機構との違いについて考察を加えた。

大村湾における 2007 年の青潮は、風の弱い日が続いたために反時計回りの循環が発達する湾中央部で無酸素化が進行し、その無酸素水が 9 月 13 日～20 日の強い南東風の連吹により湾奥部の底層に流入することによって発生したものと推定された。また、大村湾底層の貧酸素水は、風の変動に対応して風上側に移動する傾向を示すことが明らかとなった。

大村湾では海水循環の影響を受けて湾中央部の底層冷水域で無酸素水が形成され、それが風的作用によって移動することによって沿岸浅海域の無酸素化を引き起こす。これに対して、諫早湾の干潟域は、水深が浅いため基礎生産が活発であると同時に有機物分解の主要な場である底泥の影響や、アサリ等の豊富なベントス類の酸素消費の影響を強く受け、DO はわずか 12 時間ほどの間に過飽和から無酸素まで大きく変動する。そのため高水温で風が弱く残差流が小さい状態が続くと、酸素消費に対して酸素供給の速度が著しく低下し無酸素化が急速に進行する。このように干潟域には内湾とは全く異なる貧酸素化のメカニズムが存在することが明らかとなった。

養殖アサリの大量へい死防止対策

釜地区干潟域の無酸素化が始まる時期に共通する特徴（シャトネラ赤潮の発生期間で、風が弱く、日間の潮差が極小）を明らかにした。この判定基準により無酸素化の発生が予測された 2008 年 8 月 11 日に、新たに考案したへい死防止対策の試験を実施した。すなわち、養殖場に試験区（20m×20m）を設け、2008 年 8 月 10 日～14 日に遮断膜で貧酸素水の進入を防止するとともに養殖場内を曝気して底層溶存酸素濃度を維持する試験を行い、対照区と比較することによってその効果を評価した。

その結果、夏季に数日間で大量へい死を起こす可能性がある溶存酸素濃度（0.5mg/L 以下）を基準にとれば、対照区でのべ 23 時間 50 分間、基準値以下の状態におかれたのに対して、試験区では 12 時間 40 分間であり大きな改善効果が認められた。そのためアサリの最終的な生残率は対照区 59%に対して試験区では 91%で、危険率 1%で有意差が認められた。また、底泥の酸揮発性硫化物（AVS-S）含有量についても、対照区 0.17mg/gDW に対して試験区の平均値は 0.09mg/gDW であり、両者には危険率 5%で有意差が認められた。このように本改善システムがアサリのへい死及び底質悪化の防止に効果的であることが確認された。

以上、本研究により、これまで不明の点が多かった干潟域のアサリ養殖場における貧酸素化の実態を現地調査によって明らかにするとともに、実測値を組み込んだ数値モデル解析により貧酸素化の機構について定量的に検討を加えた。その結果、これまでに幾つか報告されている内湾域の貧酸素化とは異なる干潟域に特徴的な DO の動態やその変動の仕組みが分かってきた。今後さらに干潟域における酸素供給を規定する風や流れと、酸素消費に大きな影響を及ぼす水温の相互関係の詳細について、調査・解析を進めることが必要である。一方、アサリの大量へい死対策試験の結果、本研究で導入した改善システムにより一定の効果が得られることが分かった。今後、実用化に向けて、遮断幕の展開方法や曝気装置の改良を含めた新たな手法の検討・開発が必要である。