

### (3) 会長賞受賞記念講演

#### ① 閉鎖性海域における冬季の中層貧酸素発生機構の解明

—二枚貝養殖の被害防止に向けて—

京都府農林水産技術センター 海洋センター 研究部

副主査 船越裕紀

#### 【背景と目的】

一般的に、貧酸素水塊は夏に底層で発達することが知られているが、二枚貝の垂下養殖が盛んな久美浜湾（汽水湖）では、“冬に中層で”貧酸素水塊による漁業被害がしばしば発生する。漁業被害の防止を目的として、冬季の中層貧酸素発生メカニズムの解明と、貧酸素水塊の発生・解消過程を明らかにした。

#### 【内容】

久美浜湾の縦断鉛直観測および養殖漁場での連続観測を実施し、水温、塩分、溶存酸素濃度の3次元的な分布から、中層貧酸素の発生メカニズムを明らかにした。さらに、空間分布の季節変動と気象データから、日本海側の気候的な特徴を踏まえて、貧酸素水塊の季節的な発生・解消機構について検討した。

#### 【成果と波及効果】

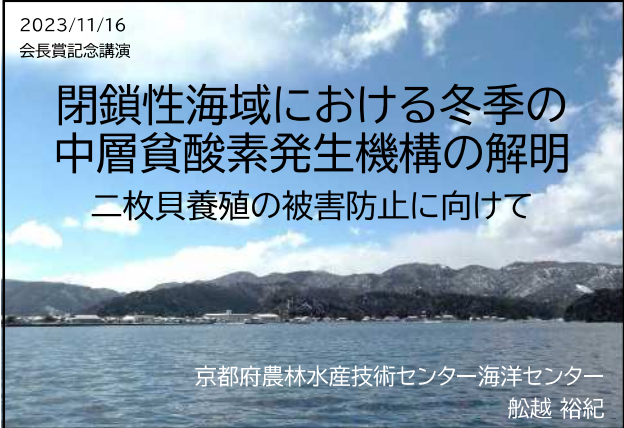
当湾の位置する中部日本海側では、冬季に、降水量が多く、降雨や数日で融ける降雪がただちに淡水として海域に流入するため、上層に強い密度成層が形成されていた。そのため、底層への重要な酸素供給機構である冬季の鉛直混合が阻害され、夏季に底層で発生した貧酸素水塊が冬季にまで残存した。さらに、冬季は湾外水の進入深度が1年で最も深くなるため、それまで底層にあった貧酸素水塊を流入した湾外水が持ち上げ、中層貧酸素水塊となり、養殖漁場へと到達することが明らかになった。貧酸素水塊の解消過程では、一般的な内湾や同地域の湖沼で見られるような冬季の鉛直混合はみられず、湾口部からの外海水の進入および河川水の連行によって貧酸素水塊が季節的に縮小していく様子が確認された。

本研究における知見は、汽水湖（閉鎖性内湾）で漁業を実施するにあたって、漁業被害防止や適地選定において、極めて重要であると考えられる。今後、湾外水の流入する詳細なタイミングを明らかにし、養殖水深への襲来を予測することで、対策（養殖水深変更）が可能となり、被害防止が期待できる。

2023/11/16  
会長賞記念講演

# 閉鎖性海域における冬季の中層貧酸素発生機構の解明

## 二枚貝養殖の被害防止に向けて

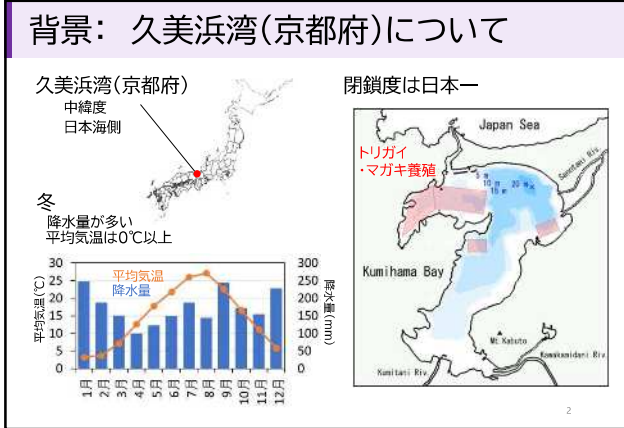


京都府農林水産技術センター海洋センター  
船越 裕紀

### 背景：久美浜湾(京都府)について

久美浜湾(京都府)  
中緯度  
日本海側

閉鎖度は日本一



冬  
降水量が多い  
平均気温は0℃以上

平均気温(℃) / 降水量(mm)

1月 2月 3月 4月 5月 6月 7月 8月 9月 10月 11月 12月

Japan Sea  
トリガイ・マガキ養殖  
Kumihama Bay  
W. Katsuno  
Kumitarai R. / Sawasawadani R.

### 背景：内湾の貧酸素

夏 ☀️ 河口  
高水温 = 軽い  
貧酸素水塊  
有機物

冬 ☁️ 河口  
低水温 = 重い = 沈む  
有機物の分解 = 小  
表層から酸素の供給あり

有機物の分解 = 大(酸素消費)  
成層により酸素の供給なし

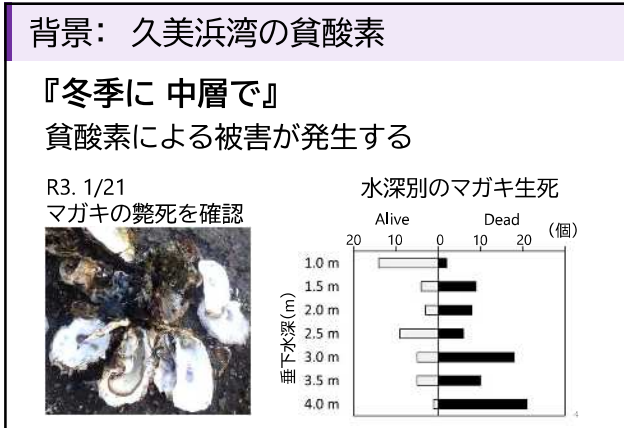
#### 『夏季に 底層で』

### 背景：久美浜湾の貧酸素

#### 『冬季に 中層で』 貧酸素による被害が発生する

R3. 1/21  
マガキの斃死を確認

水深別のマガキ生死



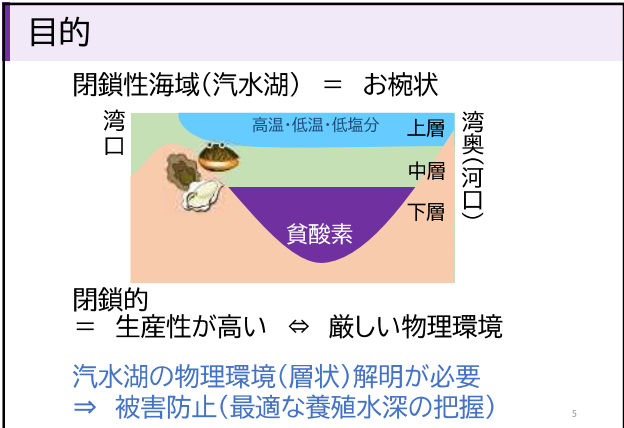
Alive / Dead (個)

垂下水深(m)

水深(m)	Alive (個)	Dead (個)
1.0	10	0
1.5	5	5
2.0	0	10
2.5	5	10
3.0	0	15
3.5	5	10
4.0	0	20

### 目的

閉鎖性海域(汽水湖) = お椀状

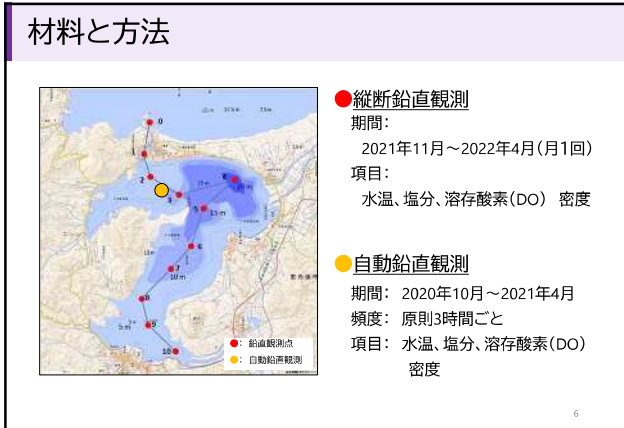


湾奥(河口)

閉鎖的  
= 生産性が高い ⇔ 厳しい物理環境

汽水湖の物理環境(層状)解明が必要  
⇒ 被害防止(最適な養殖水深の把握)

### 材料と方法



- 縦断鉛直観測  
期間：2021年11月～2022年4月(月1回)  
項目：水温、塩分、溶存酸素(DO) 密度
- 自動鉛直観測  
期間：2020年10月～2021年4月  
頻度：原則3時間ごと  
項目：水温、塩分、溶存酸素(DO) 密度

### 材料と方法

◎気象観測所  
 期間: 2021年11月~2022年4月(月1回)  
 豊岡: 降水、降雪、最深積雪  
 間人: 月最大風速

●公共用水域水質測定  
 期間: 2020年10月~2021年4月  
 頻度: 原則3時間ごと  
 項目: 河川流量、DO

### 冬まで貧酸素が残存する要因

水温(°C) 12~3月ごろまで表層2mは低温、低塩分、低密度

塩分 底層の密度は11月から徐々に増加3月に最大

密度(kg m<sup>-3</sup>) 冬季に鉛直混合が起きなかった

### 冬まで貧酸素が残存する要因

年平均  
 降水量  
 降雪量  
 冬の雪や雨が多い!

大雪が5回  
 日別降雪量

積雪増も5回  
 積雪深  
 流量  
 数日のうちに積雪深は0cmに1~3月に流量大

### 冬まで貧酸素が残存する要因

積雪深  
 流量  
 降水量  
 密度(kg/m<sup>3</sup>)

中部日本海側の気候  
 冬の降水量が多い  
 気温が高い(平均気温5°C)  
 流域に高い山が少ない  
 冬季に積雪や降水が多い  
 ⇒ 流量も増える

低温、低塩、低密度の水塊  
 これがフタになり、冬季に鉛直混合しない風でも混ざらない

### 中層貧酸素の発生機構 (縦断面)

水温 DO(溶存酸素濃度) 貧酸素水塊 (<3mgL<sup>-1</sup>)

11月 まだ下層

12月 一部が中層へ

1月 大部分が中層へ 高温の古い水

低温でDOが豊富な海水が進入

### 中層貧酸素の発生機構 (縦断面)

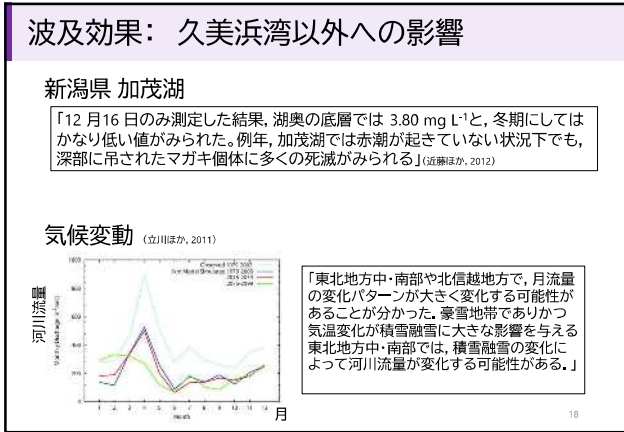
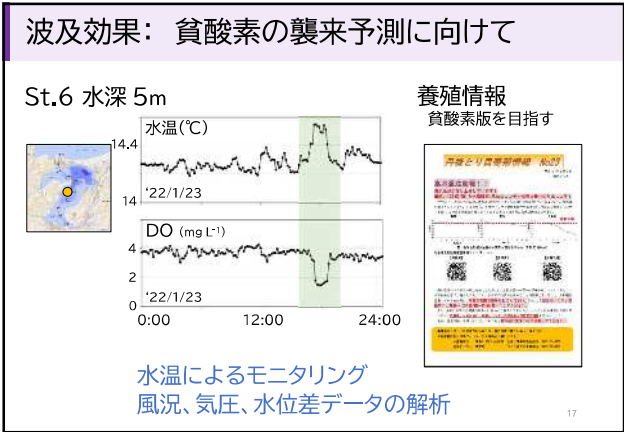
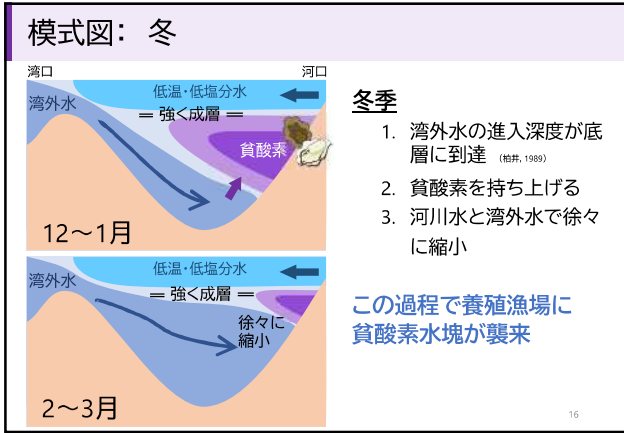
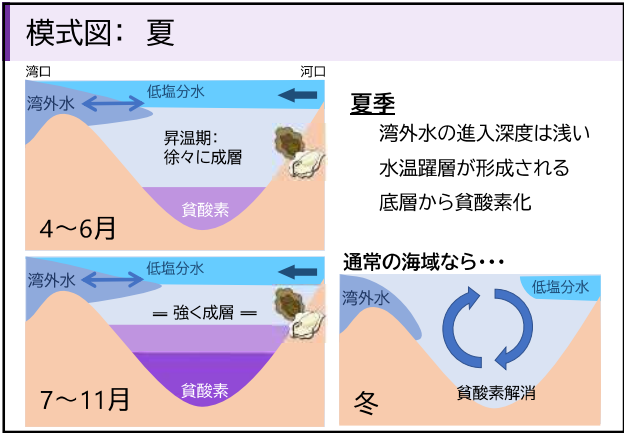
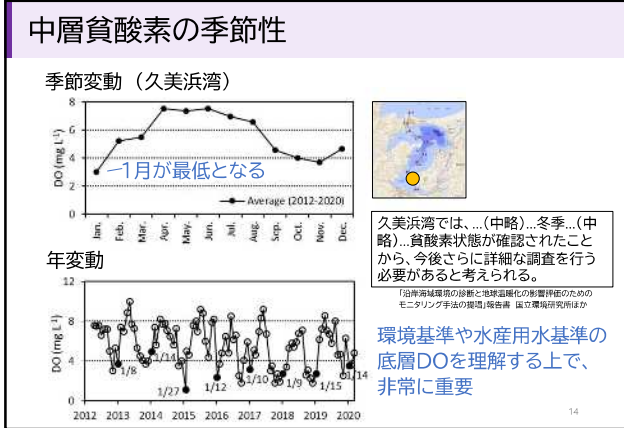
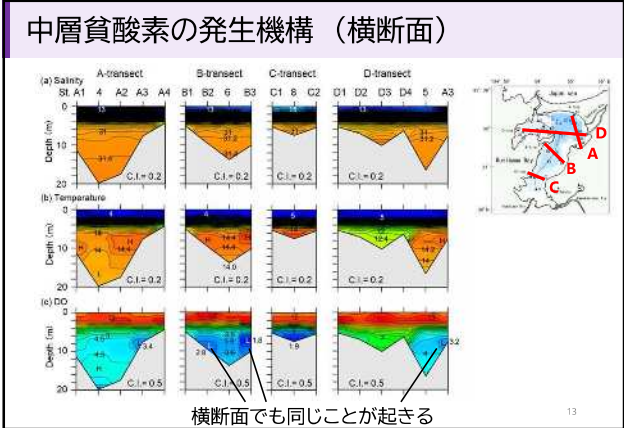
水温 DO(溶存酸素濃度)

2月 湾奥下層に残存

3月 湾奥下層に残存

4月 湾奥は解消

低温の新しい貧酸素水塊



## まとめ

### 成果

閉鎖性内湾(汽水湖)において

貧酸素水塊の季節的な分布と消長を解明

冬季に、養殖漁場に到達する中層貧酸素の発生機構を解明

この季節変動は気候的な特徴に起因することを解明

### 波及効果

閉鎖性内湾(汽水湖)において

貧酸素による養殖被害防止

気候変動により、他海域で同様の事例が発生する可能性を示唆

環境基準として底層DOを利用する上で重要な知見を提供

19