

# 从黄海沉积的有孔虫看全球变化背景下的区域多样性演替过程

(黄海有孔虫多样性演化全球变化)

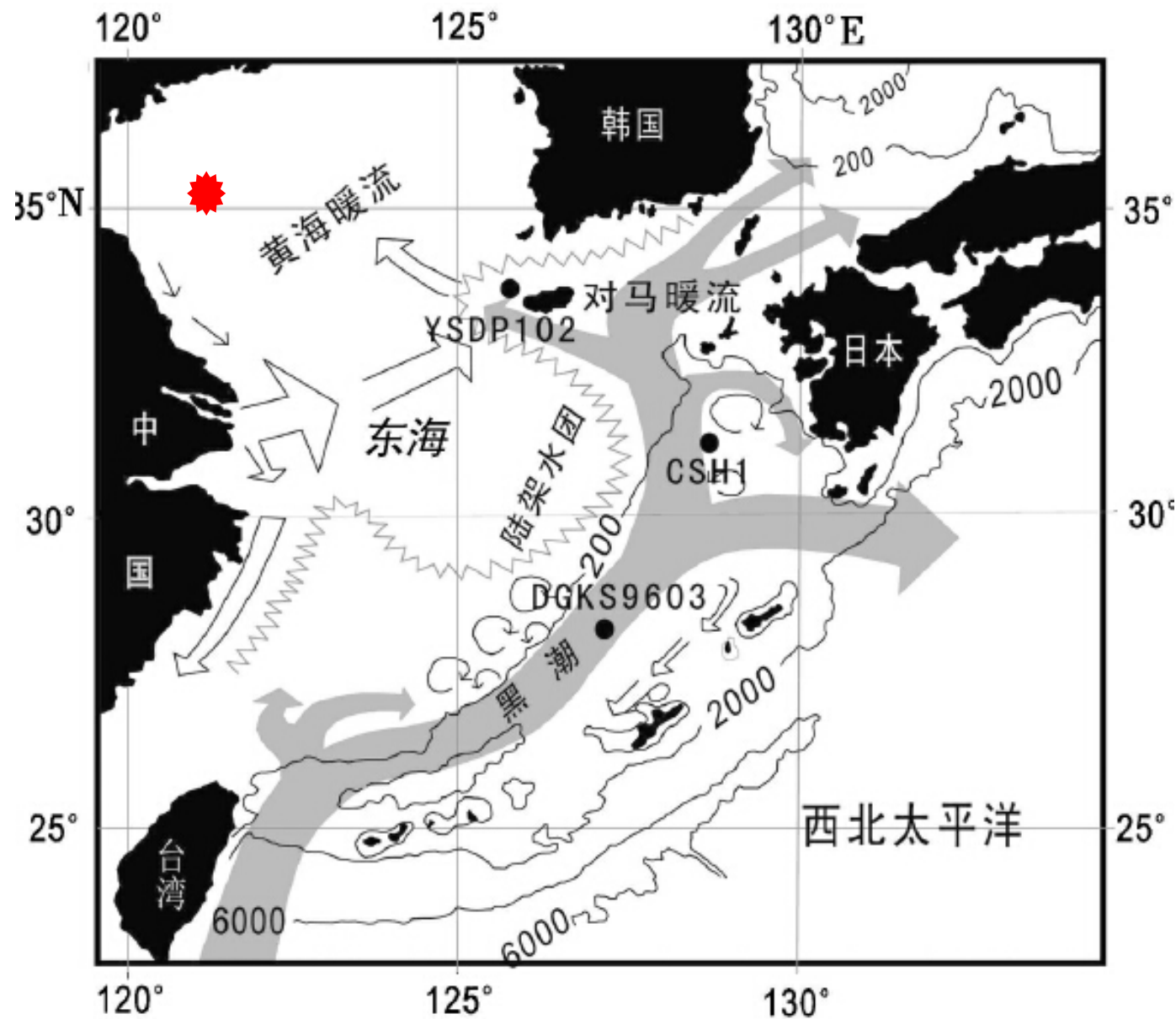
类彦立 李铁刚 王雪皎 郑萌萌 曹丽娜



中国科学院海洋研究所

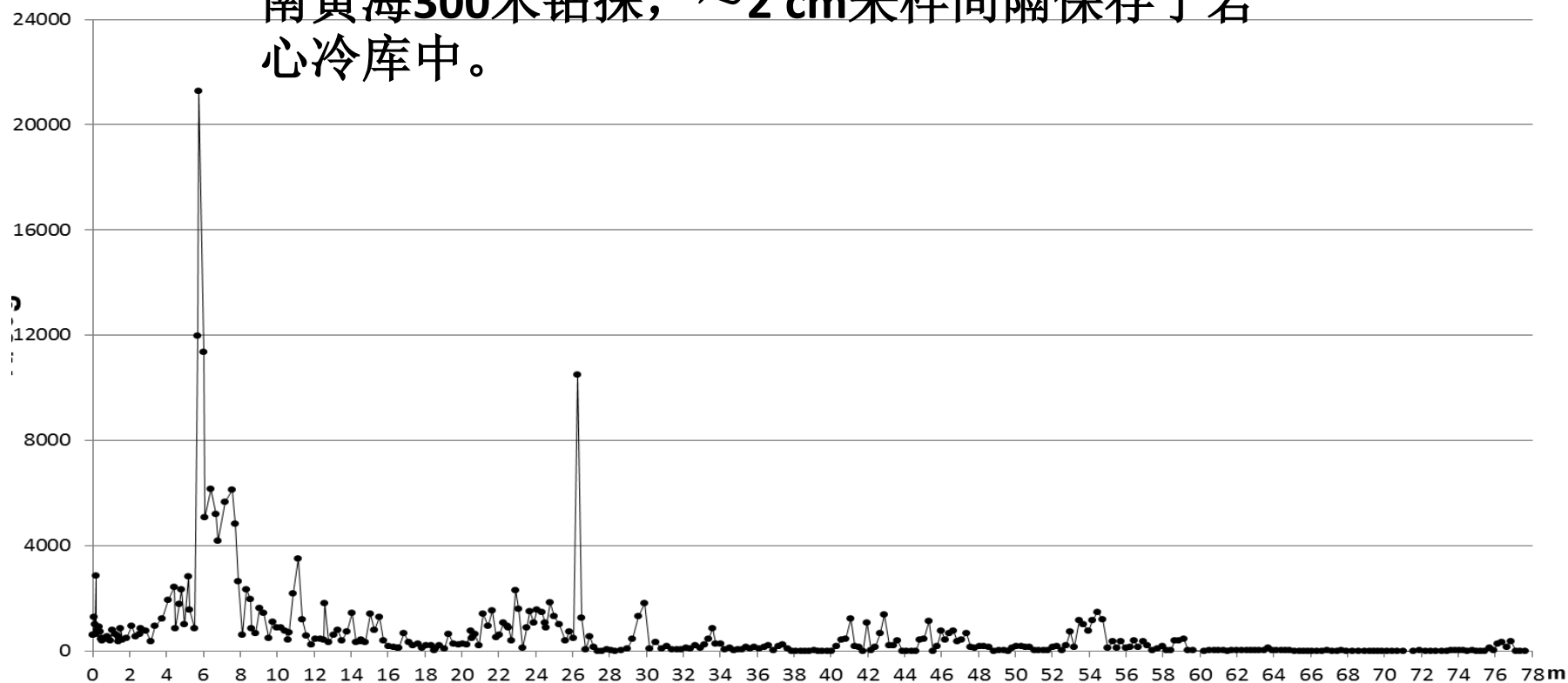


# 研究背景：黄海特点及形成历史



# CSDP大陆架科学钻探项目简介

中国地质调查局：黄海大陆架海洋环境演化  
南黄海300米钻探，~2 cm采样间隔保存于岩  
心冷库中。



有孔虫：海相/陆相变化轨迹

# 有孔虫的研究背景



- 分布普遍性与区域特定性：
  - 具典型钙质外壳。潮间带、近海陆架、大洋分布普遍（~大洋底部1/3），食物网能流、碳循环…
  - 指示物种来源、地域追踪溯源。
- 环境指示性：
  - 海水温度、盐度、酸碱度、水深、海流、沉积物
  - 建立数学关系式, 重建古环境
- 历史环境信息记录性：
  - 遗壳可沉积、可保存---海洋事件的关键历史证据, 全球气候变化、海平面变化等主要依据的生物标志物
- 沉积层位=地层年代
  - 地层沉积物分布记录区域物种来源与进化示范性生物

# 有关黄海有孔虫多样性及其演化的几个问题：

---

## ➤ 问题1：沉积化石

黄海有孔虫物种的来源及区系多样性变化如何演替、能否反映全球变化、演化何去何从？

## ➤ 问题2：需解决的问题：

如何建立化石与现生群落的链接、解读沉积环境变化信息？

## ➤ 问题3：现生群落

黄海有孔虫群落的区系构成情况如何、多样性与海洋环境因素的关系如何？潮间带/近岸浅水/冷水团 有孔虫群落情况如何？

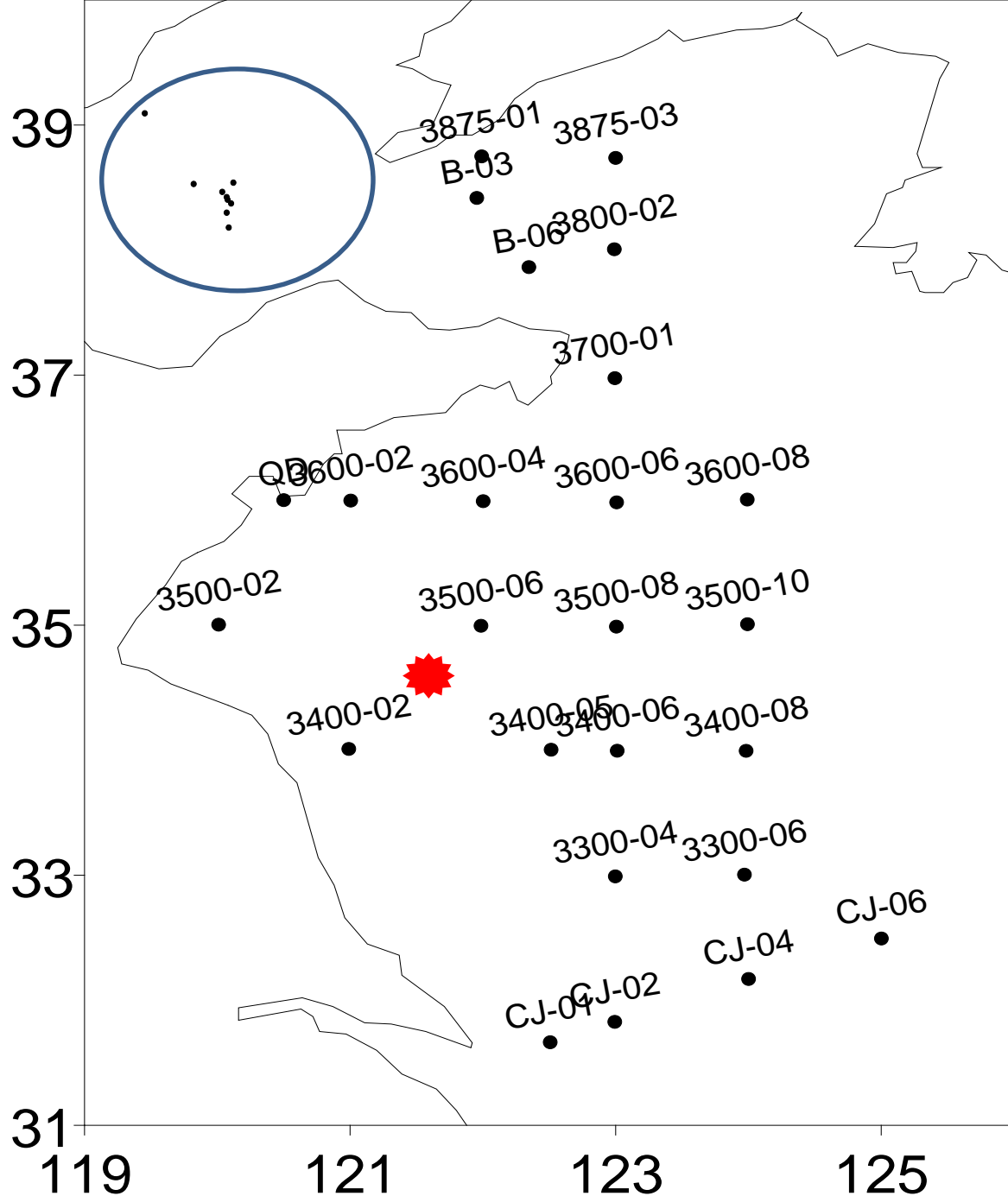
# 站位图

1、渤海、黄海陆架沉积物水平+垂直调查。

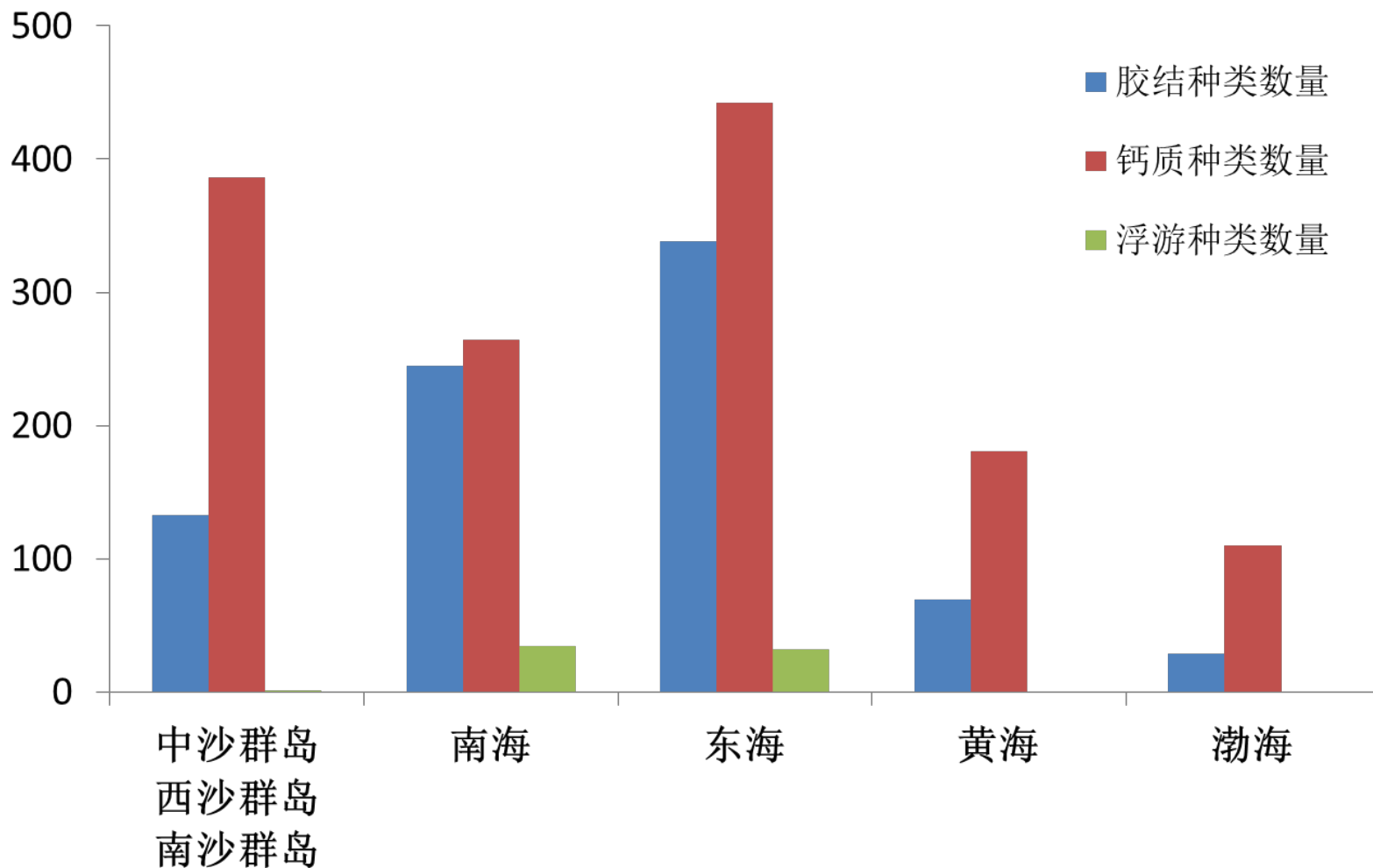
2、黄海潮间带月变动+垂直调查。

3、CSDP 80米柱状样沉积分层垂直调查

数据分析：  
精度分层、染色  
数量、群落、物种  
生物统计

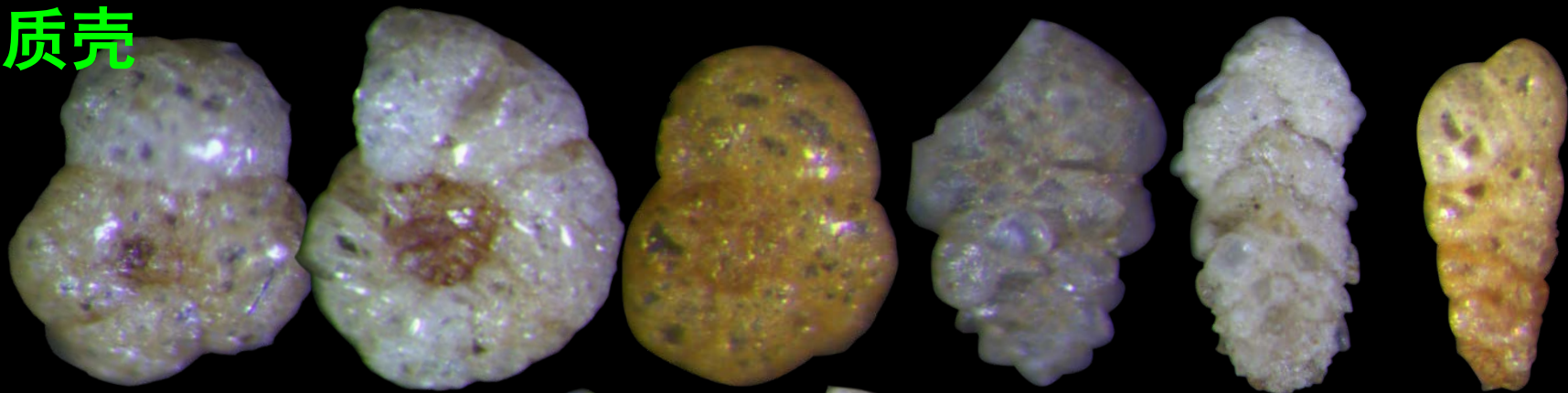


# 中国各海域有孔虫物种分布

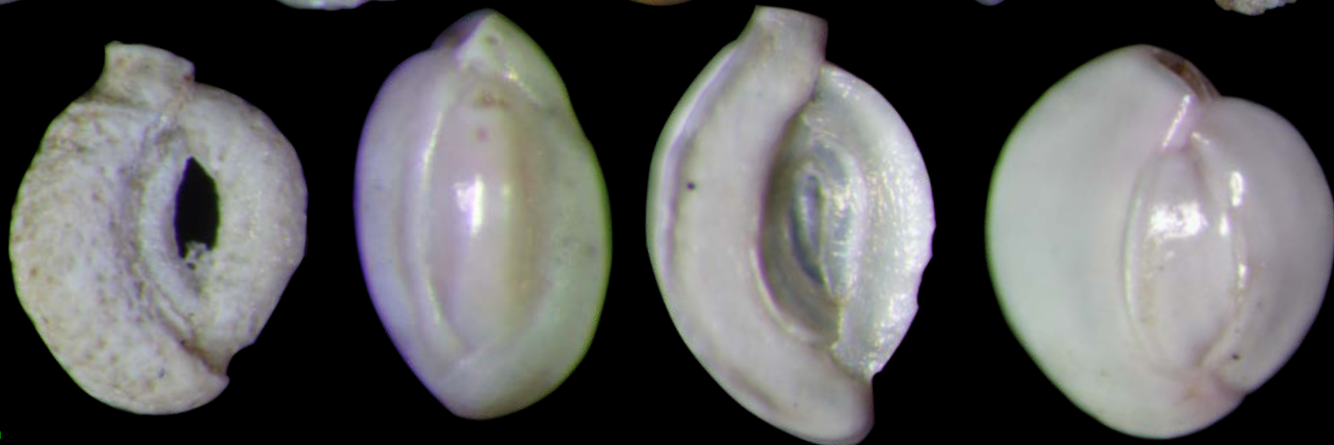


# 黄海陆架有孔虫优势种

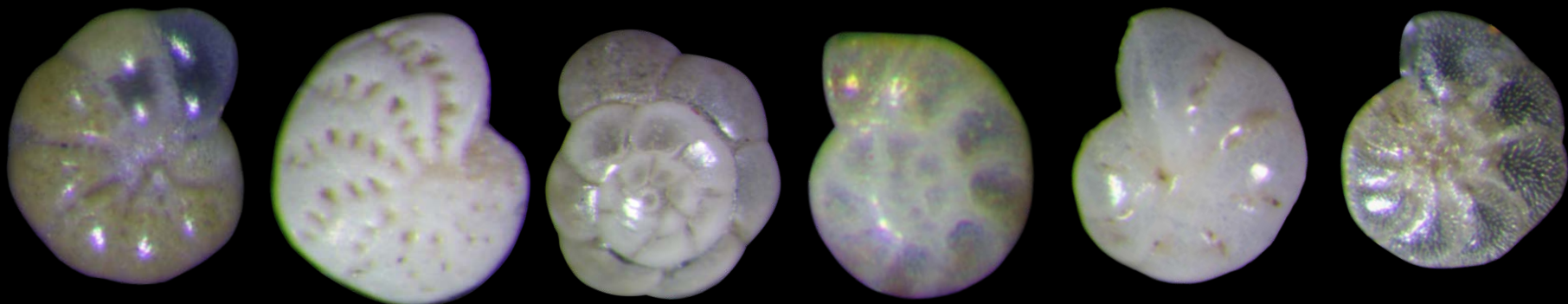
## —砂质壳



## —瓷质壳

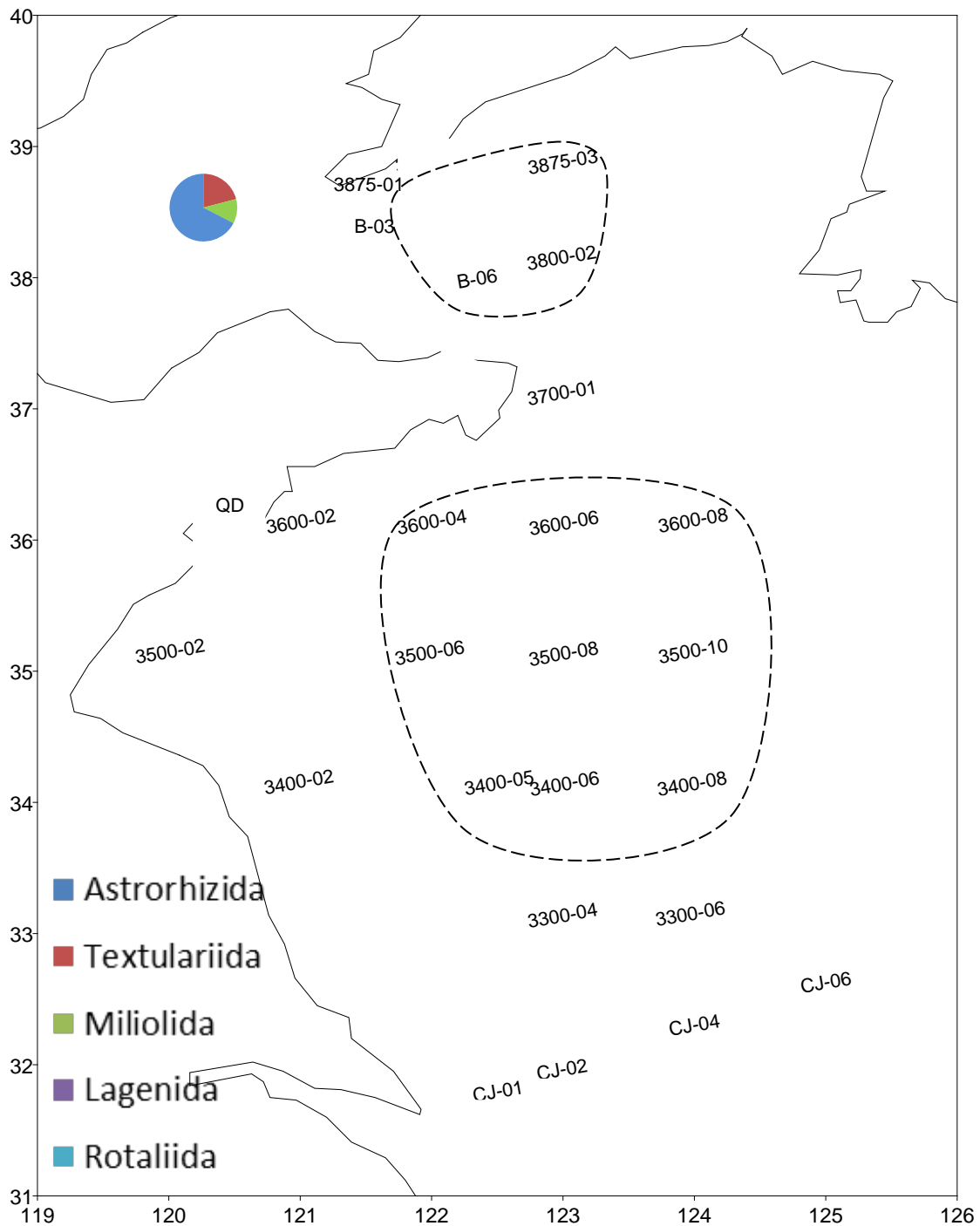


## —玻璃壳



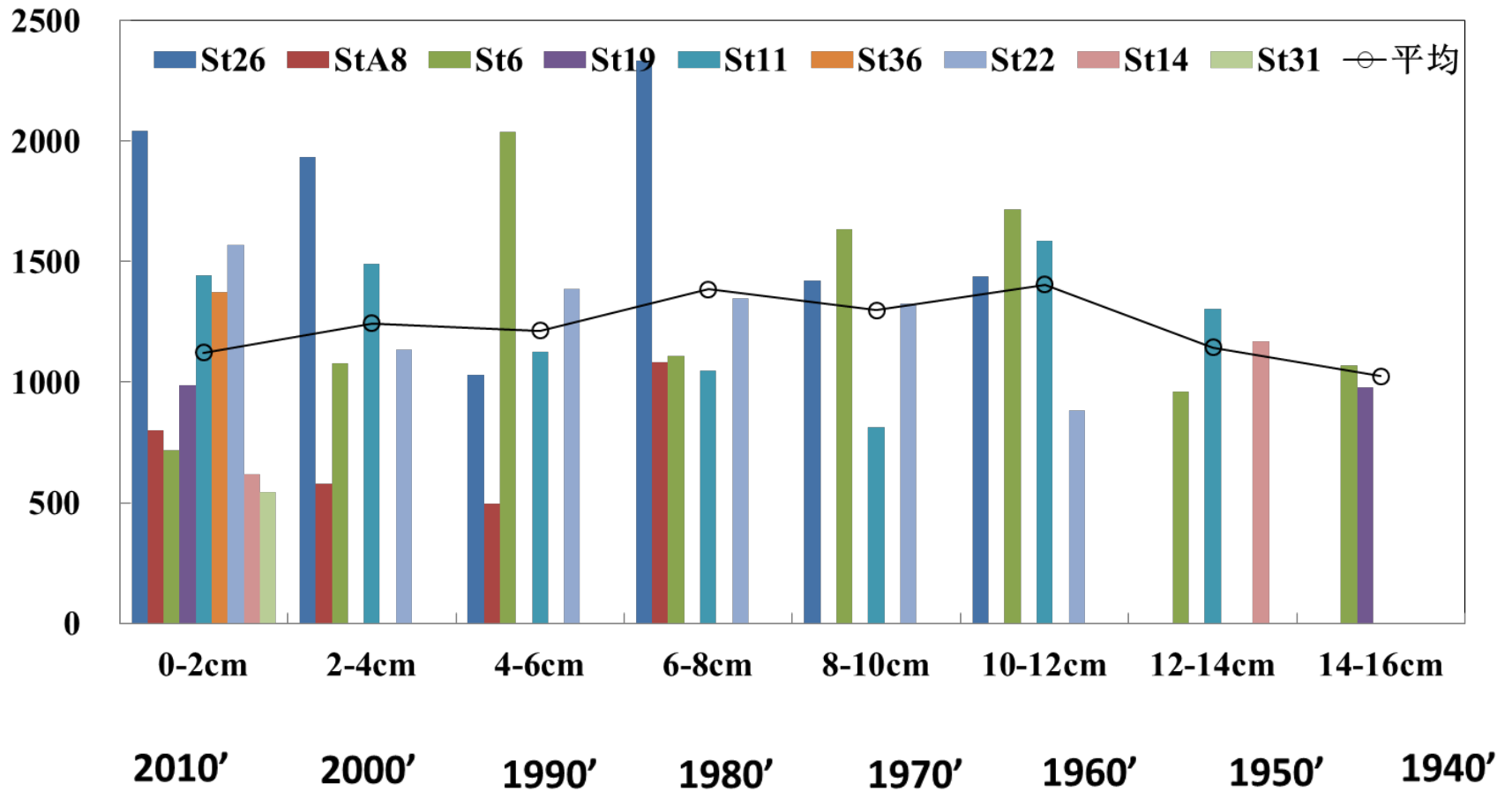


# 类群分布图



# 渤海陆架垂直分布

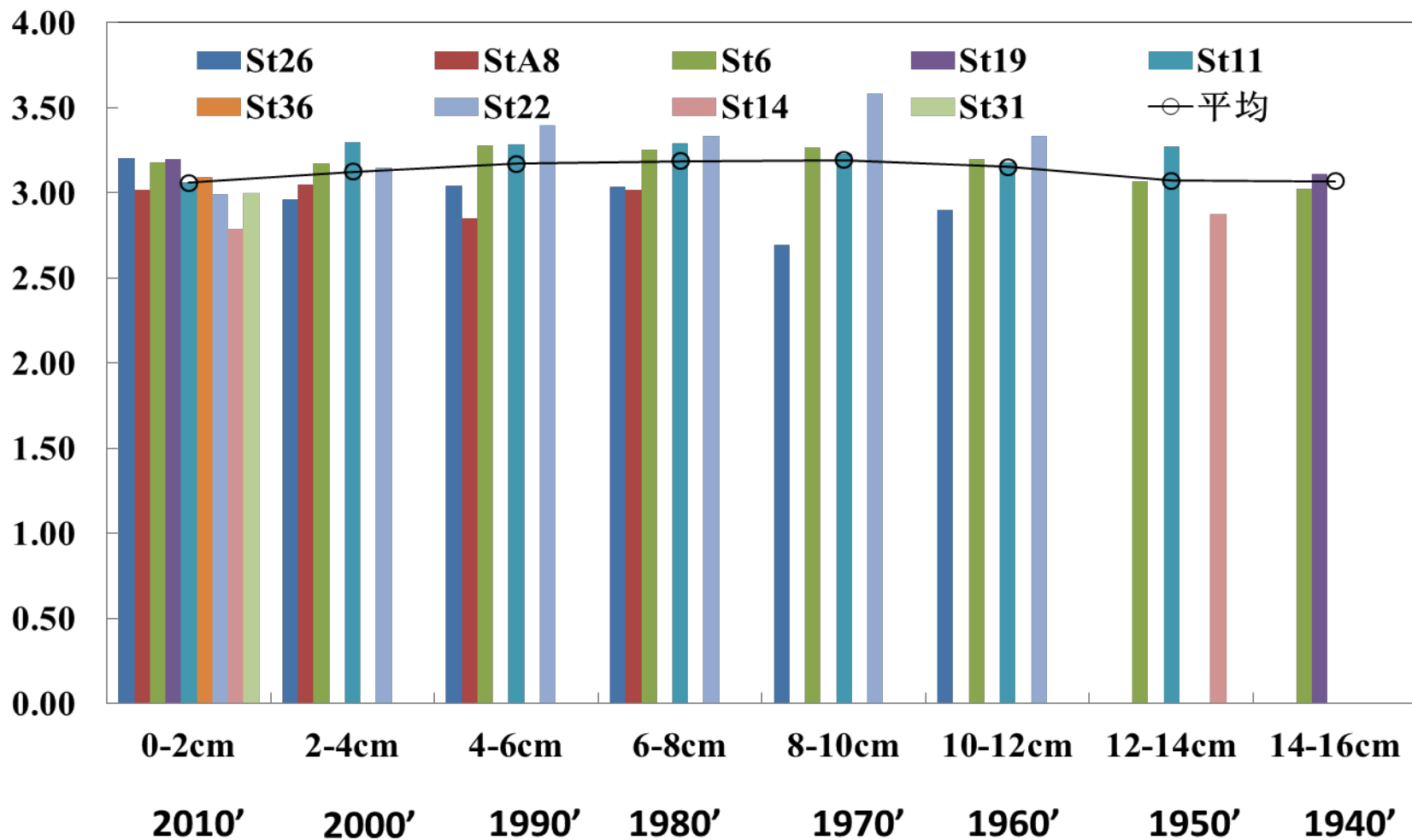
## Abundance





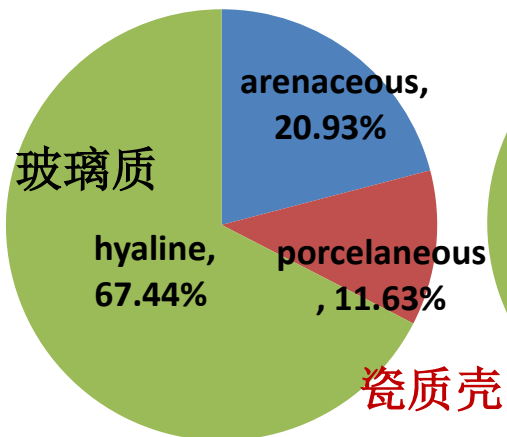
# 渤海陆架垂直分布

## Shannon-Wiener diversity ( $H'$ )

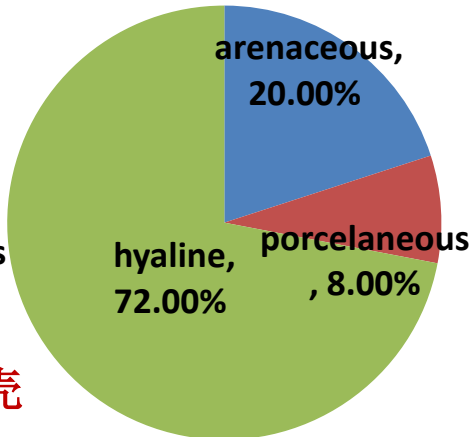


# 各类群出现频率

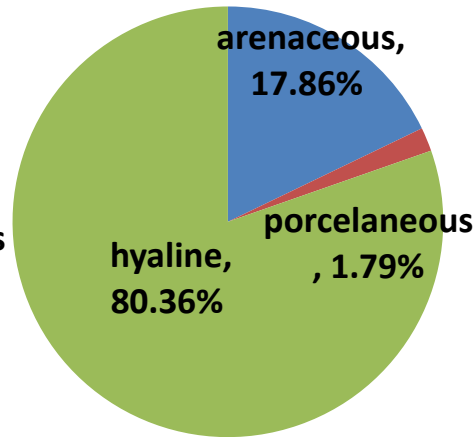
砂质壳



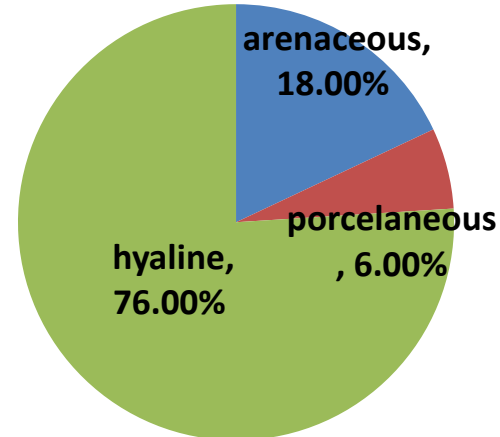
0-2cm



2-4cm

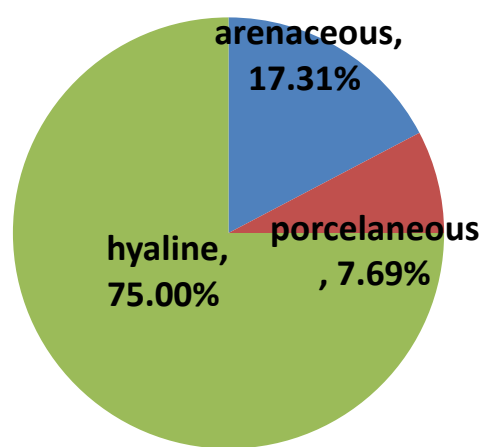


4-6cm

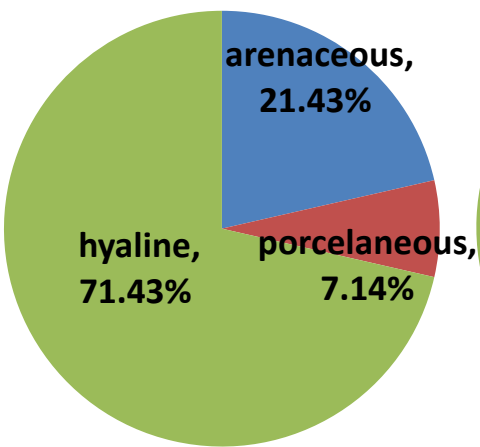


6-8cm

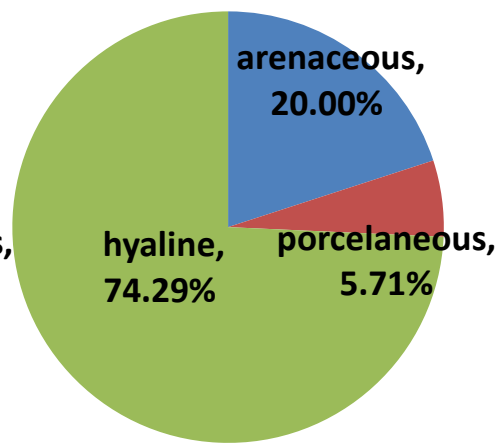
瓷质壳



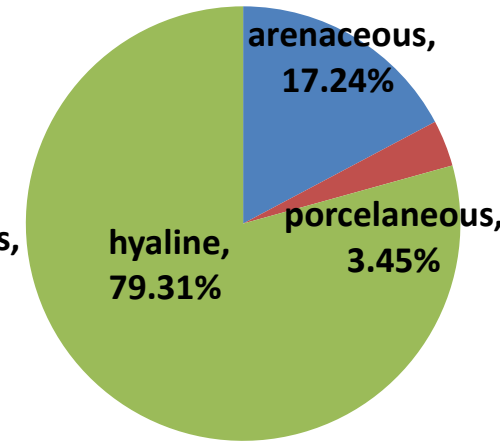
8-10cm



10-12cm

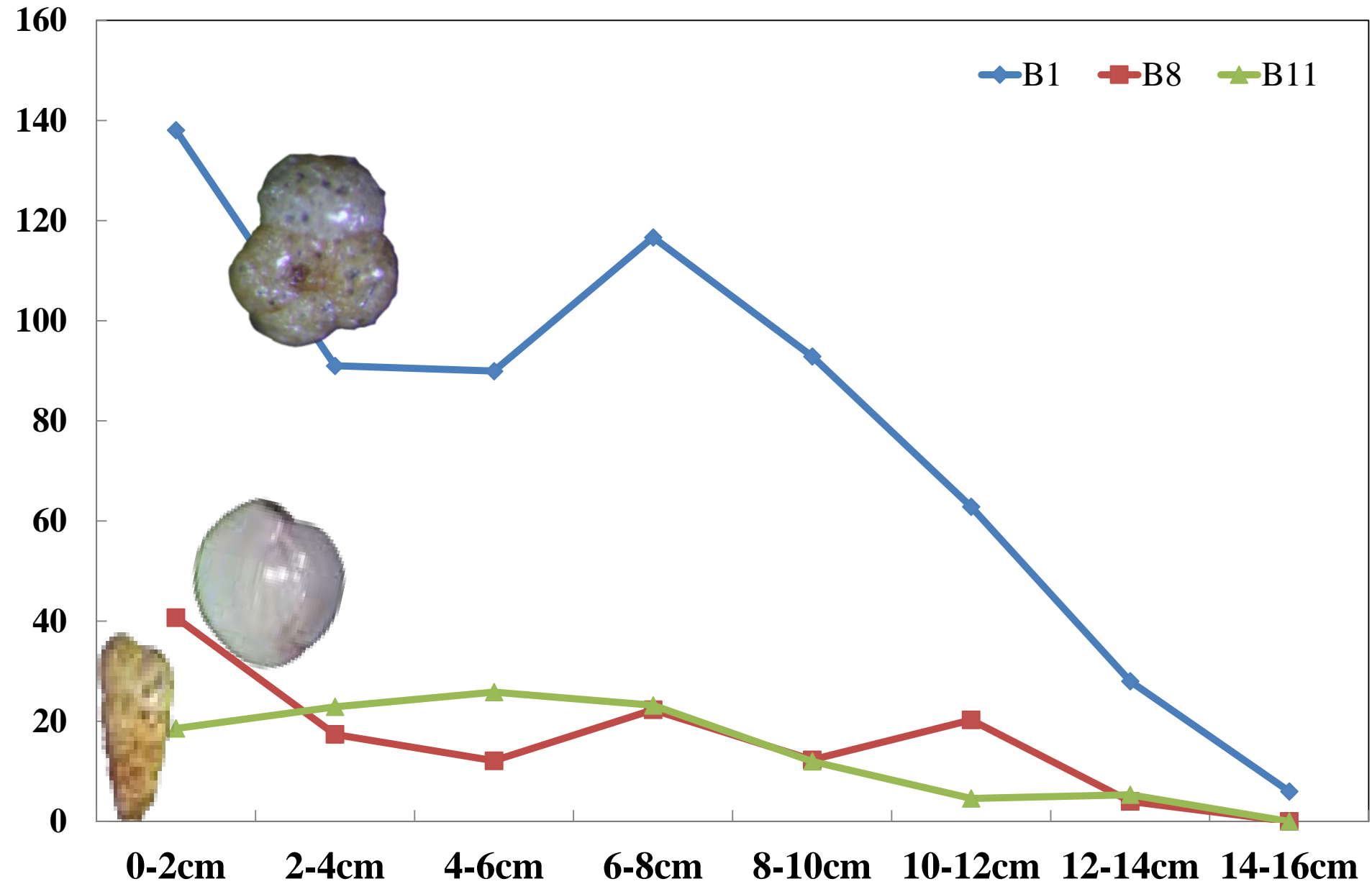


12-14cm

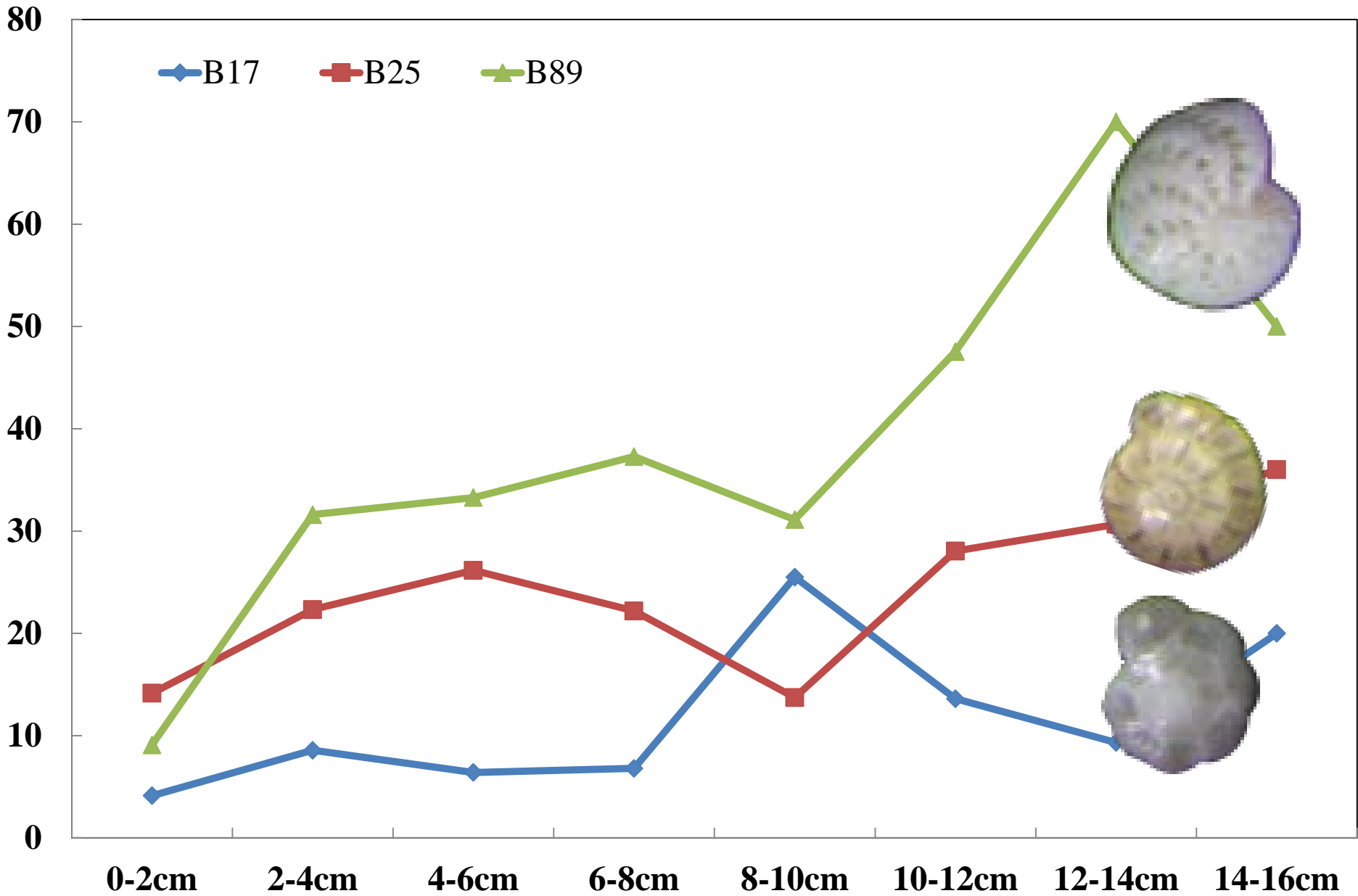


14-16cm

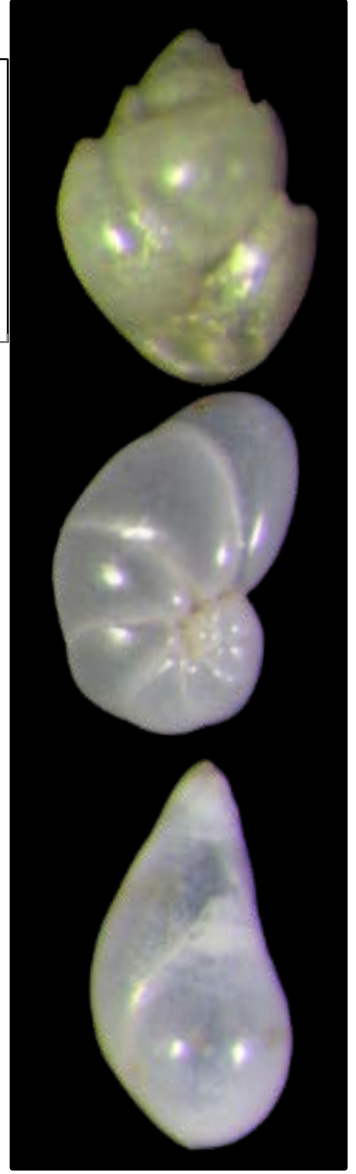
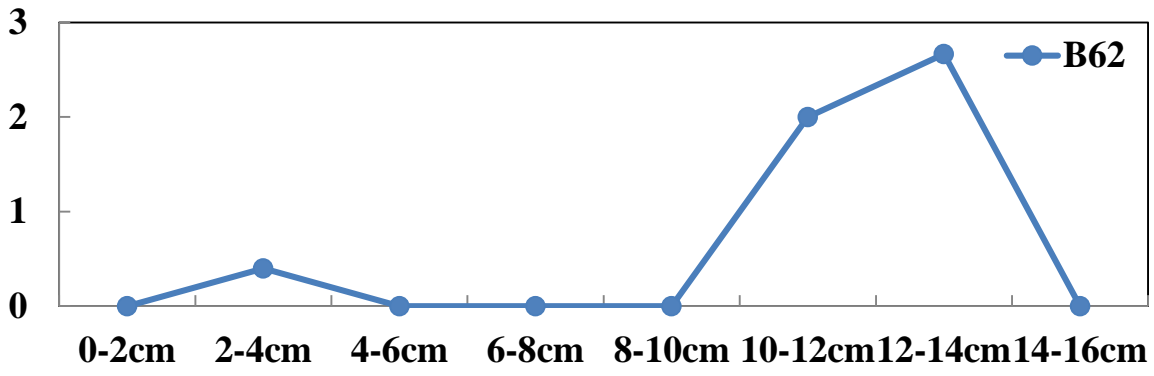
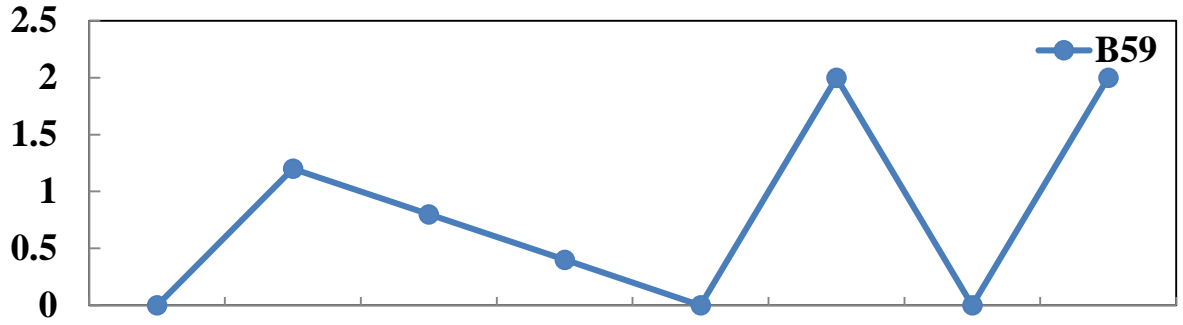
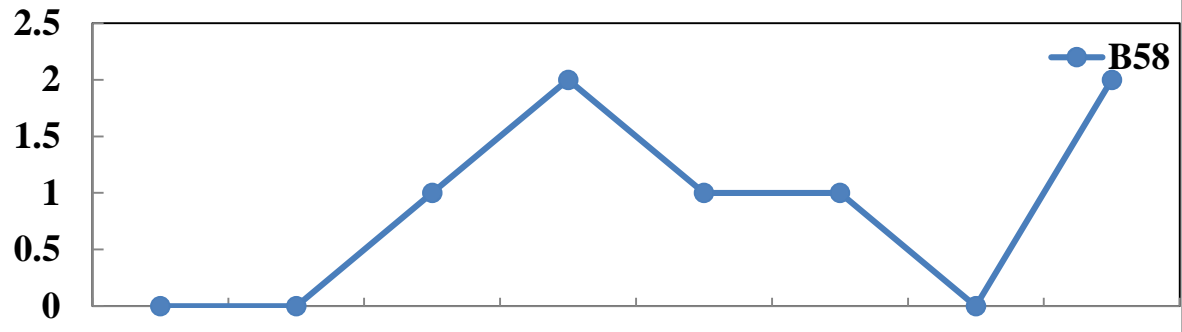
# Increasing species from 16cm to surface layer



# Decreasing species from 16cm to surface layer



# Vanishing species in surface layer

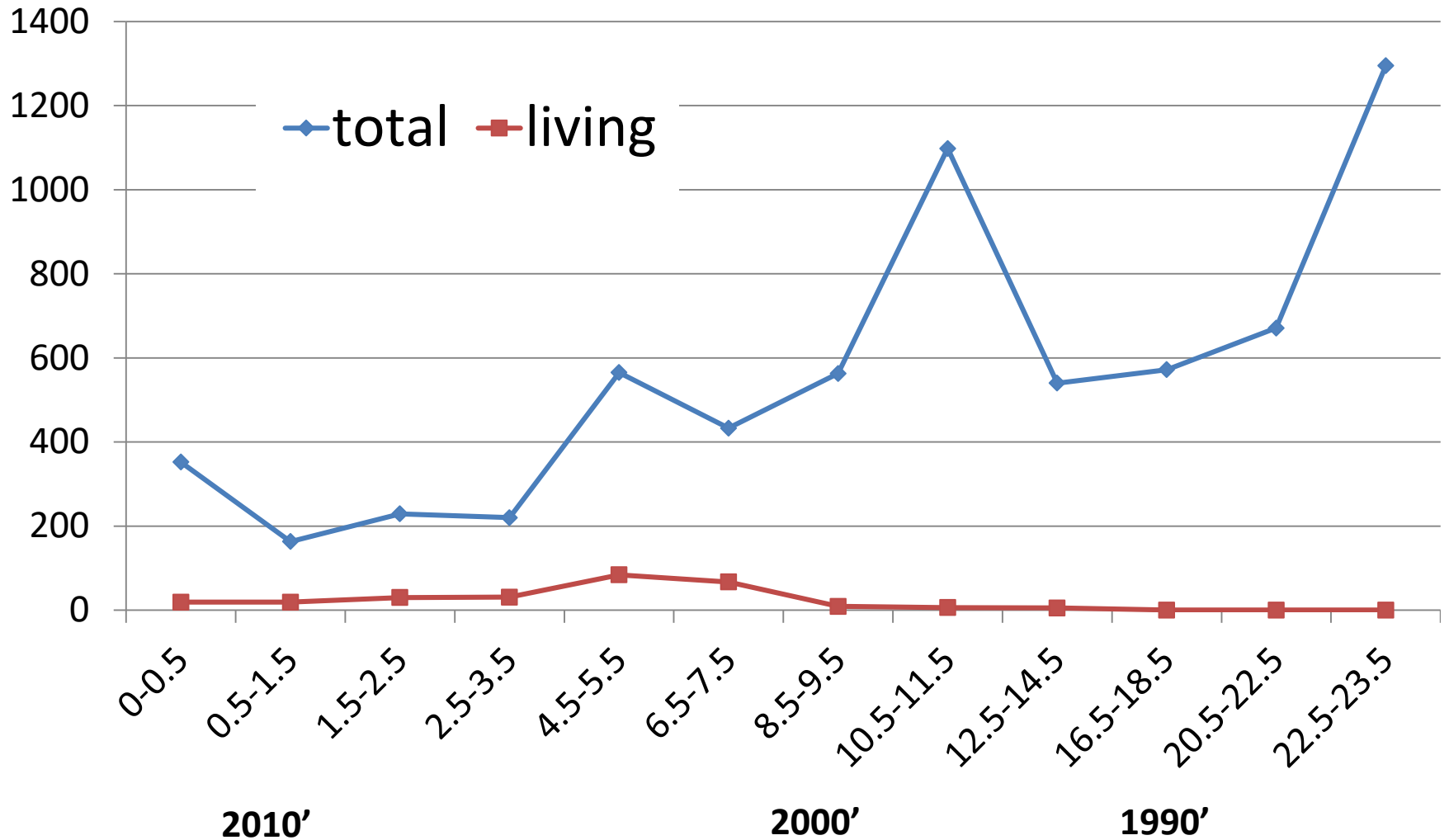




# 黄海潮间带柱状样垂直分布调查

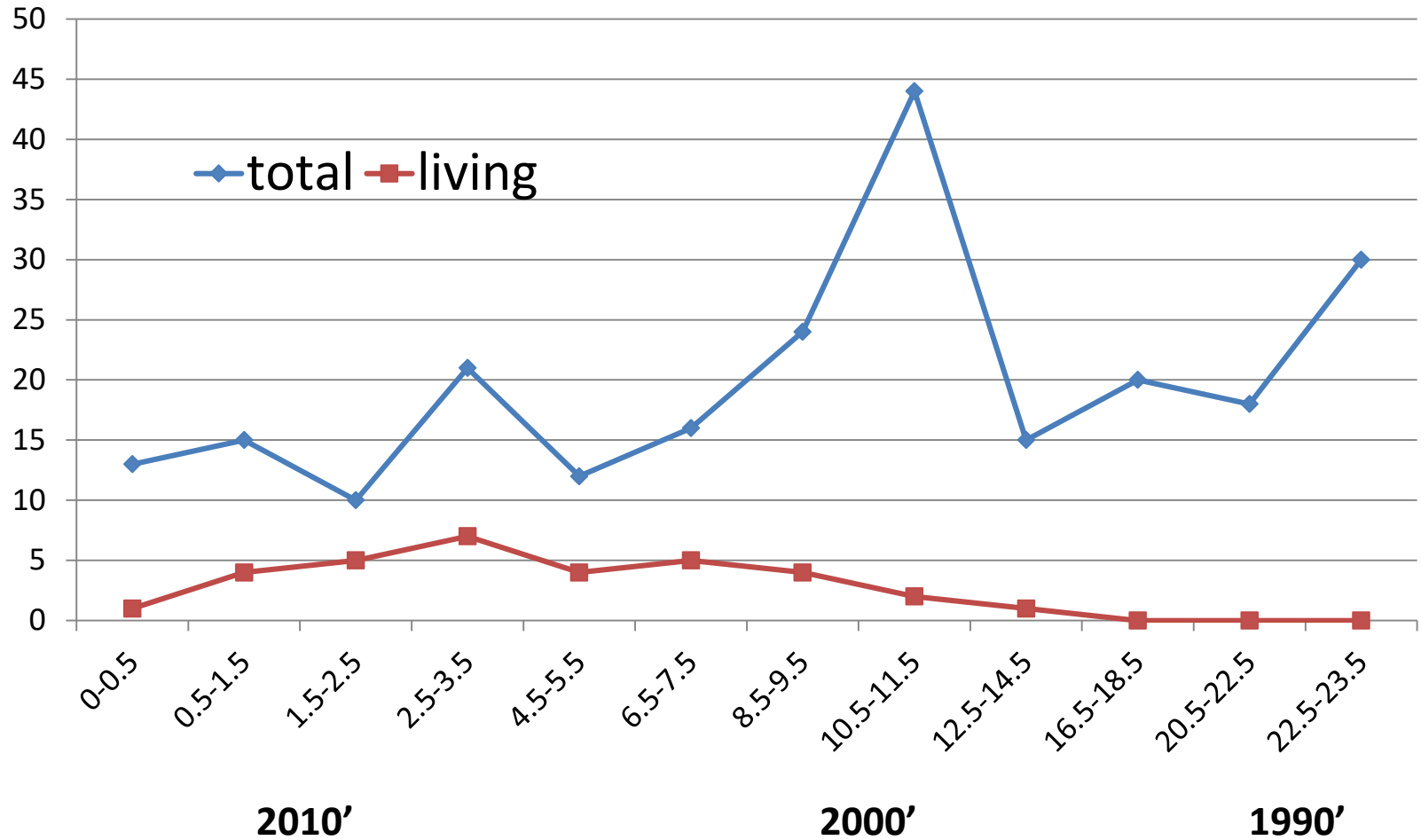
## Abundance

沉积速率  
1cm/a



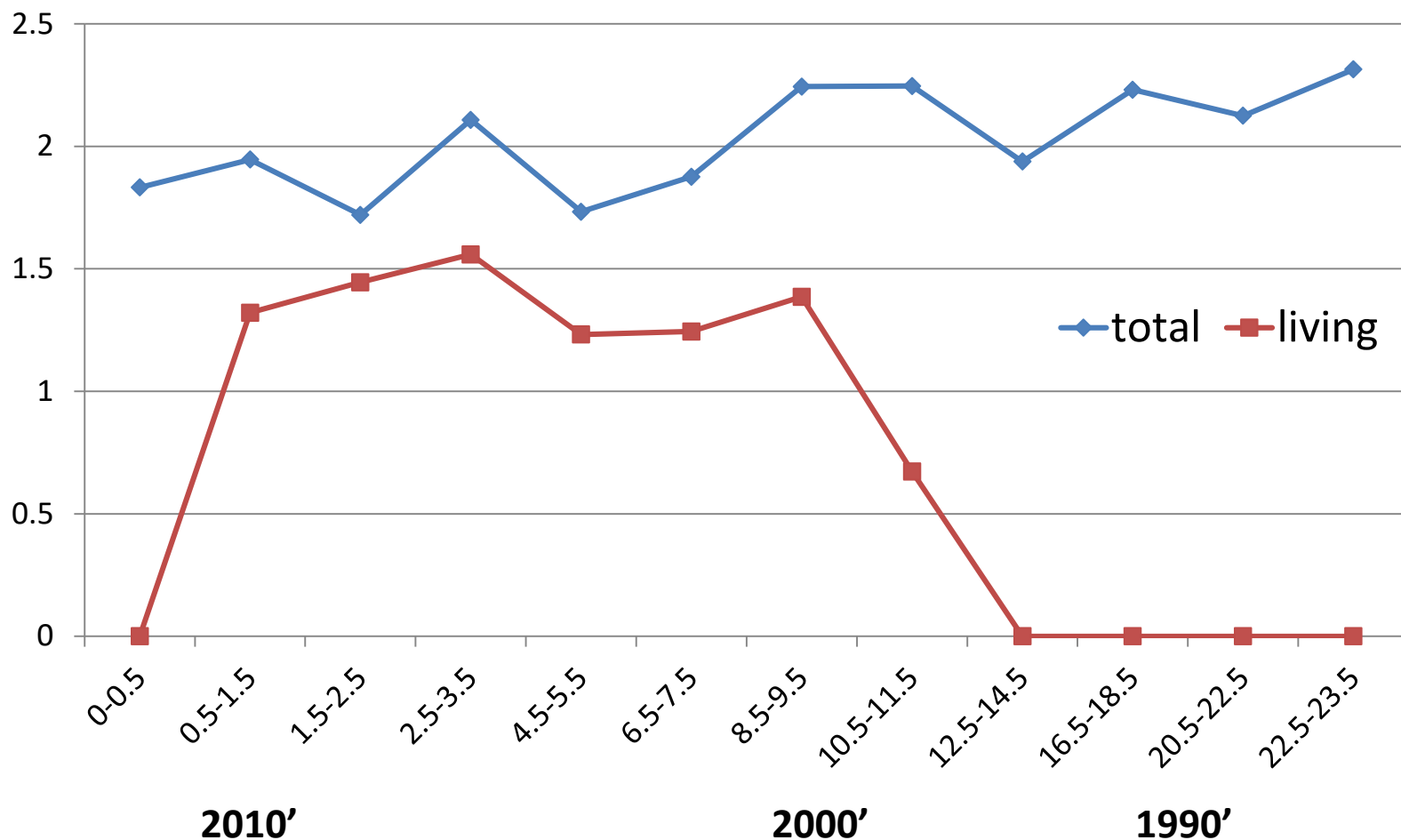
# 黄海潮间带柱状样垂直分布调查

## Species richness (S)

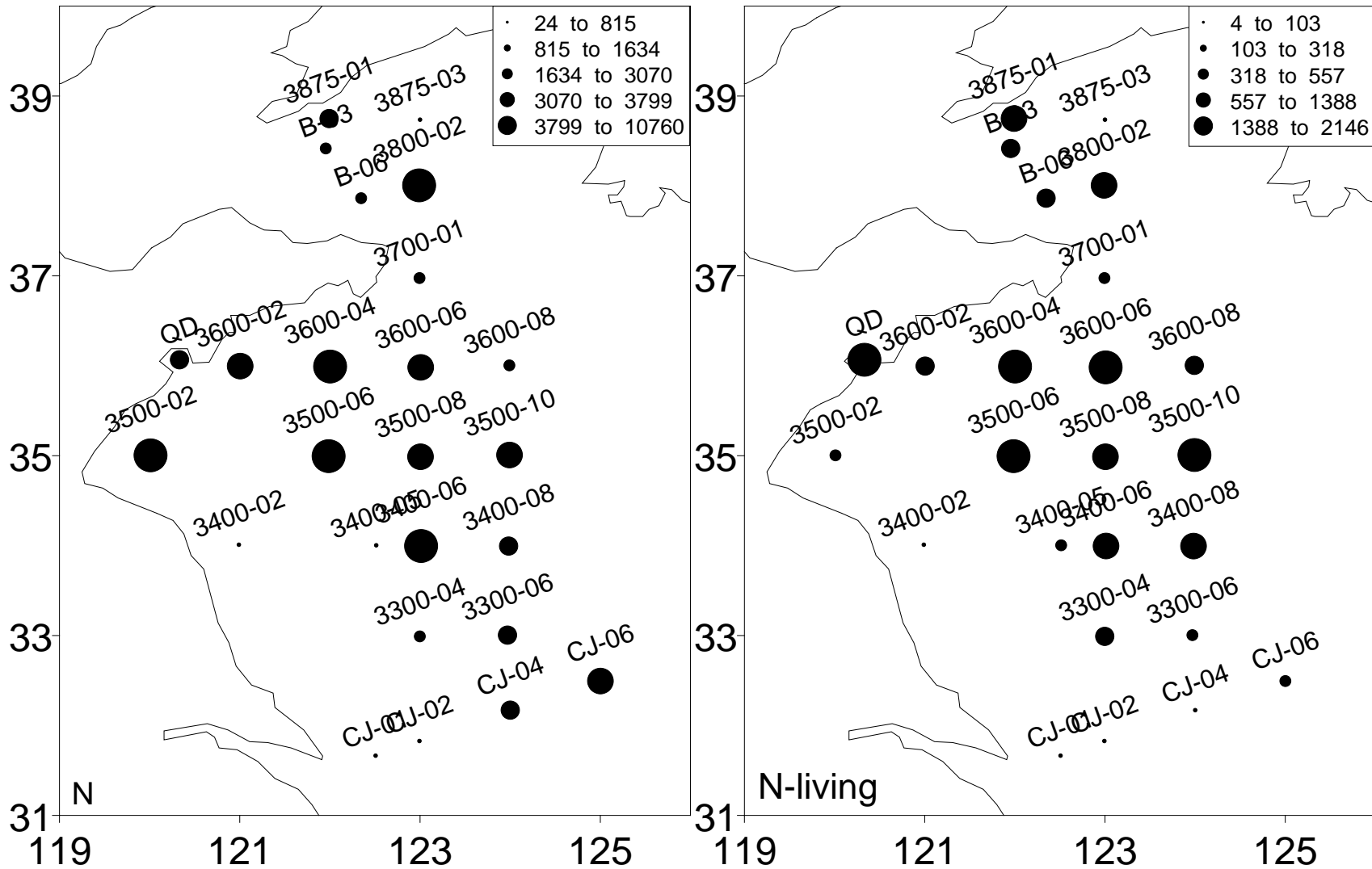


# 黄海潮间带柱状样垂直分布调查

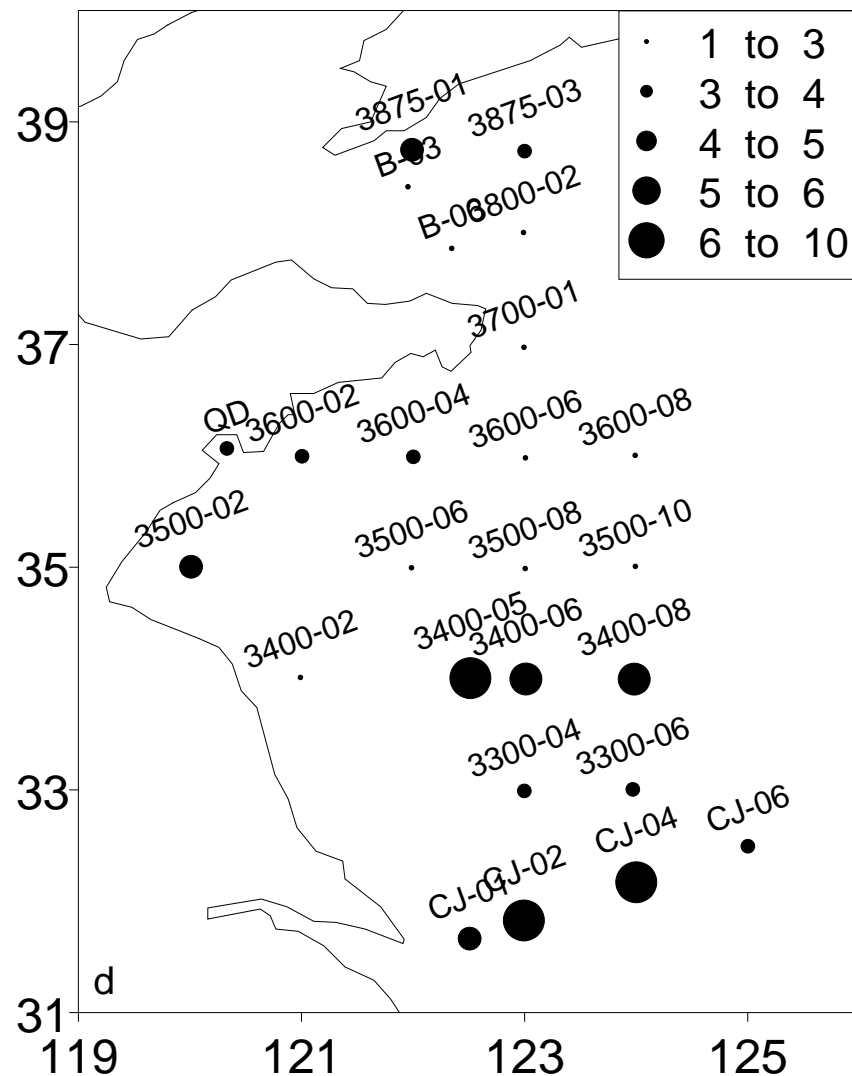
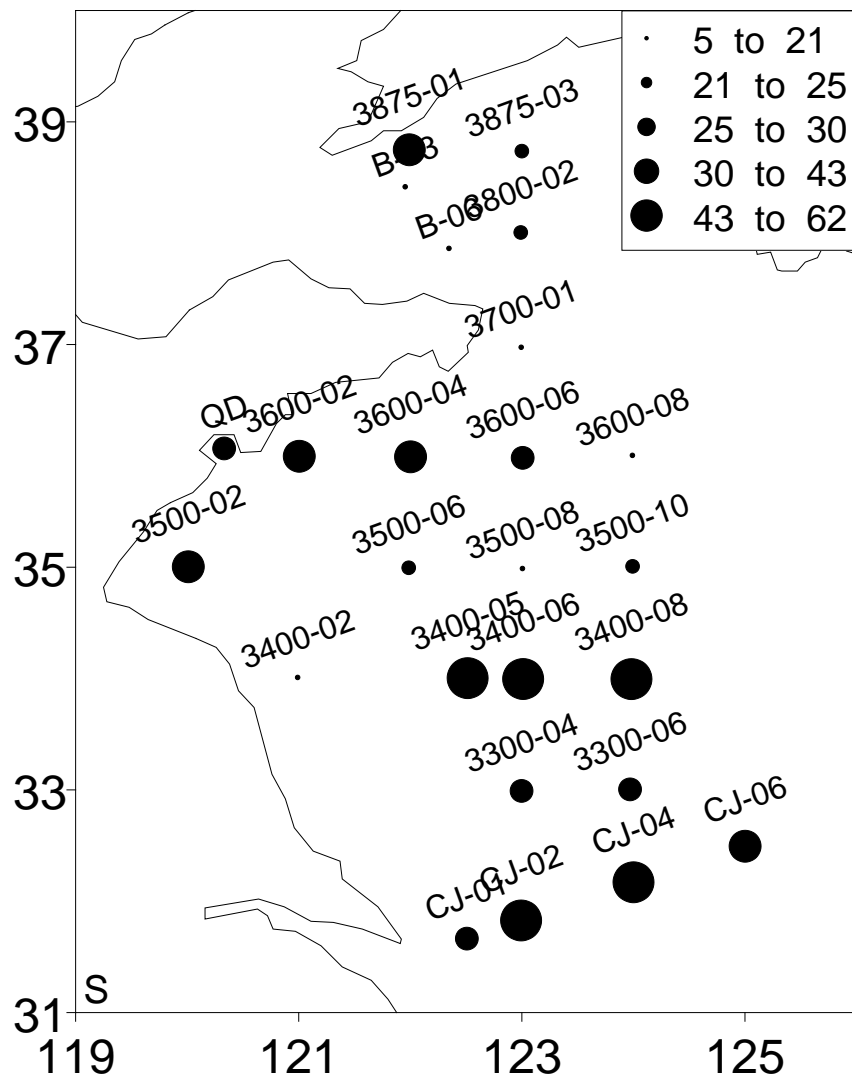
## Shannon-Wiener index ( $H'$ )



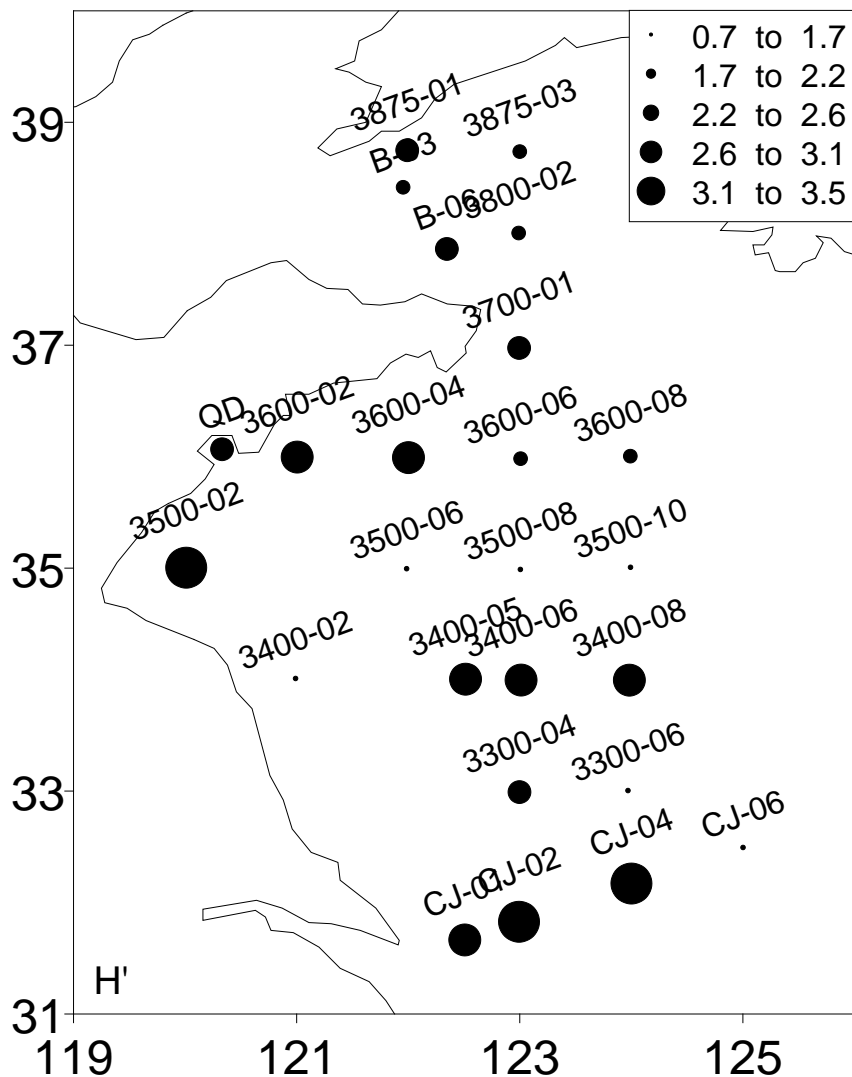
# 黄海陆架底栖有孔虫调查



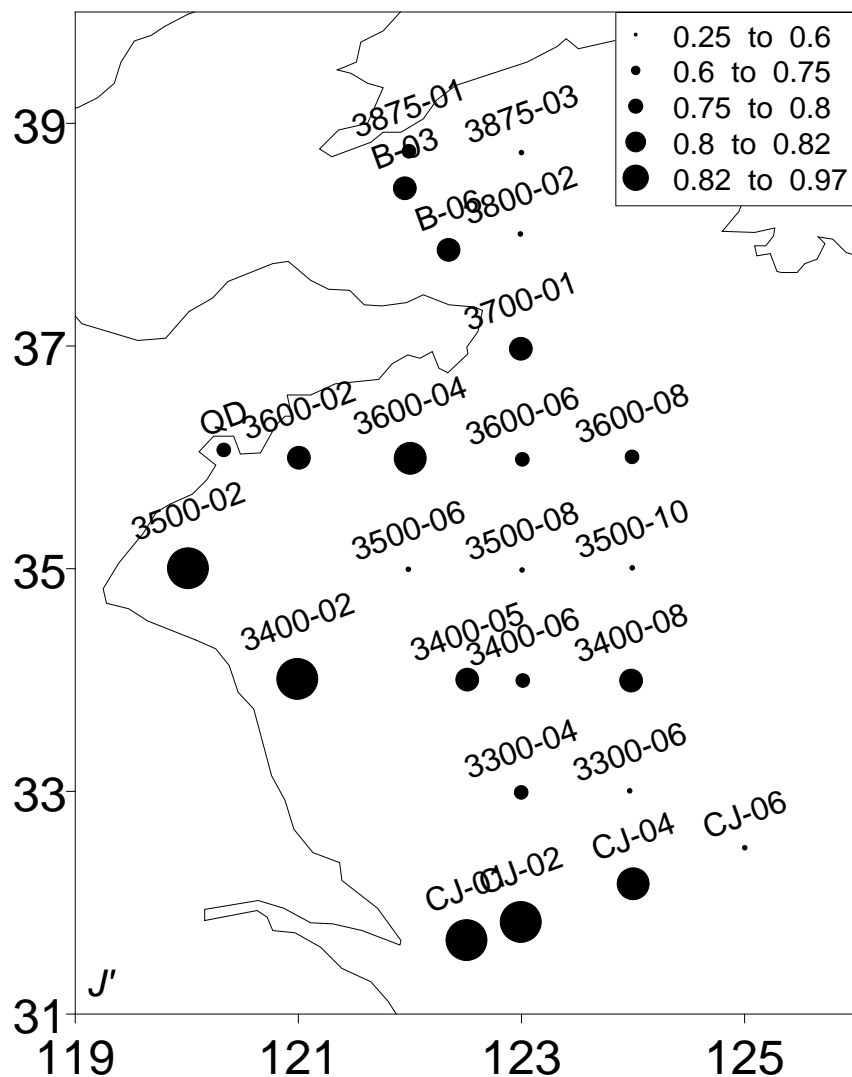
# 黄海陆架底栖有孔虫物种指数: $S D'$



# 黄海陆架底栖有孔虫多样性指数

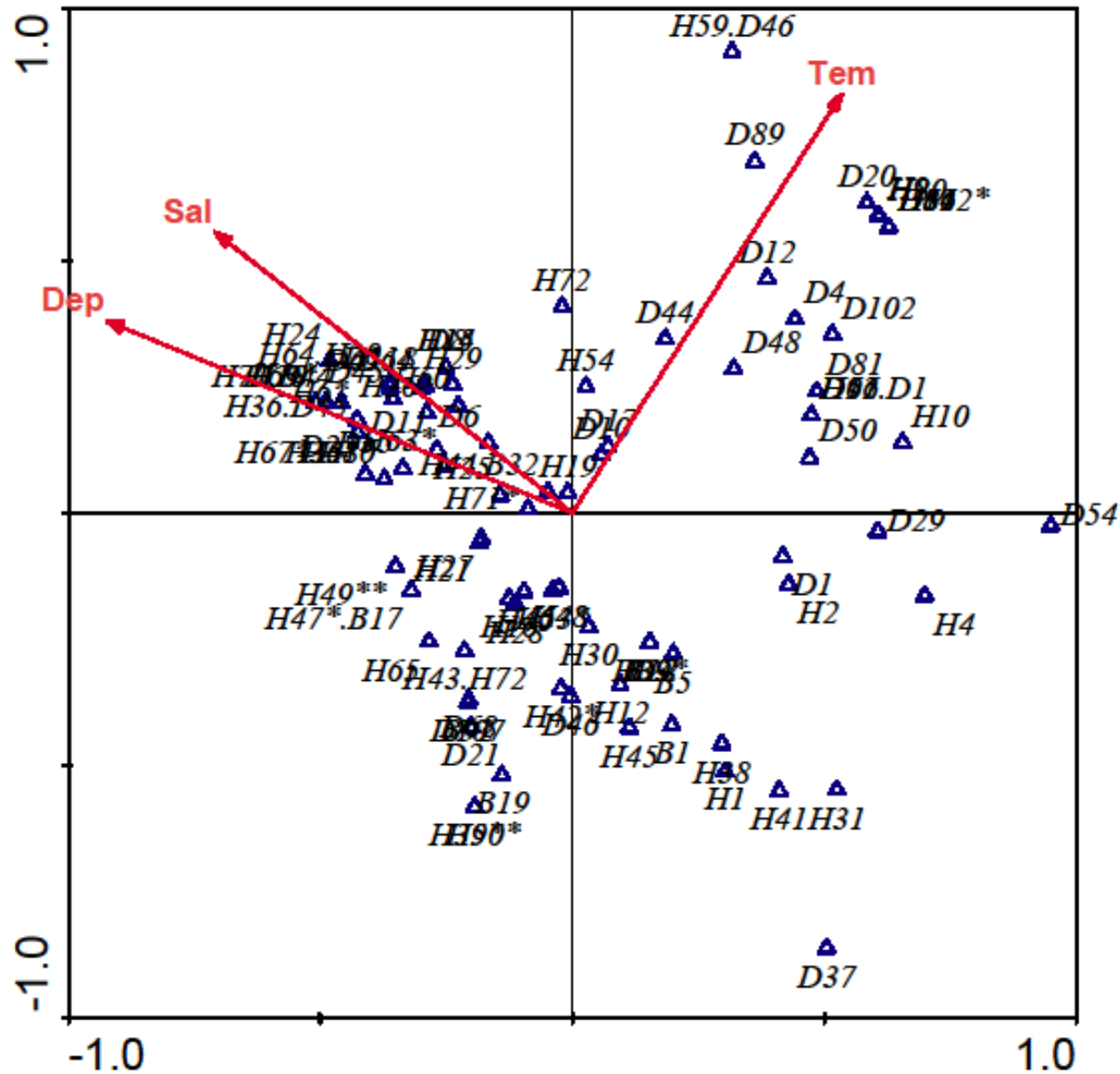


Shannon-Wiener index ( $H'$ )



Evenness ( $J'$ )

# 群落CCA分布图



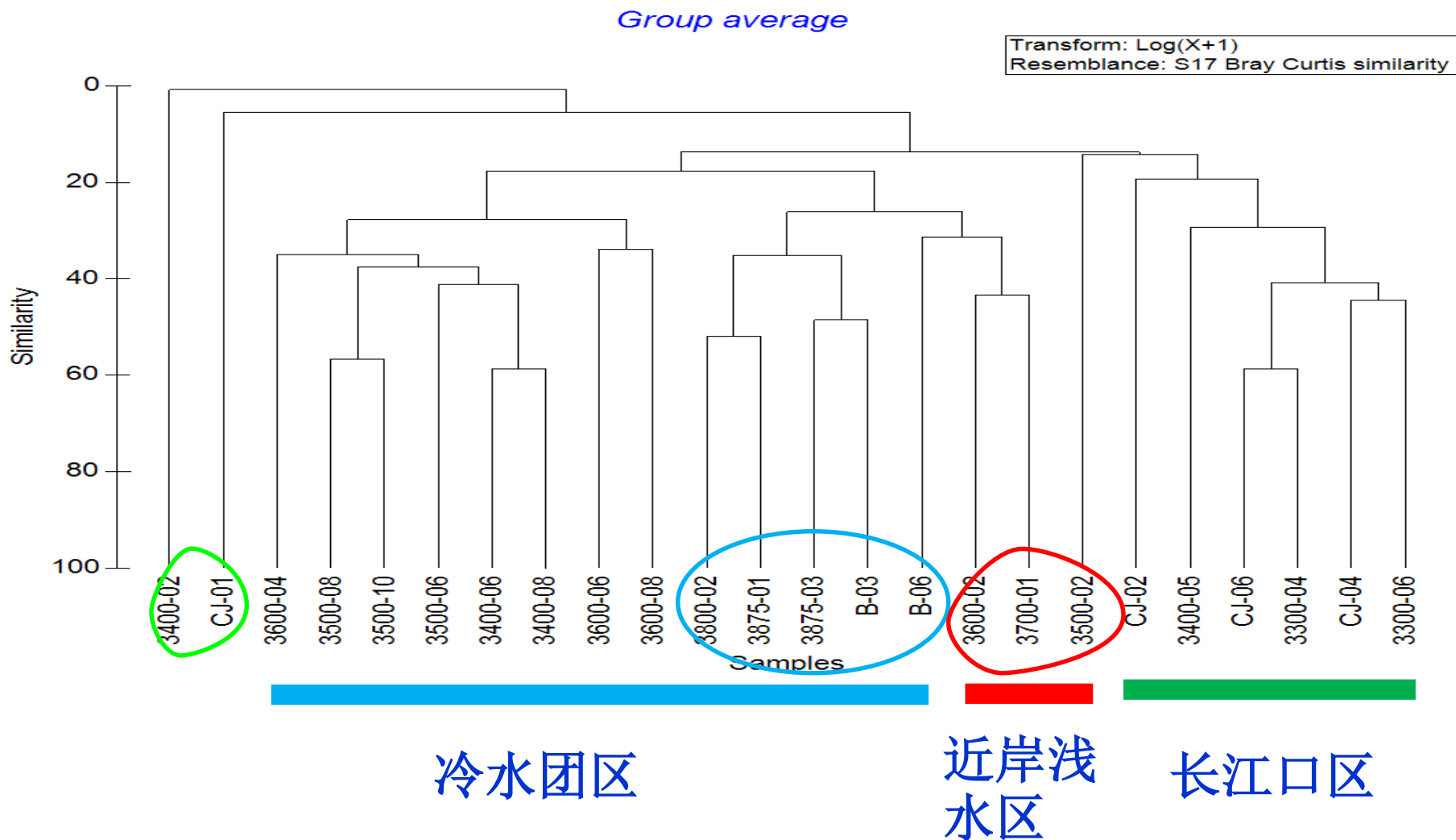
活体&温盐深 Spearman相关系数		温度	盐度	水深	
<b>D81</b>		相关系数	<b>.426*</b>	-.169	-.362
		Sig. (双侧)	<b>.038</b>	.430	.082
<b>H2</b>		相关系数	.121	<b>-.523**</b>	<b>-.536**</b>
		Sig. (双侧)	.574	<b>.009</b>	<b>.007</b>
<b>H6*</b>		相关系数	-.150	<b>.438*</b>	<b>.417*</b>
		Sig. (双侧)	.483	<b>.032</b>	<b>.043</b>
<b>H9</b>		相关系数	<b>.436*</b>	.060	-.166
		Sig. (双侧)	<b>.033</b>	.781	.440
<b>H10</b>		相关系数	.255	-.182	<b>-.407*</b>
		Sig. (双侧)	.229	.394	<b>.048</b>
<b>H16</b>		相关系数	<b>-.418*</b>	.180	.274
		Sig. (双侧)	<b>.042</b>	.401	.195
<b>H25</b>		相关系数	-.354	<b>.595**</b>	<b>.737**</b>
		Sig. (双侧)	.090	<b>.002</b>	<b>.000</b>
<b>H26</b>		相关系数	-.144	<b>.709**</b>	<b>.681**</b>
		Sig. (双侧)	.502	<b>.000</b>	<b>.000</b>
<b>H28</b>		相关系数	<b>-.414*</b>	.108	.264
		Sig. (双侧)	<b>.044</b>	.616	.213
<b>H36=D45</b>		相关系数	-.262	<b>.637**</b>	<b>.587**</b>
		Sig. (双侧)	.215	<b>.001</b>	<b>.003</b>
<b>H43=H72</b>		相关系数	<b>-.454*</b>	.197	.253
		Sig. (双侧)	<b>.026</b>	.357	.234



# 有孔虫群落参数 vs .环境

总体群落参数相关系数		温度	盐度	水深
<b>Total abundance</b>	相关系数	-.023	.254	<b>.412*</b>
	Sig. (双侧)	.916	.231	<b>.045</b>
<b>Species richness (S)</b>	相关系数	<b>.533**</b>	-.045	-.067
	Sig. (双侧)	<b>.007</b>	.834	.756
<b>Margalef index (D)</b>	相关系数	<b>.481*</b>	-.074	-.119
	Sig. (双侧)	<b>.017</b>	.731	.579
<b>Shannon-Wiener index (H')</b>	相关系数	.244	-.401	<b>-.427*</b>
	Sig. (双侧)	.251	.052	<b>.038</b>
<b>Evenness (J')</b>	相关系数	.161	<b>-.675**</b>	<b>-.702**</b>
	Sig. (双侧)	.453	<b>.000</b>	<b>.000</b>

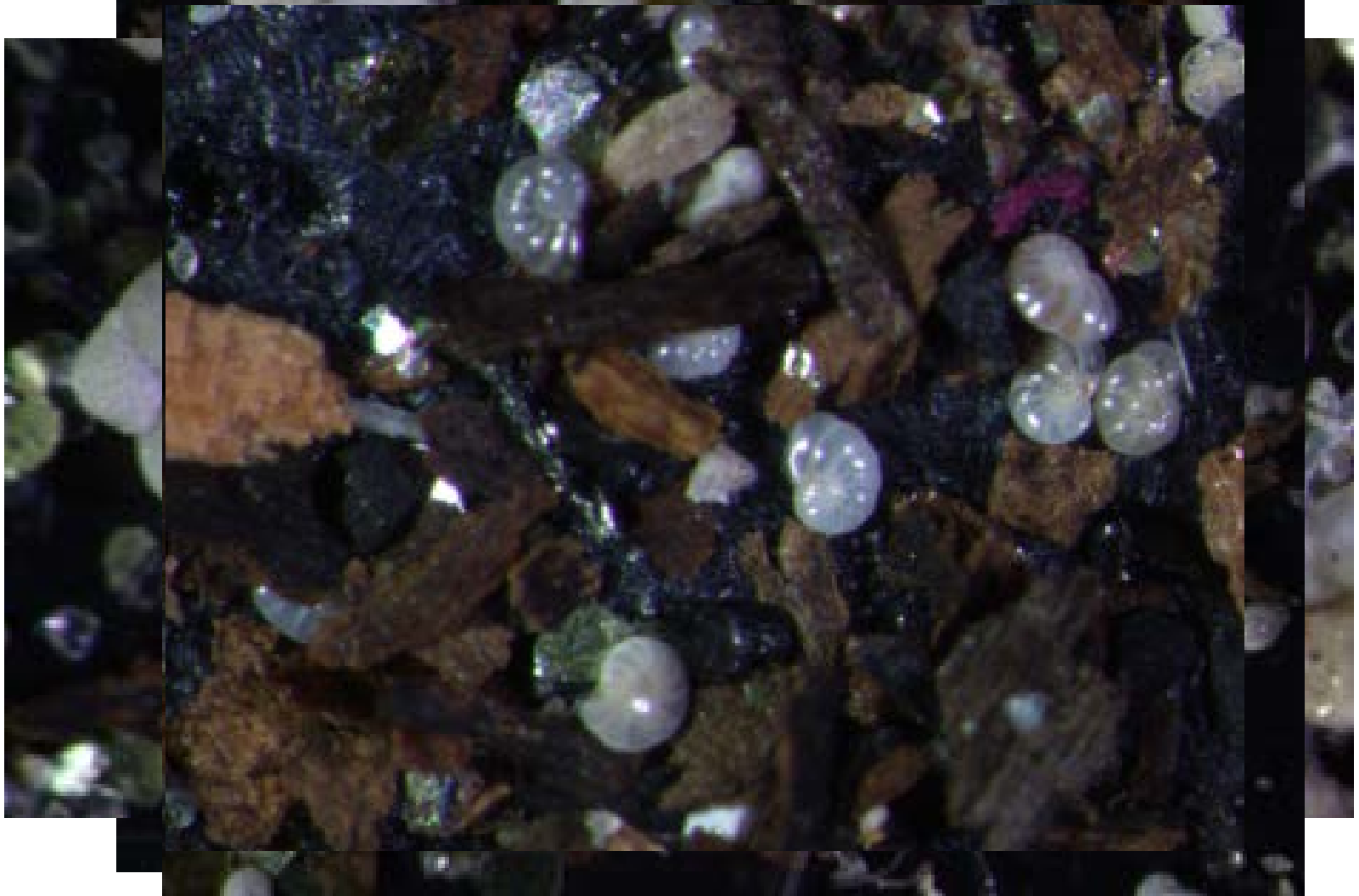
# 有孔虫分布聚类-CLUSTER



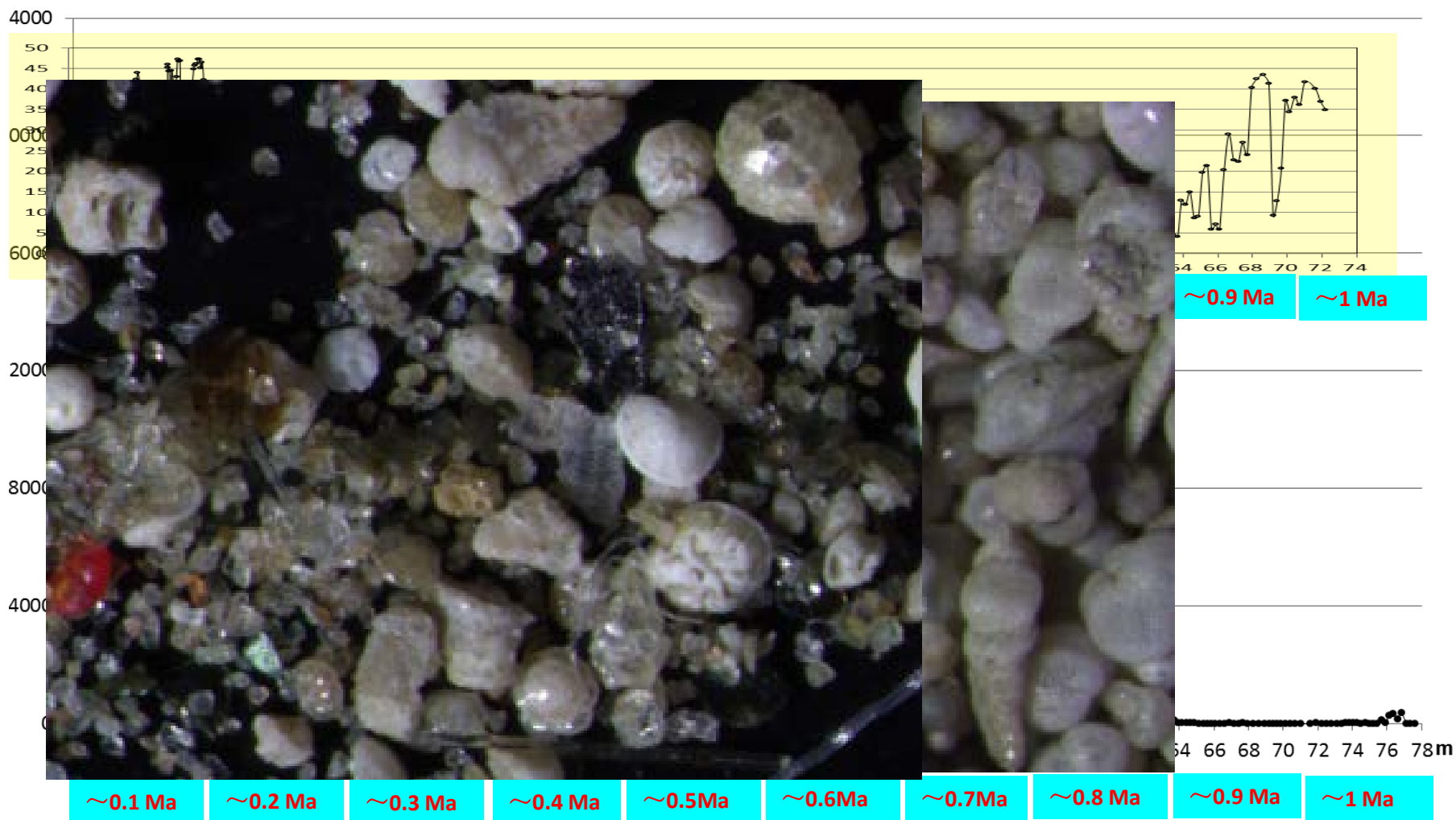
## Q-因子分析:

根据利用有孔虫进行的群落划分, 筛选优势种中与环境显著相关的种类进行量化, 确定四个功能群落:

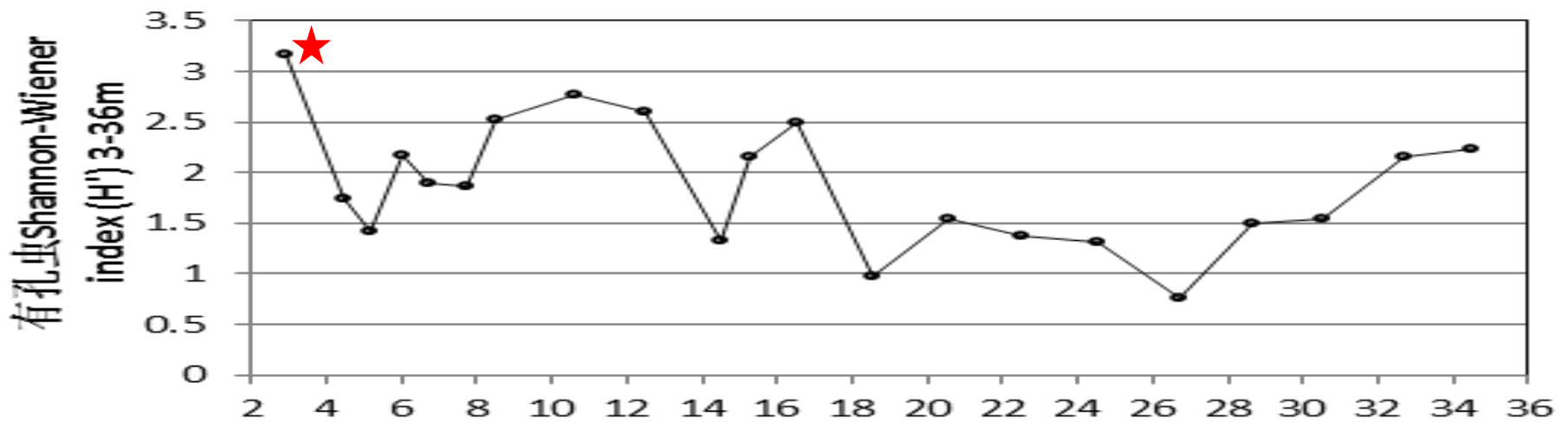
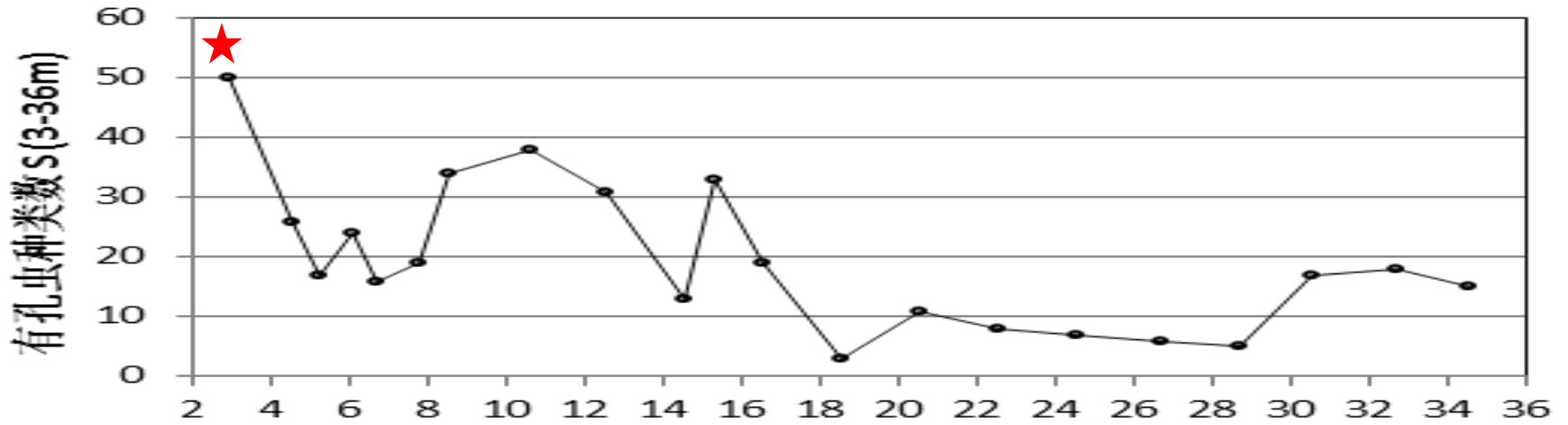
i 潮间带群落; ii 冷水团群落; iii 近岸浅水群落; iv 长江口群落



# 黄海100万年

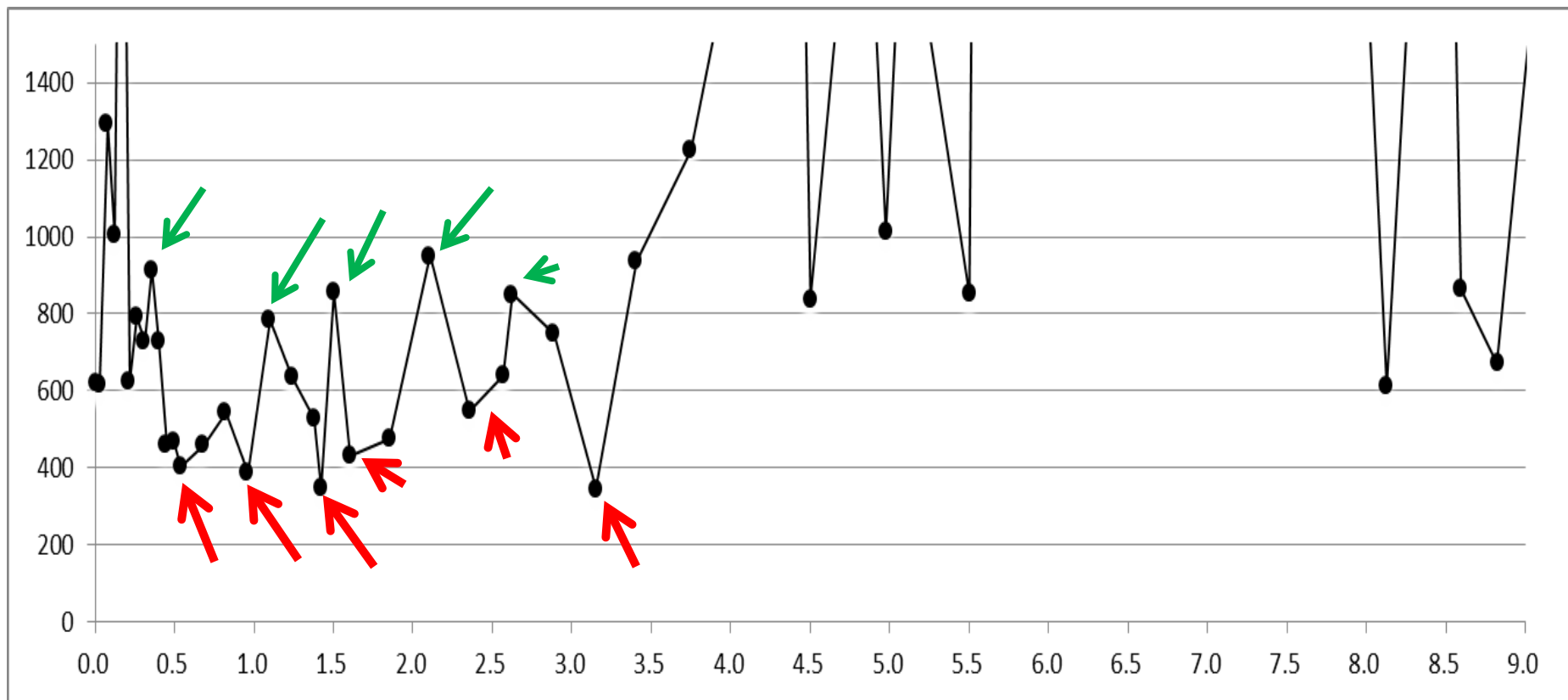


# 40万年



~35 Ka

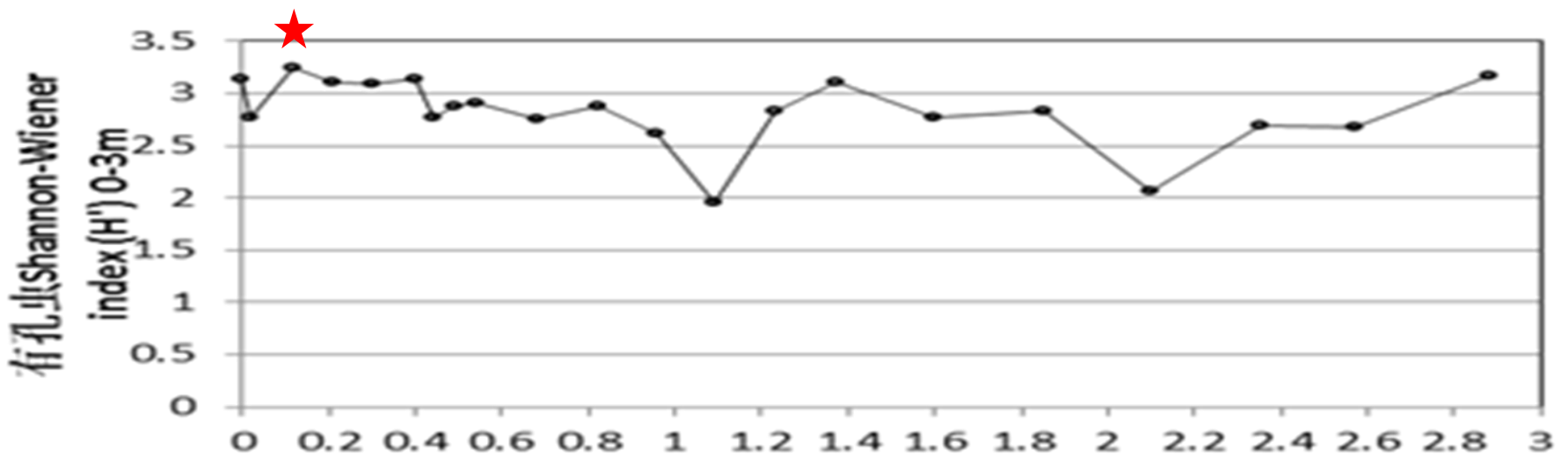
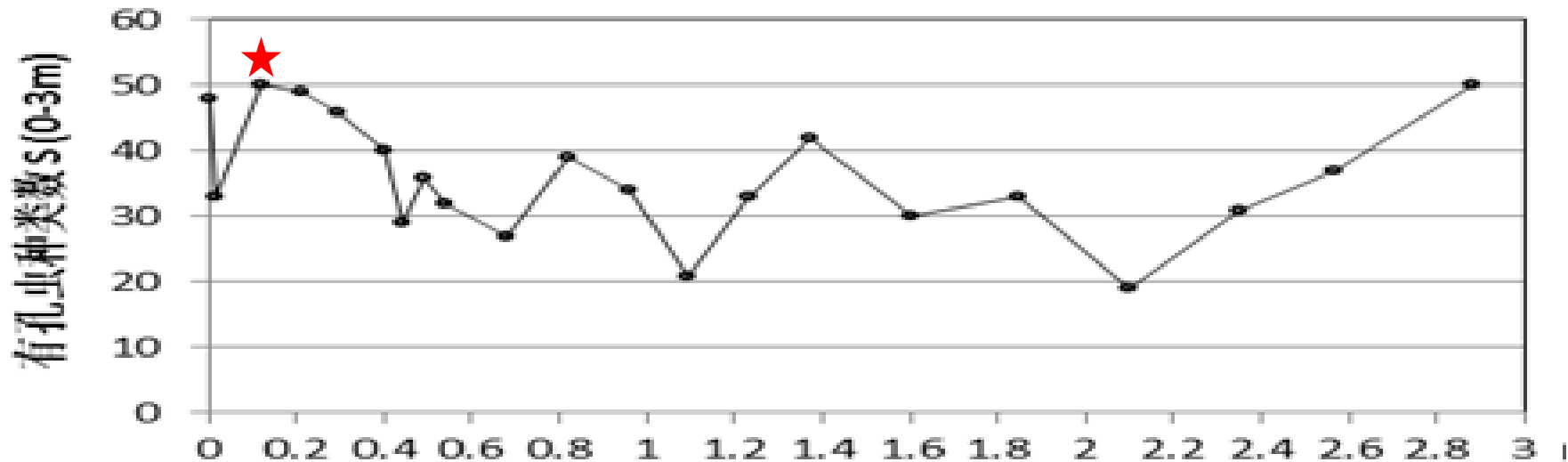
# 10万年



~10 Ka    ~20 Ka    ~30 Ka    ~40 Ka    ~50 Ka

100 Ka

# 4万年



~2 Ka

~35 Ka

# 小结

- 黄海有孔虫多样性和群落结构，与栖息地环境特征密切耦合。四个功能群落：潮间带、近岸浅水、冷水团、长江口。不同种类、功能群落指示黄海特定环境状态。
- 有孔虫的群落结构和分布受温度、盐度、深度的控制明显，深度影响最为重要。
- 百万年时间尺度呈递增趋势：  
陆地—海侵—海退—陆架浅海，3.5万年、~2500年。
- 依据功能群落划分和环境指示关系，黄海从陆地—多次海侵、海退—陆架浅海过程中，伴随着群落从潮间带沼泽群落/深水群落/近岸浅水群落/东海浮游群落的多次演替。
- 百年时间尺度呈递减趋势：  
群落演替（50年）：表层玻璃质壳vs.耐酸碱的砂质壳

下一步工作：实验培养条件下生态学+同位素定量+分子生物学



- **感谢老师前辈、朋友同行们的交流和建议!**
- **大家批评指正! 欢迎去青岛访问指导!**

**致  
谢  
!**

