



大钦岛不同养殖年限深水网箱沉积物微生物群落结构分析

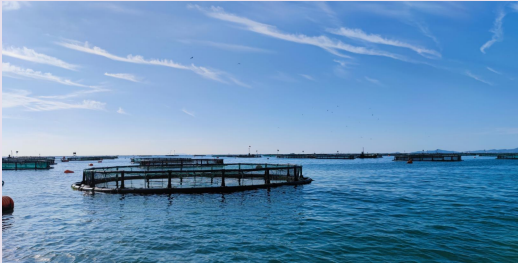
解维俊

上海海洋大学 山东省海洋资源与环境研究院



研究背景

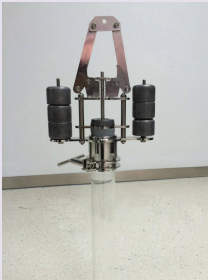
- 浅海网箱养殖是近海生态环境恶化的重要因素之一。
- 为了减轻网箱养殖带来的生态危害，中国近几年大力发展深水网箱养殖，但深水网箱是否有利于海洋生态环境的保护，仍缺乏系统研究。
- 探究大钦岛深水网箱沉积物微生物群落结构和和丰度随养殖年限的变化规律及其主要驱动环境因子，以期为深水网箱养殖区沉积物环境的长年演替和微生态调控提供理论支持，为中国北方网箱养殖产业的可持续发展提供了科学依据。



实验方法



取样现场



柱状采泥器

使用柱状采泥器采集样点表层沉积物(0-2cm)

样品放在无菌聚乙烯自封袋中，置于便携式冰箱带回实验室分析

存放在5 mL冻存管中置于-80℃冰箱用于微生物群落结构和多样性分析

自然风干后研磨存储于4℃冰箱中用于理化性质测定

实验结果

环境因子	区域划分				
	3.a	8.a	13.a	18.a	DZ
硫化物 (10^{-6})	43.6±8.9ab	43.2±2.8ab	30.5±0.6a	61.6±7.4b	31.2±1.7a
有机碳 (%)	0.313±0.054	0.317±0.013	0.339±0.001	0.311±0.057	0.282±0.026
Cu (10^{-6})	11.49±1.32	12.65±2.76	14.69±2.79	15.07±2.34	12.6±0.86
Zn (10^{-6})	41.1±3.5	46.9±4.7	52.6±10.5	57.2±3.2	45.6±2.7
Cr (10^{-6})	53.8±0.7	69.4±7.3	56.0±7.9	76.5±8.4	62.8±5.4
Hg (10^{-6})	0.0117±0.0007	0.0133±0.0001	0.0143±0.0003	0.0117±0.0008	0.0111±0.0003
Cd (10^{-6})	0.101±0.004	0.135±0.038	0.160±0.036	0.169±0.026	0.099±0.012
Pb (10^{-6})	16.7±2.0	18.2±2.8	22.6±4.1	22.5±3.5	19.0±3.1
As (10^{-6})	12.1±1.4	13.5±0.7	14.4±2.1	14.5±2.4	16.0±0.3
石油类 (10^{-6})	23.7±1.4	23.7±4.8	29.0±1.9	25.8±0.8	20.3±2.8

注：表中同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)

养殖网箱沉积物理化因子测定结果

区域划分	Chao1	物种丰富度	Shannon	Simpson	coverage
3 a	3622.99 ^b	2619.73	8.19 ^b	0.973209	0.9824
8 a	4122.69 ^b	3014.13	8.26 ^b	0.977457	0.9792
13 a	5381.66 ^a	4033.03	9.27 ^a	0.986549	0.9727
18 a	6284.32 ^a	4716.80	9.41 ^a	0.985322	0.9734
DZ	4290.68 ^b	3102.93	8.55 ^b	0.978264	0.9790

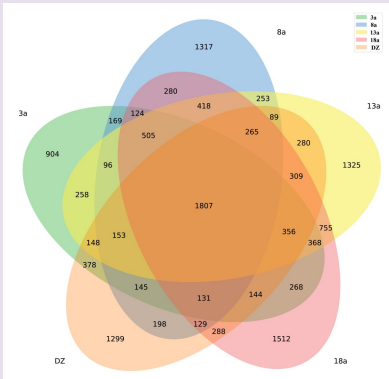
注：表中同列数据后不同小写字母表示处理间差异显著 ($P<0.05$)

各位点沉积物 α 多样性分析

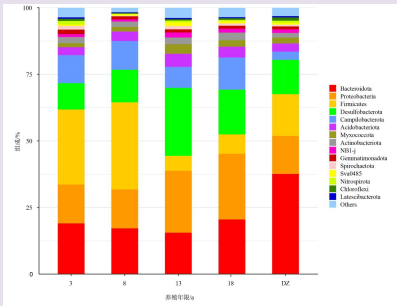
菌属	3 a	8 a	13 a	18 a	DZ
脱硫酸盐杆菌属 (<i>Desulfatigibbus</i>)	0.0448186	0.0154335	0.0240793	0.0341975	0.0370149
脱硫芭蕉菌属 (<i>Desulfuromusa</i>)	0.0006172	0.0065385	0.0122793	0.0097067	0.0025373
脱硫球茎菌属 (<i>Desulfobulbus</i>)	0.0052661	0.0166013	0.0047662	0.0020347	0.0058208
脱硫化胶囊菌属 (<i>Desulfocapsa</i>)	0.0004629	0.0056287	0.0035546	0.0050100	0.0047761
脱硫化凸菌属 (<i>Desulfococonvexus</i>)	0	0	0.0063566	0.0053887	0
脱硫化针菌属 (<i>Desulfotalea</i>)	0.0000971	0.0026736	0.0040117	0.0031575	0
脱硫化杆菌属 (<i>Desulfotomaculum</i>)	0.0000771	0.0014822	0.0033977	0.0032313	0
脱硫单胞菌属 (<i>Desulfuromonas</i>)	0	0.0017158	0.0030534	0.0016457	0
脱硫化柱菌属 (<i>Desulfopila</i>)	0.0004629	0.0016292	0.0023577	0.0016338	0
脱硫酸盐杆菌属 (<i>Desulfatirhabdium</i>)	0.0002314	0.0012254	0.0014107	0.0020541	0.0020895
总相对丰度	0.0520331	0.0529281	0.0652662	0.0680594	0.0522386

沉积物硫酸盐还原菌丰度

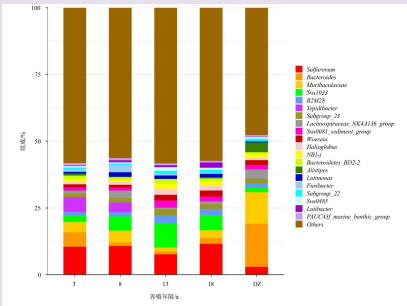
实验结果



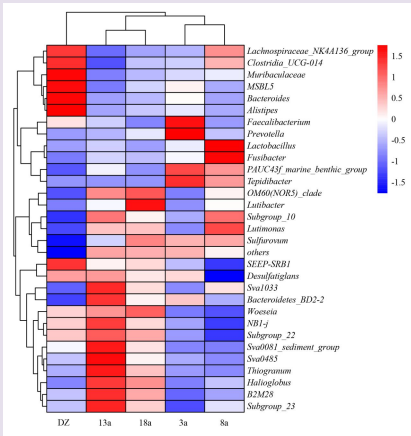
不同养殖年限网箱沉积物中的微生物群落Venn图



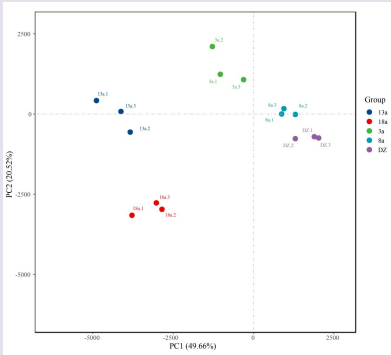
沉积物微生物群落组成（门水平）



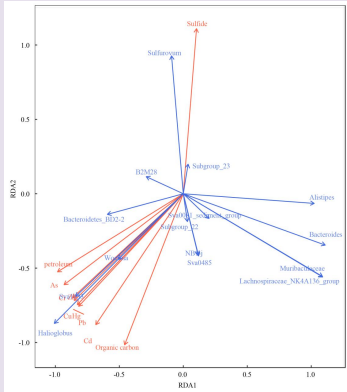
沉积物微生物群落组成（属水平）



沉积物微生物属水平热图



沉积物微生物PCA分析



沉积物微生物群落与环境因子的RDA分析（属水平）

结论

- 养殖18 a区域硫化物含量最高，且显著高于对照区域 ($P<0.05$)，含量增长了97.44%，表明长年养殖促进了硫化物的积累。
- 长年网箱养殖（13、18 a）区域沉积物菌群的丰富度和多样性均显著高于短期网箱养殖（3、8 a）区域 ($P<0.05$)。
- 随着养殖年限的增加，网箱沉积物优势菌门变化显著 ($P<0.05$)，短期网箱养殖（3、8 a）和非养殖区（DZ）沉积物主要优势菌门为拟杆菌门（Bacteroidota），变形菌门（Proteobacteria）、厚壁菌门（Firmicutes），长年网箱养殖（13、18 a）沉积物主要优势菌门为拟杆菌门，变形菌门、脱硫菌门（Desulfobacterota）。
- 影响网箱养殖沉积物菌群结构的主导环境因子为Hg、Cd、有机碳以及石油类。
- 冰鲜野杂鱼的投喂可能是大钦岛长年网箱养殖区环境恶化的重要因素之一，应推广绿色环保型配合饲料的使用，并采用微生物（以厌氧不产氧光合细菌为主的微生态制剂）、大型生物（刺参及大型藻类）相结合的协同治理手段进行污染沉积物修复，推进深水网箱的健康养殖和可持续发展。