海洋酸化与生态系统的联系和启示

姓名：史君宝 学号：2152118 专业：理科实验班 同和六班

【摘要】：工业革命以来，人类排放的二氧化碳日益增多，由此导致了一系列环境问题的产生。海洋酸化的概念的提出虽然并不久远，但是其与海洋生态系统的密切关系引起了科学家的广泛关注。在本文中作者先从海洋酸化的具体成因出发，再通过海洋科学方面的文献数据的变化讲述海洋酸化方面的热点问题，最后细致分析海洋酸化与生态系统的密切联系，并阐述自己的见解。

【关键字】：海洋酸化；大气二氧化碳变化；文献热点关注；生态系统

【正文】

海洋在碳循环系统中也发挥着巨大作用。近年来，化石燃料大量使用，原本储存在地底下的碳以氧化物的形式释放到大气中，由此引发了大量的生态问题，今天我们着重谈谈海洋酸化。

1.海洋酸化原因探究

人类活动的加剧导致大气二氧化碳含量急剧上升，海洋中溶解大量的二氧化碳发生酸化，这已经得到大多数科学家的认可。海洋吸收二氧化碳大部分靠物理溶解，其次是化学反应，即二氧化碳与水和矿物质生成碳酸盐【1】。人们近几十年的研究指出，大气中激增的二氧化碳有30%-50%会被海洋所吸收，改变了海洋原有的二氧化碳-碳酸盐体系，导致了海洋的酸化【2】。根据全球现有冰川冰芯开采结果的统一分析，在过去的42万年里，大气CO2浓度（体积比）在180ppm-280ppm，以约10万年为周期呈波动变化。受人类活动的影响，目前大气CO2浓度已经从工业化前的280ppm上升至现在的00ppm，远远超出过去六十五万年的浓度变化【3】。当前海洋平均pH已经下降了0.1，如果不经干预，科学家预测，本世纪末将降至7.7-7.8。

尽管近年来，科学界有些学者对不同地区近海岸处的pH剧烈波动远胜于远海来提出自己的见解，认为这种pH的剧烈变化其实是源自于近岸复杂的物理化学和生物过程。但不可否认的是海洋酸化问题与工业革命的关系密不可分，工业革命以来的大气二氧化碳浓度的剧烈攀升已经是一个既定的事实，同时全球若干地区的大气二氧化碳浓度的波动与海洋pH变化的波动几乎完全一样，有力地佐证了该观点。

2.海洋酸化研究热点变化

为了便于大家了解海洋酸化研究方面相关热点问题变化的具体详情，有学者对文献进行大数据分析，以求读者能够把握研究历程的变化。2003年，海洋酸化的问题首次提出，成为科学家关注的热点。在2003年相关研究文献仅有6篇，之后每年新发表的文献便开始指数式增长，到目前为止，虽然增长速度变缓，但年均发表量仍有800篇以上，展现了相关领域科学家的巨大热情。对于近二十年的文献研究的关键词进行大数据分析发现，海洋酸化问题的研究可以划分为三个阶段，研究不同阶段热点关键词的变化有助于我们迅速了解海洋酸化领域的研究前沿。

这种研究采用文献计量分析的方法，以海洋酸化概念提出后的数据库中涉及到海洋酸化研究的所有文献为样本，对文献的增长趋势及期刊分布进行统计，并基于关键词的知识图谱及突变分析的方法探究不同时期研究海洋酸化的热点关注方向，能够客观地揭示海洋酸化的研究态势，为学者整体把握其研究现状提供依据【4】。

在此我具体阐述一下研究结果，研究可分为前中后三个阶段，每个阶段的内容大致相似。首先，研究的内容具体集中于以下两个问题：一是海洋酸化对海洋生物及其生态系统的影响，二是对海洋酸化现象及其具体成因的更深刻的认识【5】。虽然每个阶段关注点的大致方向是相同的，但是研究内容和研究对象的细化下来却是不同的。比如对第一个问题，研究前期主要集中于研究珊瑚礁的钙化现象，而中期又集中于浮游生物特别是浮游植物的光合作用上，后期研究的重点又转变为对于鱼类生活的研究。综上来看，人们的研究越来越深入，对于海洋生态系统中的各类物种所受影响有了较为深刻的认识。那么我们一起对海洋酸化对于生物及生态系统进行剖析。

3.海洋酸化与生物及生态系统

海洋酸化对于生物的影响总的来说，集中于两个方面：一是海洋酸化对于钙化海洋生物的矿化作用有影响，二是对海洋生物的生理行为例如生长发育、繁殖、生理代谢和捕食行为等都具有很大的影响。

我们先从海洋生物的钙化作用谈起，贝类生物外壳、珊瑚礁以及鱼类的鱼骨发育和耳石的形成都与钙化作用密切相关。软体生物的贝壳具有重要的保护作用，随着海洋pH的降低，海洋中的碳酸根离子浓度降低，严重影响石灰化进程，威胁贝类生物的生命。在海洋酸化的大背景下，南方海洋中许多软体生物的贝壳已经开始被腐蚀，它们很难形成正常的贝壳，甚至已经形成的贝壳也开始了溶解，失去贝壳的保护作用将导致贝类生物生长率、繁殖力和存活率的整体降低【6】。同时，海洋近岸处的珊瑚礁以及分布于大陆架边缘和海底山附近的冷水珊瑚群落是海洋中重要的生物群落，对于生物多样性的维持具有重要的作用。然而，pH值的降低会导致珊瑚的生长率、钙化速率和生产力降低，使珊瑚白化和坏死加剧，并可能改变珊瑚礁生态系统的群落结构【7】。近几年的新闻可知，澳大利亚海岸附近的大堡礁作为世界上最重要的珊瑚群落，已经完全进入封闭养护的阶段了，可见珊瑚群落的破坏十分严重。海洋中的鱼类虽然不是主要的钙化者，但是其耳石中碳酸钙含量占99%以上，极易受到海洋酸化的影响。耳石的主要作用是探测、维持平衡和听声音等，在研究上还是鉴定鱼类年龄、生活史、种属和生长的重要依据【8】。海洋酸化会影响幼鱼的耳石生长发育，经过科学家观测，耳石的大小出现异常，上升了10%左右，鱼类的感官和运动机能也因此受到了损害，部分鱼类甚至丧失了摄食和躲避敌害的能力。

对于生物生理行为的影响，我们以熟悉的鱼类来举例分析。首先我们根据高中生物知识知道多细胞生物内环境需要保持稳态，经过千万年进化的鱼类已经十分适应当前的海洋环境，由于人类活动导致的海洋pH的剧变，生物还未及进化出相应的应对措施，将直接承受内环境的酸碱平衡调节压力。短期内相关系统的超负荷运载不仅可能导致器官的衰竭，同时还意味着鱼类需要将更多的能量用于酸碱平衡的调节上，并直接影响其他生理机能的正常运转。同时，鱼类的繁衍也会受到影响，研究表明除了温度等因素，pH值也能够影响到鱼类的性别分化和性别决定过程。低pH值和高pH值分别产生偏向于雄性比例高和雌性比例高的后代【9】。如果pH与其他的附加因素一同作用，即使很微小的性别比例的失衡也会很大影响鱼类的繁衍，甚至造成原本就对海洋酸化问题比较敏感的鱼类的直接灭绝。同时，对于早期幼鱼的生长发育来说，其自身的器官还不够成熟，调节pH值和承压的能力也较差，难以在海洋中生存下去，更难以正常发育。鱼类生活的其他行为也会受到海洋酸化的影响，当前研究结果显示，海洋酸化不仅会显著干扰包括嗅觉、听觉、视觉在内的海洋感官功能，还将对神经生理功能和细胞信息传导等过程产生不利影响，继而改变海洋鱼类的捕食、逃避捕食、行为侧向化、栖息地识别与选择等行为【10】。我们知道捕食行为是指为了获得猎食食物而采用的包括发现、追逐、捕捉和进食的过程。根据上文的内容可知，首先耳石的钙化率降低会严重影响捕食者对于潜在食物的感知能力，被捕食者对于潜在危险的感知能力也会受到严重影响，进而不能快速有效地发现并采取行动以躲避捕食。在此，我想提出根据高中的生物知识可知对于精明的捕食者来说，其会优先选择易于捕食的猎物，类似于动物界中捕食老弱病残的猎物。如果不同猎物的受到海洋酸化问题影响程度不同，将会直接导致捕食者整个进食过程的食物营养结构发生根本性的变化，影响导致生物个体的生理机能（不能获得所需要的生物的营养或营养含量减小），严重的将会导致生态系统捕食结构的变化。

从整个海洋生态系统来看，海洋酸化问题将大幅度的打击海洋生物的各个主要类群，危及了自然法则中的食物网动态调节机制以及整个海洋的根基（影响浮游植物的光合作用），即影响了生态系统的两个重要的组成部分——消费者和生产者。由此导致许多的现实性问题，比如，珊瑚礁的大量减少，导致生物多样性缩减，食物网链条的破坏导致整个捕食系统日益脆弱，难以应对进一步的冲击。根据上文对于生物的介绍我们也能够深刻地认识到海洋酸化问题对于生物及整个生态系统的巨大的影响。

【总结及感想】

海洋酸化的问题提出的时间并不久，但是它给我留下了很深刻的印象。它不同于温室效应所导致的两极冰川融化和海平面上升这种热点问题，但它从全球尺度上去看人类活动与整个海洋内部生态系统的密切联系，揭示了海洋生态问题的严峻形势。海洋酸化问题关联着所有人共同的命运，缓解日益增长的大气二氧化碳浓度，中国及世界都在贡献着自己的努力。这不只只是海洋平均pH值0.1的变化，更是其背后众多海洋生物的死亡与灭绝，以及繁荣了千万年的海底生态系统的崩溃。我比较喜欢丁仲礼教授在接受采访时说的一句话：这不是人类拯救地球的问题，是人类拯救自己的问题，地球不需要拯救。在海洋气候变化上，海洋酸化问题的提出也意味着人类不再像过去对于温室效应引发的海平面上、升气候恶劣、沿海地区被淹没等这些事关人类自身核心利益的问题上，人们开始以全球的视角关注其他生物的生态环境状况。对于这个全新热点的提出，持续跟进研究成果、加大资金投入研究、重视人与自然的和谐关系就是在拯救人类自己。这就是我关于海洋酸化问题的全部感想，谢谢。

【参考文献】

【1】【2】《海洋酸化研究进展》 胡炜 肖瑜 彭雪妍 张敏 章波 李中秋

《水科学与工程技术》 2011年第1期

【3】《南大洋表层海水酸化研究进展》 肖钲霖 高众勇 孙恒

《极地研究》 2016年9月 第28卷第3期

【4】【5】《基于文献计量的全球海洋酸化研究状况分析》

陈梵 陈新军 陈长胜 胡飞飞 《生态学报》

2018年5月 第38卷第10期

【6】《海洋酸化和全球变暖对贝类生理生态的影响研究进展》

王有基 李丽莎 李琼珍 吕为群 《生态学报》

2014年7月 第34卷第13期

【7】《海洋酸化生态学研究进展》 汪思茹 殷克东 蔡卫君 王东晓

《生态学报》 2012年9月 第32卷第18期

【8】《海洋酸化对水生生物骨骼和耳石钙化、生长发育的影响机制与机理》

许友卿 王宏雷 刘永强 丁兆坤 《水产科学》 2016年11月35卷第6期

【9】《海洋酸化效应对海水鱼类的综合影响评述》

刘洪军 张振东 官曙光 于道德 郑永允

《生态学报》 2012年5月 第32卷第10期

【10】《海洋酸化对海洋鱼类行为的影响及机制研究进展》

赵信国 刘广绪 陈碧鹃 曲克明 夏斌 单秀娟

《生态学报》 2019年8月 第39卷第15期