



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	噴火湾における底生魚類の生息環境に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	稲垣, 祐太
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(水産科学)
Dissertation Number	甲第11320号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55351
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Yuta_Inagaki_abstract.pdf, 論文内容の要旨



学位論文内容の要旨

博士の専攻分野名称：博士（水産科学）

氏名：稲垣 祐太

学位論文題目

噴火湾における底生魚類の生息環境に関する研究

【目的】

近年、富栄養化に伴う貧酸素水が世界中の沿岸域で広がっている。貧酸素水は底生魚類の生活史に影響を及ぼし、さらに餌となる底生無脊椎動物の個体群密度の減少を通じて、底生魚類の食性や成長、栄養状態にも影響を及ぼす。

北海道噴火湾では、1980年代には湾内泥質域にベントスが高密度に分布していた。しかし、1995年から1997年に津軽暖流水の流入の遅れと累積的な有機物の堆積により、海盆部の広い範囲で貧酸素水（2 ml/l 未満）が発生した。これに伴い、マクロベントスとそれを餌とするベントス食魚類の分布密度が低下した。また、2007年以降も2 ml/l前後の水塊が8～9月に発生しており、ベントスや底生魚類の豊度や群集構造に影響を及ぼしている可能性が高い。

そこで本研究は、噴火湾内での貧酸素水の発生がマクロベントスの分布密度に及ぼす影響、貧酸素水と異体類のヒレグロ *Glyptocephalus stelleri* およびアカガレイ *Hippoglossoides dubius* の摂餌強度・成長・栄養状態の関係、貧酸素水と底生魚類群集の密度・生物量の経年的な関係を明らかにした。さらに、現在の噴火湾底層の環境がこれらの底生魚類に及ぼす影響を考察し、富栄養化した環境下で底生魚類を持続的に利用する方法を検討した。

【材料と方法】

1. マクロベントス密度の経年変化

調査は2001～2010年に北海道大学水産学部附属練習船うしお丸を用いて行った。水温はCTDにより、溶存酸素濃度はWinkler法により測定し、強熱減量値は底泥の加熱前後の重量比として求めた。マクロベントスは、Smith-McIntyre型採泥器により採集した。マクロベントスは寿命が1年以上の長命種、寿命が1年未満の短命種、寿命が約1年で汚濁指標種であるシダレイトゴカイ *Notomastus latericeus* の3種類に区分して解析した。

2. ヒレグロの摂餌強度・栄養状態におよぼす環境要因の影響

マクロベントスを捕食するヒレグロとウナギガジ *Lumpenus sagitta* は、1989～2012 年にオッター・トロール網の着底曳きにより採集した。2007～2012 年の水温、溶存酸素濃度はそれぞれ CTD, Winkler 法で測定した。強熱減量値は底泥の加熱前後の重量比として求めた。採集したヒレグロの体長、内臓除去重量を測定し、胃内容物を解析（同定・計数・計測）した。

3. 貧酸素環境におけるアカガレイの成長・栄養状態の向上

アカガレイは、1991～2012 年にオッター・トロール網の着底曳きにより採集した。水温は 1989～2012 年の間に CTD で、溶存酸素濃度は 2002～2012 年の間に Winkler 法で測定した。メガロベントスは 2001～2011 年にソリネットにより採集した。採集されたアカガレイの全長、内臓除去重量を測定し、胃内容物の解析と有眼側の耳石を用いた年齢査定を行った。

4. 底生魚類群集の豊度と貧酸素水の関係

底生魚類は、1985～2013 年にオッター・トロール網の着底曳きにより採集した。水温は 1989～2013 年に CTD で、溶存酸素濃度は 2002～2013 年に Winkler 法で測定し、湾内に稀に出現する種や季節的に分布する種を除いた常住性魚種の全 27 種について解析を行った。

【結果】

1. マクロベントス密度の経年変化

2007～2010 年は、2002～2004 年よりも低い $< 2 \text{ ml/l}$ の貧酸素水塊が発生し、強熱減量値は 12%を超える高い値を記録した。2007, 2009 年の津軽暖流水の流入時期は、2002～2004 年よりも遅かった。2007～2010 年における長命種、シダレイトゴカイの密度は、2001～2004 年よりも低かった。しかし、短命種の密度は調査期間を通して低密度のまま推移した。

2. ヒレグロの摂餌強度・栄養状態におよぼす環境要因の影響

貧酸素化が顕著であった 2011 年と 2012 年 8 月のヒレグロの肥満度、肝臓重量指数は、2006～2008 年 8 月よりも高かった。2011, 2012 年 8 月にはヨコエビ亜目のクビナガスガメ *Ampelisca brevicornis* と *Melita* sp. の捕食割合が高く、これらの餌に対する摂餌強度は、2006～2008 年よりも高かった。しかし、2007～2012 年におけるクビナガスガメおよび *Melita* sp. の環境中の密度は低いままであった。

3. 貧酸素環境におけるアカガレイの成長・栄養状態の向上

1995～1997 年の貧酸素を経験した 1995 年級群は、2～4 歳時（およそ 200 mm 以下）に

小型、低成長率で、肥満度も低かった。一方、2003～2008 年級群は大型、高成長率で高い肥満度を示した。1995 年級群の全長 200 mm 以下のアカガレイはアミ目を主に摂餌したが、2003～2008 年級群は体盤径が 9 mm 未満の小型のクモヒトデ類 *Ophiura* spp. を主に摂餌した。環境中の小型 *Ophiura* spp. の密度は、2002、2003 年よりも 2007、2011 年に高かった。

4. 底生魚類群集の豊度と貧酸素水の関係

アカガレイを除く底生魚類の密度、生物量は、深刻な貧酸素水が発生した 1995 年には、その前年の 10%、8%まで低下した。また、貧酸素が発生した 2007～2013 年の底生魚類の密度、生物量は、2006 年の 29～66%、18～72%に低下した。一方、アカガレイの密度、生物量は、2006～2013 年に高い値を示した。

【考察】

2007～2010 年の噴火湾海盆部は、徐々に底質汚濁が進行し、「無生物域直前」の状態と判断された。これは、津軽暖流水の流入の遅れによる低溶存酸素の長期化、と有機物の堆積量の増加によるものと考えられた。それに伴い、マクロベントス密度は低下していた。また、マクロベントス密度の長期的な変動パターンは寿命の長短など、その種の生活史特性によって異なることが明らかとなった。

ヒレグロは、貧酸素環境でも比較的高い栄養状態を示した。また、溶存酸素濃度が 2.5 ml/l 未満の場合にヨコエビ亜目に対する摂餌強度が高かった。これらは貧酸素水によりヨコエビ亜目が堆積物中から海底表面に露出し、捕食されやすくなったことで、ヒレグロの餌利用度が向上したためと考えられた。しかし、近年のヒレグロの栄養状態は 1980 年代ほど良好ではなかった。近年溶存酸素濃度が低下していることから、湾内はヒレグロにとって不安定な生息環境であると考えられた。

2003～2008 年級群の若齢期におけるアカガレイの高成長、高栄養状態は、小型 *Ophiura* spp. が加入に成功して高密度化したことにより、この餌を捕食しやすくなったためと考えられた。*Ophiura* spp. の加入成功の原因は不明だが、*Ophiura* spp. は近年の貧酸素環境を耐えて生残したのと考えられた。

アカガレイを除く常住性の底生魚類の密度、生物量は、溶存酸素濃度が低いほど低下し、一旦貧酸素水が発生すると、これらの底生魚類の密度と生物量は数年間にわたって低いままであった。さらに、これらはアカガレイの密度が高いほど密度、生物量は低かったことから、アカガレイの豊度増加による抑制効果（密度効果）も働いていたと考えられた。アカガレイはタウエガジ科を捕食するため、アカガレイの豊度の増減は捕食を通じて、これ

らの種の豊度にも影響を及ぼす。さらに、餌をめぐる種間競争の激化も考えられた。近年の噴火湾は貧酸素水が発生し、アカガレイの豊度が高水準であるため、その他の底生魚類にとって密度、生物量を維持する上で十分な環境とはいえない。

現在の噴火湾は、アカガレイやヒレグロ以外の底生魚類にとって生息しづらい環境であると考えられた。さらに溶存酸素濃度が低下した場合、アカガレイやヒレグロも個体群を維持しにくくなる。噴火湾の魚類資源を持続的に利用していくためには、魚種による貧酸素水に対する耐性の相違を考慮した資源管理方策を検討する必要がある。漁業生産を高位に維持しつつ、貧酸素水が発生しにくい環境へ改善し、経済性に配慮した総合的な改善への指針および計画を早急に立案する必要がある。