

鳥取大学	学生会員	○村上	明
鳥取大学	正会員	増田	貴則
鳥取大学	正会員	高部	祐剛
鳥取大学	正会員	星川	淑子
鳥取大学	学生会員	河崎	大志

1. 序論

近年、海洋水産資源に限界が近づいており、世界中で養殖業に注目が集まっている。そうした中、日本は海面養殖という養殖業が主流である。しかし、海面養殖には、適地の減少により増設が難しいといった問題がある。海面養殖に代わる養殖方法が求められており、閉鎖循環式養殖システムに注目が集まっている。

閉鎖循環式養殖システムとは、今まで排水していた飼育水を、ろ過槽で、濁りの除去、アンモニアを硝化することで、再び飼育水として利用するシステムのことである。そのため、換水がほぼ必要ないため、陸地で養殖が可能となり、飼育環境を人工で管理するため、周辺環境の影響を受けないといった利点がある。しかし、短期間でも行える飼育環境評価手法、飼育水を循環し再利用しているため飼育水中に蓄積していく物質の影響の情報が必要となるが不足しているといった問題点もある。特に、短期間でも行える飼育環境評価手法、魚に対する硝酸の影響についての情報が必要とされている。

そこで本研究では、飼育水中の硝酸濃度を高くすることで、魚に負荷を与え、硝酸による対象魚の成長への影響を確認するとともに、負荷を与えることで分泌しウロコに蓄積していくと考えられているコルチゾルの測定を行った。高濃度の硝酸を用いて負荷を与えることで、養殖魚の成長と、ウロコ中のコルチゾル濃度の関係を見る。そして、ウロコ中のコルチゾル濃度が飼育環境評価の指標となるか検討することを目的とした。

2. 血中とウロコ中のコルチゾル

コルチゾルはストレスホルモンの1つとして知られている。コルチゾルは、日常的に分泌されているが、ストレスを受けた場合、ストレスに反応して分泌が促進され血中のコルチゾル濃度が上昇することが確認されている。魚類の血中コルチゾルについては多くの研究報告が有る。魚類の血中コルチゾルは個体間のばらつきが大きく、12～48時間後にピークとなり、48時間以降は減少に転じることが報告されている¹⁾。ま

た、慢性的に負荷を与えた実験においても、血中コルチゾル濃度に負荷による影響は見られなかったという報告もある²⁾。したがって、血中のコルチゾル濃度では慢性的なストレスを測ることはできないと考えられる。

他方、毛髪は体内のコルチゾル分泌の変遷を記録しているという報告がある³⁾。また、毛髪に蓄積されたコルチゾルは中期的な精神的ストレス、健康リスクの変遷を知るうえで有望であるという報告もある³⁾。魚類のウロコも、身体と合わせて成長するため、ウロコ中のコルチゾル濃度はコルチゾル分泌の変遷を記録している可能性がある。よって、ウロコ中のコルチゾル濃度を測定することで、飼育環境が適しているか判断できるのではないかと考えた。

3. 養殖魚の成長・飼育環境の評価方法

養殖業において、現在は養殖魚の成長や養殖魚にとって飼育環境が適しているかを判断する基準として飼料効率と増肉係数が一般的に用いられている。しかし、飼料効率と増肉係数を求めるには基本的に1ヶ月以上と長期間である場合が多い。そのため、短期間であっても行える飼育環境評価が必要とされている。

4. 研究方法

本研究では硝酸の影響とウロコ中のコルチゾル濃度の関係を確認するために、硝酸を添加していない水槽(対照区)と硝酸を添加した水槽(実験区)を用意した。対象魚としてニジマス(約15cm)を使用した。魚に対してストレスを与える水温、pH、DO、アンモニア、濁度を統一することで、硝酸のみの負荷の影響をみた。飼育期間は2週間とした。実験開始時と終了時に各水槽のニジマスの総重量を測定し、飼育期間中、摂餌の様子を目視で確認した。実験終了後、ニジマスからウロコを採取した。その後、ウロコ中のコルチゾル濃度の測定を行った。各水槽の摂餌の様子、ニジマスの総重量の増加量、ウロコ中のコルチゾル濃度を比較することで、高濃度の硝酸の影響を確認する

キーワード:コルチゾル, 閉鎖循環式養殖システム, 硝酸

連絡先:〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101番地

鳥取大学 持続性社会創生科学研究科 環境計画研究室

とともに、ウロコ中のコルチゾル濃度が短期間で行える飼育環境評価の指標となるかを検討した。

5. 結果

5.1 摂餌の様子と総重量の変化

実験開始から約7日目で、実験区に活動が鈍い個体が発生し、餌を食べない個体が発生した。したがって、ニジマスは硝酸の影響を受けていると考えた。また、この症状は曝露実験期間中、実験区のみを確認できた。

図1の総重量の増加量をみると、実験区の総重量の増加量は対照区の約半分となった。原因として、実験区では餌を食べなくなったニジマスが実験最終日付近で発生したため、増加量が対照区よりも減少したと考えられた。したがって、硝酸曝露実験から魚の摂餌と重量増加に対する負の影響が確認できた。本研究で用いた実験区と対照区のニジマスのFCR(増肉係数)を図2に示す。FCRについては、対照区は0.4625、実験区は1.0551になった。したがって、実験区のニジマスは対照区のニジマスと比較して成長の効率が悪いといえた。一般的にサケマス類のFCRは1.3程度といわれている。しかし、この値は成魚を対象としており、本研究で用いたニジマスは成魚ではなかったため、低い値が算出されたと考えた。

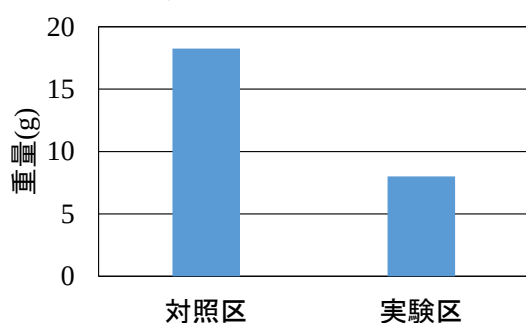


図1 総重量の増加量(ニジマス6匹)

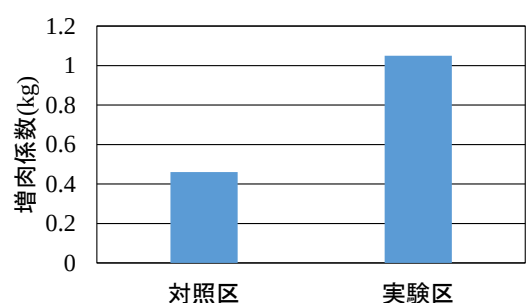


図2 増肉係数

5.2 コルチゾル濃度測定結果

対照区と実験区のニジマスのウロコ中のコルチゾル濃度を図3に示す。実験区のコルチゾル濃度の平均は対照区と比較して高くなった。n=6でWelchのt検定を行ったところ、対照区と実験区の間には強い有意差が確認できた。よって、ウロコ中のコルチゾル濃度を測定することで、飼育環境の評価を行うことができる可能性が示唆された。

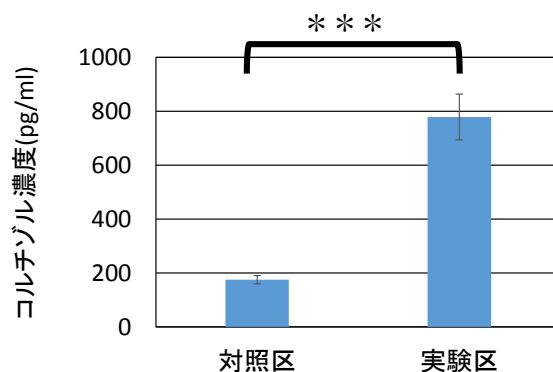


図3 コルチゾル濃度(n=6)(エラーバー:標準誤差)

***:0.1%水準で有意

6. 結論

本研究において、飼育水中の硝酸濃度が高濃度という条件下でニジマスの摂餌と成長への負の影響が確認できた。さらに、対照区と実験区のニジマスのウロコ中のコルチゾル濃度についてはWelchのt検定により強い有意差があることが確認された。よって、飼育環境評価を行う上でウロコ中のコルチゾルを測定することは有効である可能性が示唆された。また、短期間でコルチゾル濃度に強い有意差が確認されたため、ウロコ中のコルチゾル濃度を測定することは短期間でも行える飼育環境評価である可能性が示唆された。今後の課題として、群を対象とした飼育環境の評価を行うために、全体の何%の魚のウロコが必要となるかの検討が必要となる。また、飼育環境評価として用いるためには、より低い硝酸濃度で実験を行い、わずかな負荷であってもウロコ中のコルチゾル濃度に影響があるかを確認する必要がある。

7. 謝辞

本研究を実施するにあたり、多数の有益なご意見を賜った共和水産株式会社、弓ヶ浜水産株式会社の各位に、心より感謝いたします。

本研究の一部は鳥取県産学共同事業化プロジェクト支援事業により実施した。ここに記して感謝いたします。

8. 参考文献

- 1)角田篤弘, Ari Purbayanto, 秋山清二, 有元貴文 (1999): 漕ぎ刺網で漁獲されたシロギスの血中コルチゾール濃度を指標としたストレス測定, 日本水産学会誌, 65巻3号, pp.457-463
- 2)河崎大志(2017): ニジマスを対象とした、ウロコ中のストレスホルモン測定による飼育環境評価手法の検討, 鳥取大学工学部卒業論文, pp.1-28
- 3)大平雅子, 吉田怜楠, 山口歩, 井澤修平, 本多元, 野村収作(2017): 毛髪に含まれるストレスバイオマーカー抽出量に及ぼす抽出時間および粉碎手法の影響, 日本生理人類学会誌, Vol.22, No.3, pp.153-159