



中国科学院海洋研究所

INSTITUTE OF OCEANOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

第十一届全国生物多样性科学与保护研讨会

黄海软体动物近50年多样性变化比较

报告人：张均龙

中国科学院海洋研究所

分类与系统演化实验室

Email: zhangjl@qdio.ac.cn



汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

3 多样性比较

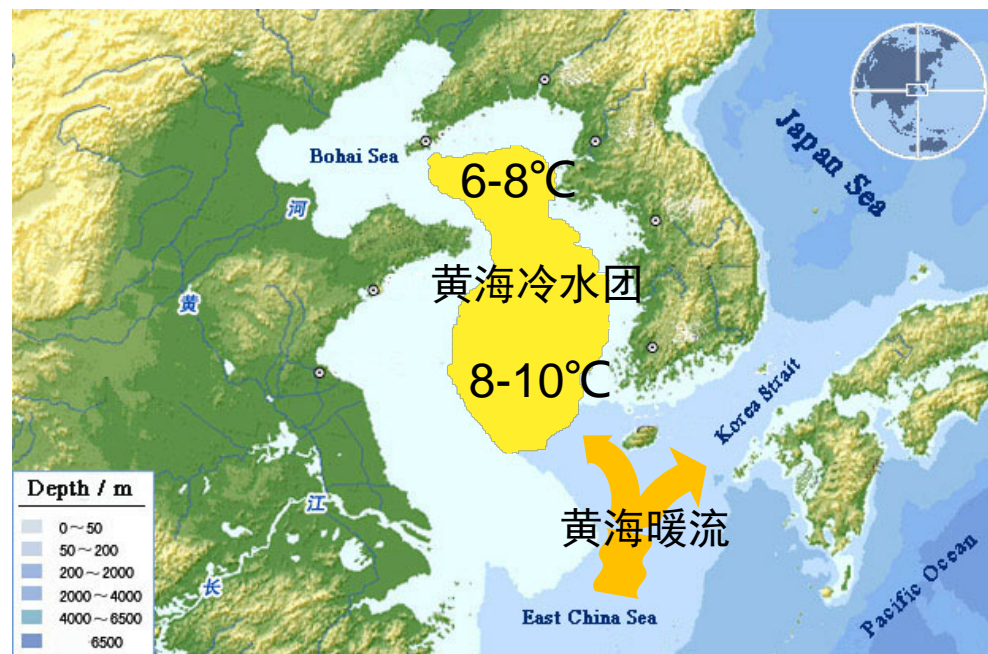
4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

黄海水文特点

- 近岸浅水以及潮间带：受大陆性气候、近岸流、人类活动等的影响
- 黄海冷水团：冷水环境
- 黄海暖流：黑潮分支
- 长江口：冲淡水、陆源物质



黄海的面积虽然不大，但影响底栖动物分布的环境却是复杂的，导致了底栖动物区系组成的多样性很高，特别在双壳类软体动物的区系组成充分得到了体现。

黄海软体动物区系成分

- 黄海软体动物根据它们区系性质可分为暖水性种和冷水性种。
- 暖水性种：分布在黄海40m以内的沿岸浅水区、潮间带以及黄海暖流区，大都是印度-西太平洋水域广温、低盐种。
- 冷水性种：主要生活在水温较低的环境中，主要栖息在黄海中部的冷水区，可分布至日本北部、俄罗斯远东海及其以北太平洋、北大西洋，甚至北极海域等冷水海域。
- 黄海为北太平洋暖温带区系的一个省级单元。

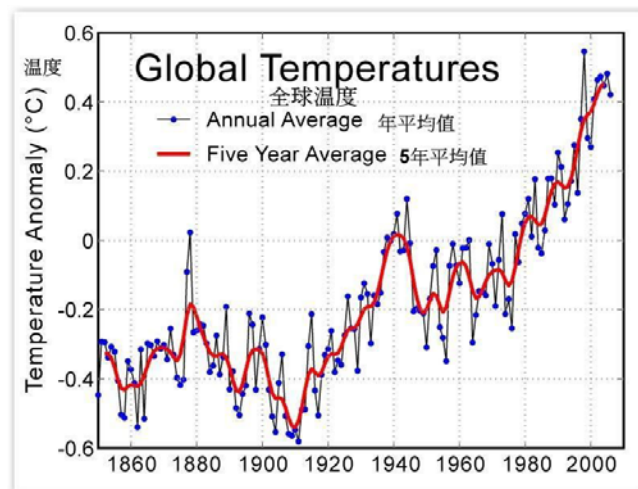
研究背景



过度捕捞

水产养殖

近岸污染



近50年来，由于人类活动和全球变化等影响，黄海海洋生物资源及其生态环境遭到破坏，生物多样性受到严重威胁。

底栖软体动物，由于生活史较长、对环境变化敏感、活动能差等原因，一直被用作环境变化的指示生物。

汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

3 多样性比较

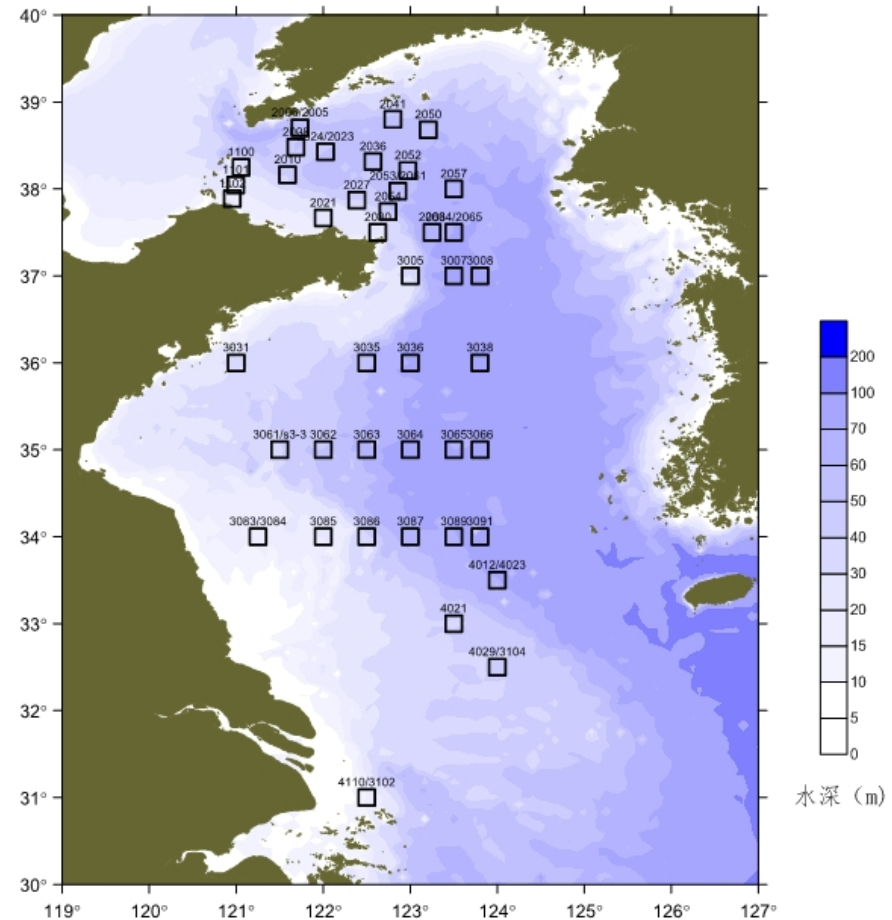
4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

研究海域

- 选取1959年7月“全国海洋普查”和2007年6月航次中，对黄海进行大型底栖动物定量调查研究的相对应的42个站位。
- 2007年6月调查的42个站位中，仅有34站取得了完整的环境数据。



数据处理

- 软体动物数据：0.1 m²采泥器取样两次，或用0.25 m²的采泥器取样一次，泥样用1.0 mm网目的套筛冲洗，获得样品用75%酒精固定，随后将样品带回实验室进行种类鉴定、个体计数、称重，数据并转化成每平方米进行分析。
- 环境数据：对沉积物中的叶绿素a（Chla）、脱镁叶绿素a（Pha）、有机质（TOM）及粒度进行分析；温度、盐度、深度等其它环境资料来自随船温盐深测定仪（CTD）现场测定。

数据分析

- 单变量的生物多样性的测度方法有物种数(S)、Margalef多样性指数(d)、以2为底的Shannon-Wiener指数(H')和物种均匀度指数(J');
- 软体动物群落划分采用聚类分析(CLUSTER);
- 应用密度生物量比较曲线法(ABC)对黄海软体动物群落结构稳定性进行分析;
- 生物与环境间关系的分析可以由生物与环境相关分析程序(BIOENV)进行,生物矩阵和各环境变量子集之间相关的显著程度由相关检验程序(RELATE)进行检验;
- 典范对应分析(CCA)对样方、物种和环境变量进行排序。

汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

3 多样性比较

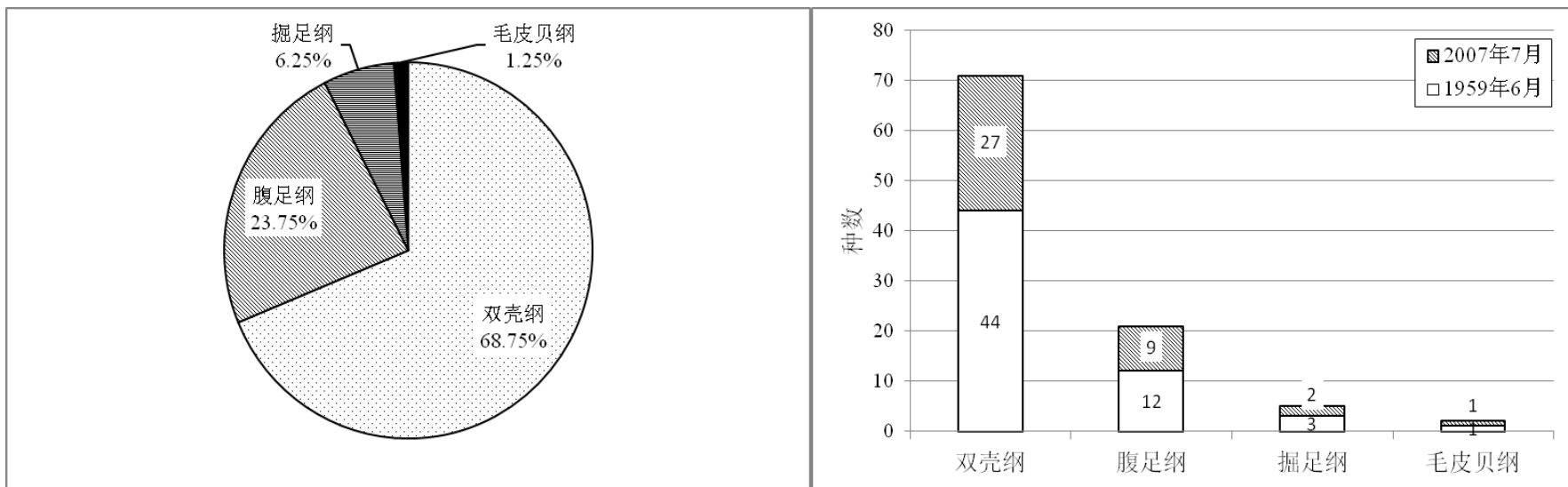
4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

种类组成

- 两航次在该海域共采到软体动物80种，其中，双壳纲55种，腹足纲19种，掘足纲5种，毛皮贝纲1种。
- 1959年7月采到软体动物60种，双壳纲44种，腹足纲12种，掘足纲3种，毛皮贝纲1种；2007年6月采到软体动物39种，双壳纲27种，腹足纲9种，掘足纲2种，毛皮贝纲1种。
- 两航次仅采到共有种19种。



多样性分析

- 1959年7月黄海软体动物的平均密度为45.10 ind/m²，生物量为4.88 g/m²；2007年6月黄海软体动物的平均密度为81.79 ind/m²，生物量为4.92 g/m²。
- 两航次间Margalef多样性指数和Shannon-Wiener指数存在极显著差异 ($p < 0.01$)，物种数和密度存在显著差异 ($p < 0.05$)，而生物量不存在显著差异 ($p = 0.981$)
- 2007年除密度高于1959年外，物种数、Margalef多样性指数和Shannon-Wiener指数均显著低于1959年。

Year	S	Ab	Bio	<i>d</i>	<i>J'</i>	<i>H'</i>	<i>n</i>
1959	4.14	45.10	4.88	0.81	0.89	1.60	42
2007	3.33	81.79	4.92	0.57	0.82	1.16	42

- 值得注意的是，黄海的薄壳索足蛤平均密度由1959年的8.928 ind/m²上升到2007年的43.690 ind/m²，尤其是在2025站密度达到615 ind/m²，2065站为250 ind/m²，2036站和2041站同为205 ind/m²。出现率也由原来的18站增加到25站。
- 索足蛤科的物种由于鳃内共生有硫化细菌，通常出现在富集有机质、硫化物含量较高的沉积物中 (Dando *et al*, 1986; Dando *et al*, 2004)。它们能有效地降低沉积物中硫化物的含量，而当硫化物耗尽后索足蛤内硫磺细菌就会难以生存，而索足蛤也就会消失，因此，索足蛤可被作为环境的指示生物 (Keuning *et al*, 2011)。
- 这可能说明黄海环境发生了改变，沉积物中的硫化物含量较50年前升高了。



小结

- 黄海软体动物2007年较1959年，密度变高了，但生物量基本保持不变，物种数和多样性都降低了，这说明，黄海软体动物在近50年中在向小型化和种数减少趋势发展。
- 这可能是由于人类活动和气候变化使得，软体动物的生存环境发生改变，而使得多年生、个体较大的软体动物难以生存，数量变少，取而代之的是生长周期短、个体小、数量多的物种。
- 黄海软体动物可能由“K-选择”生长策略物种占优势转向“r-选择”生长策略的物种占优势。

汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

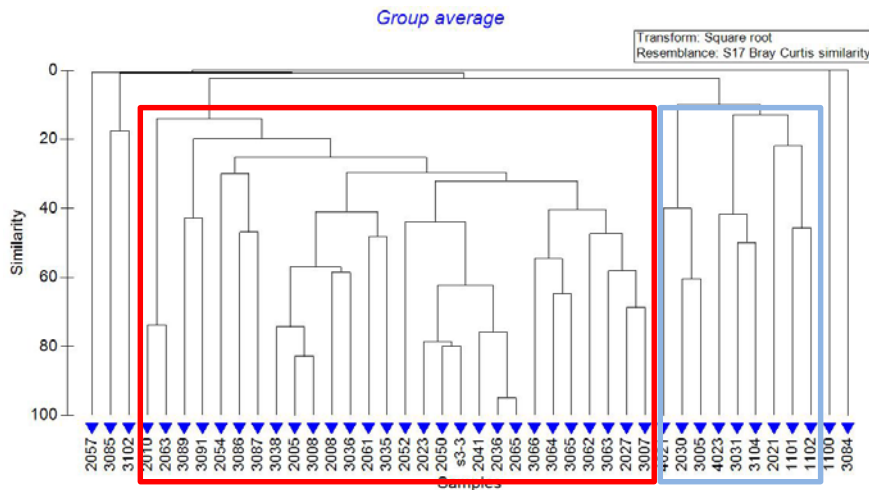
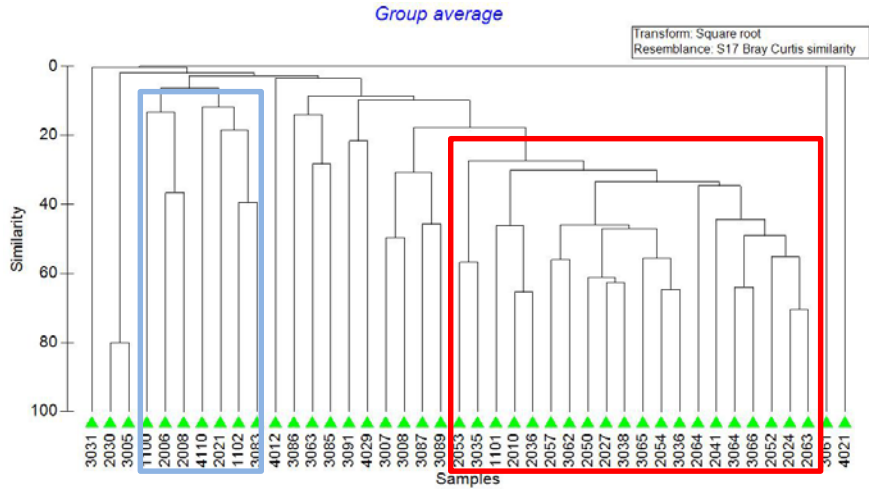
3 多样性比较

4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

聚类分析



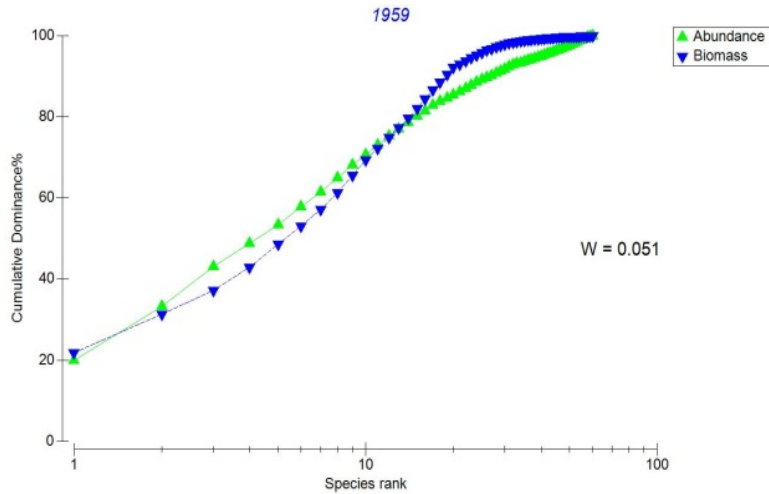
- 1959年聚类分析与刘瑞玉等(Liu et al, 1983; 刘瑞玉 et al, 1986)等通过大型底栖动物优势种进行的群落划分比较相似, 处于冷水团的站位基本聚合在一起, 然后又与沿岸的站位聚合, 中间有明显的过渡性群落。
- 2007年位于冷水团和近岸的站位分别聚合, 然后又聚在了一起, 没有呈现出明显的过渡群落。

SIMPER分析

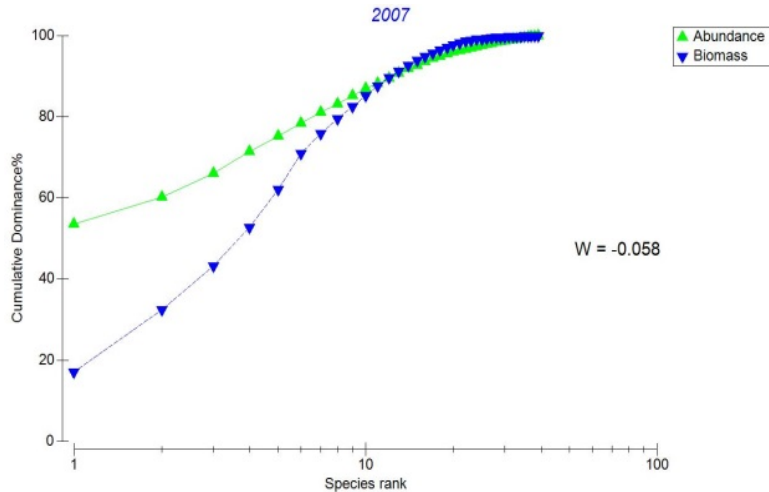
- 1959年7月对积累贡献率达到80%的物种，有5种，除秀丽波纹蛤为暖水性种外，其余均为冷水性种。
- 2007年6月对积累贡献率达到80%的物种仅有3种，也1种暖水性种。

种名	拉丁名	平均密度	平均相似度	贡献率	积累贡献率
1959年7月平均相似度: 10.42%					
薄壳索足蛤	<i>Thyasira tokunagai</i>	8.93	3.61	34.65	34.65
秀丽波纹蛤	<i>Raetellops pulchella</i>	4.4	2.17	20.87	55.52
粗纹吻状蛤	<i>Nuculana yokoyamai</i>	6.07	1.62	15.53	71.05
橄榄胡桃蛤	<i>Nucula tenuis</i>	2.6	0.76	7.33	78.38
日本壳蛞蝓	<i>Philine japonica</i>	1.67	0.42	4.02	82.4
2007年6月平均相似度: 10.40%					
薄壳索足蛤	<i>Thyasira tokunagai</i>	43.69	6.96	66.89	66.89
秀丽波纹蛤	<i>Raetellops pulchella</i>	4.29	0.89	8.59	75.49
橄榄胡桃蛤	<i>Nucula tenuis</i>	3.21	0.58	5.6	81.08

密度生物量比较曲线



- 1959年生物量和密度曲线出现交叉，生物量曲线大部分位于密度曲线的上方，
- $W = 0.051$ ，群落结构较为稳定；



- 2007年6月，刚开始的密度曲线就远高于生物量曲线，两曲线出现交叉后基本重合，
- $W = -0.058$ ，群落受到了较为严重的干扰。

小结

- 通过对黄海软体动物群落结构进行划分和比较发现，软体动物的群落受到了较大干扰，结构发生了很大变化。
- 冷水群落和近岸群落分别以冷水种和暖水种占优势，群落结构相对稳定；而中间的过渡群落既有冷水种又有暖水种，优势物种不突出，因此在受到干扰后，物种的优势度更加降低，聚类分析时便不再显现过渡群落。
- 贡献率达到80%的物种数降低了，也这说明了黄海软体动物在向少数种占优势的趋势发展。
- 冷水性种在软体动物群落划分中有较大贡献率，黄海存在明显的冷水性成分。

汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

3 多样性比较

4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

生物与环境变量相关分析

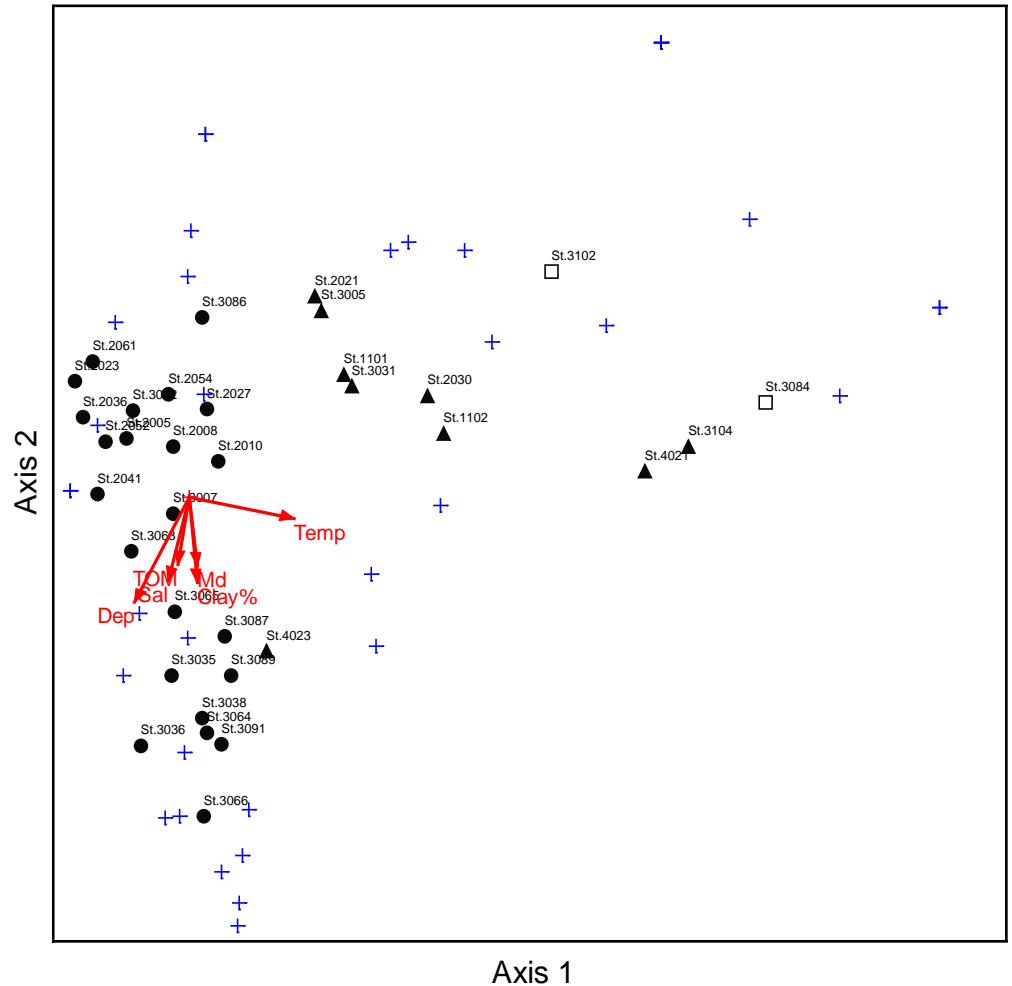
- 成对的Spearman秩相关分析显示, 软体动物物种数($r_s = 0.530, p < 0.001$)、生物量($r_s = 0.483, p < 0.01$)、Margalef多样性指数($r_s = 0.492, p < 0.01$)和Shannon-Wiener指数($r_s = 0.455, p < 0.01$)均与盐度呈显著正相关。
- 软体动物物种数($r_s = 0.345, p < 0.05$)和生物量($r_s = 0.394, p < 0.05$)还与水深呈正相关。

BIOENV分析

环境变量个数	环境变量	相关系数 r_s
1	温度	0.410 ^{***}
1	深度	0.404 ^{***}
1	盐度	0.150 [*]
最大相关环境变量组合		
2	深度、温度	0.590 ^{***}
3	深度、温度、叶绿素a含量	0.541 ^{***}
3	深度、温度、泥沙含量	0.517 ^{***}
3	深度、温度、盐度	0.496 ^{***}
<p>温度是与软体动物分布最相关的环境变量，其次是深度，再次为盐度。深度和温度的组合与软体动物的分布最相关 ($r_s = 0.590$, $p < 0.001$)。</p>		
3	深度、温度、砂含量	0.466
4	深度、温度、盐度、叶绿素a含量	0.465 ^{***}
3	深度、温度、脱镁叶绿素a含量	0.462 ^{***}
5	深度、温度、盐度、泥沙含量、叶绿素a含量	0.457 ^{***}

CCA分析

- 从典范对应分析(CCA)排序图中箭头连续长度可以看出, 温度、水深、盐度、粘土含量、有机质含量和中值粒径等环境因素影响软体动物的分布。
- 冷水性群落中的站位基本位于水深较深、盐度较高而水温较低的一端, 而沿岸性群落基本位于水温较高、而水深较浅、盐度较低的一端。



小结

- 温度、水深、盐度是影响软体动物分布的主要环境因素，而温度($r = -0.412$, $p < 0.05$)、盐度($r = 0.777$, $p < 0.001$)、沉积物的中值粒径($r = 0.497$, $p < 0.01$)均与水深存在显著相关关系。
- 因此水深就成了影响黄海软体动物分布与群落划分的最主要的环境因素。

汇报纲要

1 研究背景

2 材料与amp;方法

3 多样性比较

4 群落结构比较

5 与环境因子间关系

6 结论

结论

- 本研究显示黄海近50年来软体动物群落受到了较为严重的干扰，多样性降低，群落结构发生了较大变化。
- 物种正在向小型化、生长周期短、并且少数种数量占优势的趋势发展。
- 黄海软体动物群落中存在一定的冷水性成分。
- 黄海软体动物分布和群落划分主要受水深的影响。



敬请各位专家批评指正！
谢谢！