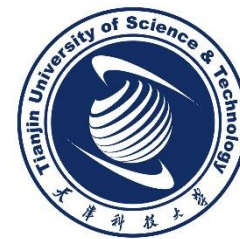




全国第十二届生物多样性科学与保护研讨会
2016年10月9-12日
北京



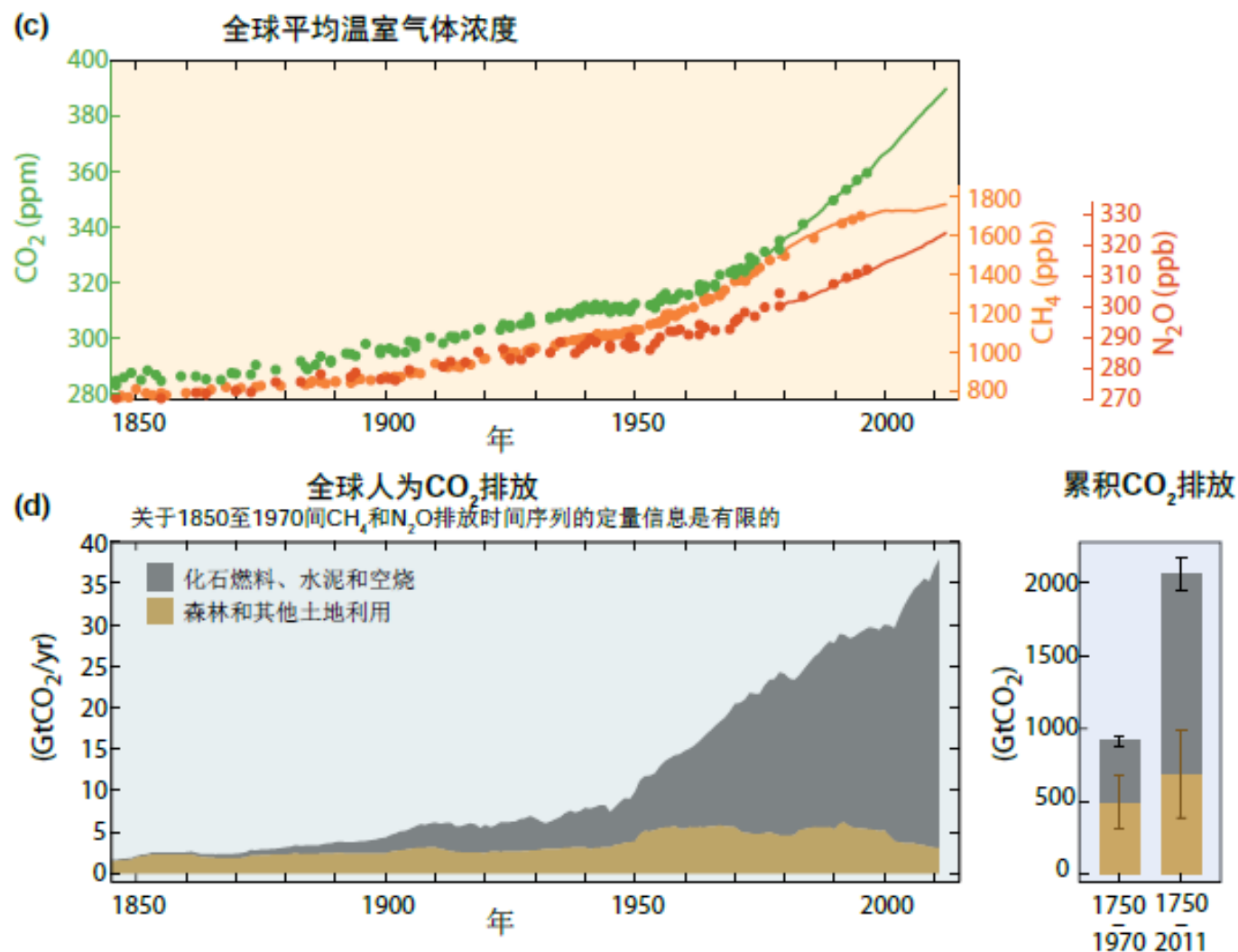
全球变化下海洋生物多样性

天津科技大学

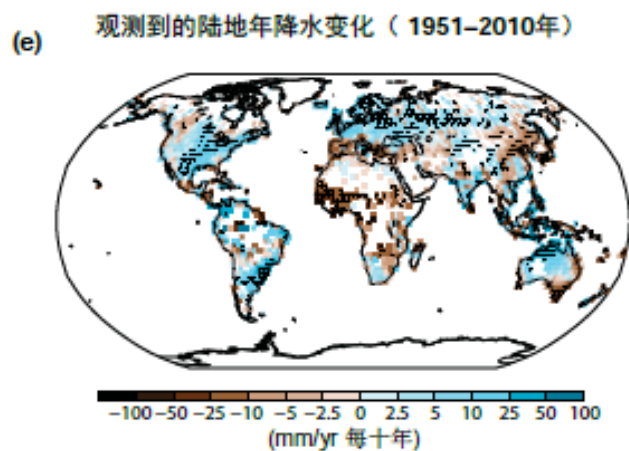
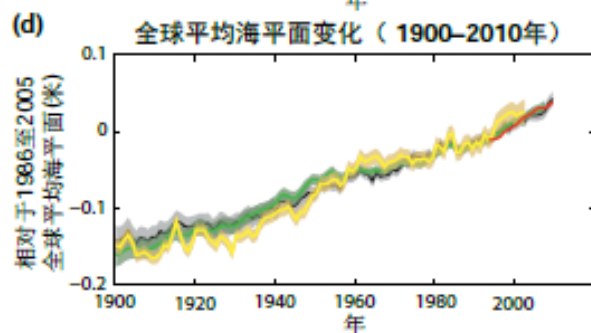
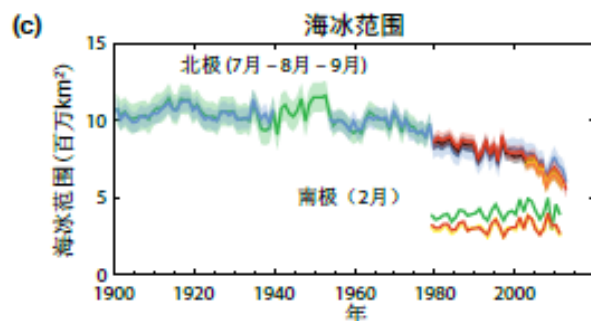
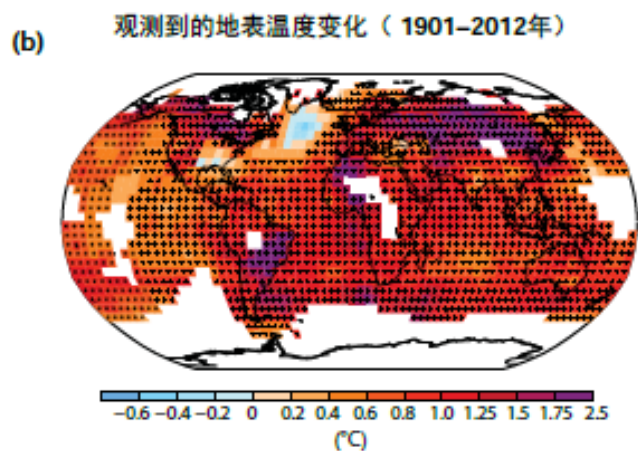
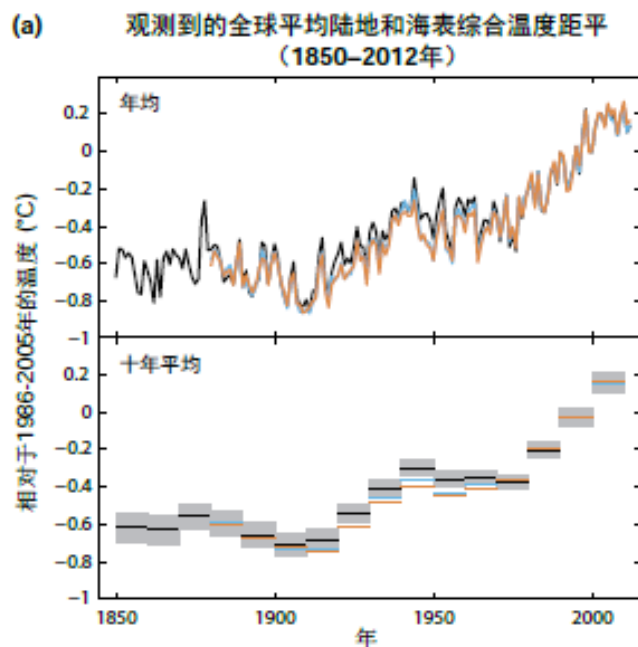
孙军 薛冰 张晓东

北京怀柔2016.10.11

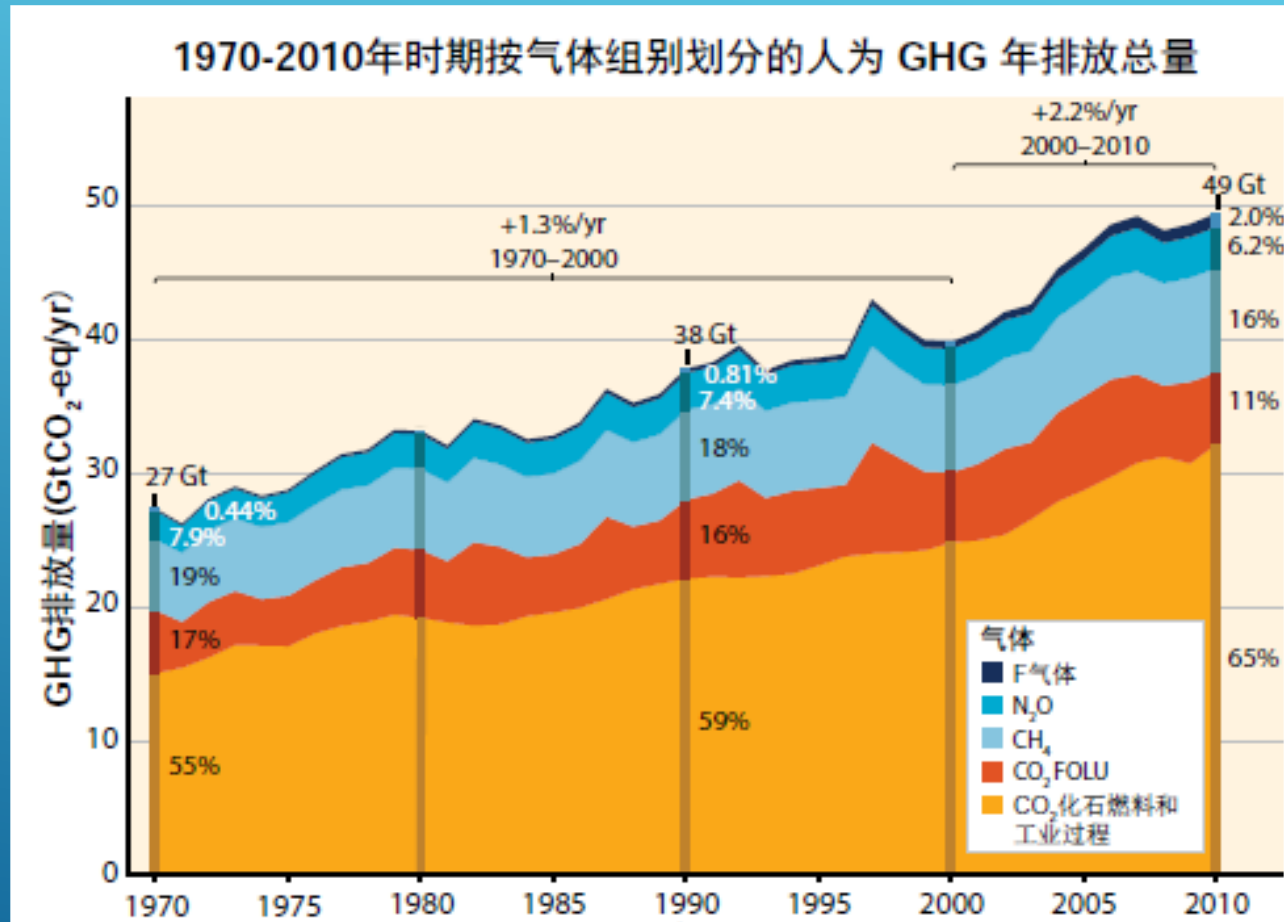
1.全球变化：气温升高



1. 全球变化：气温升高

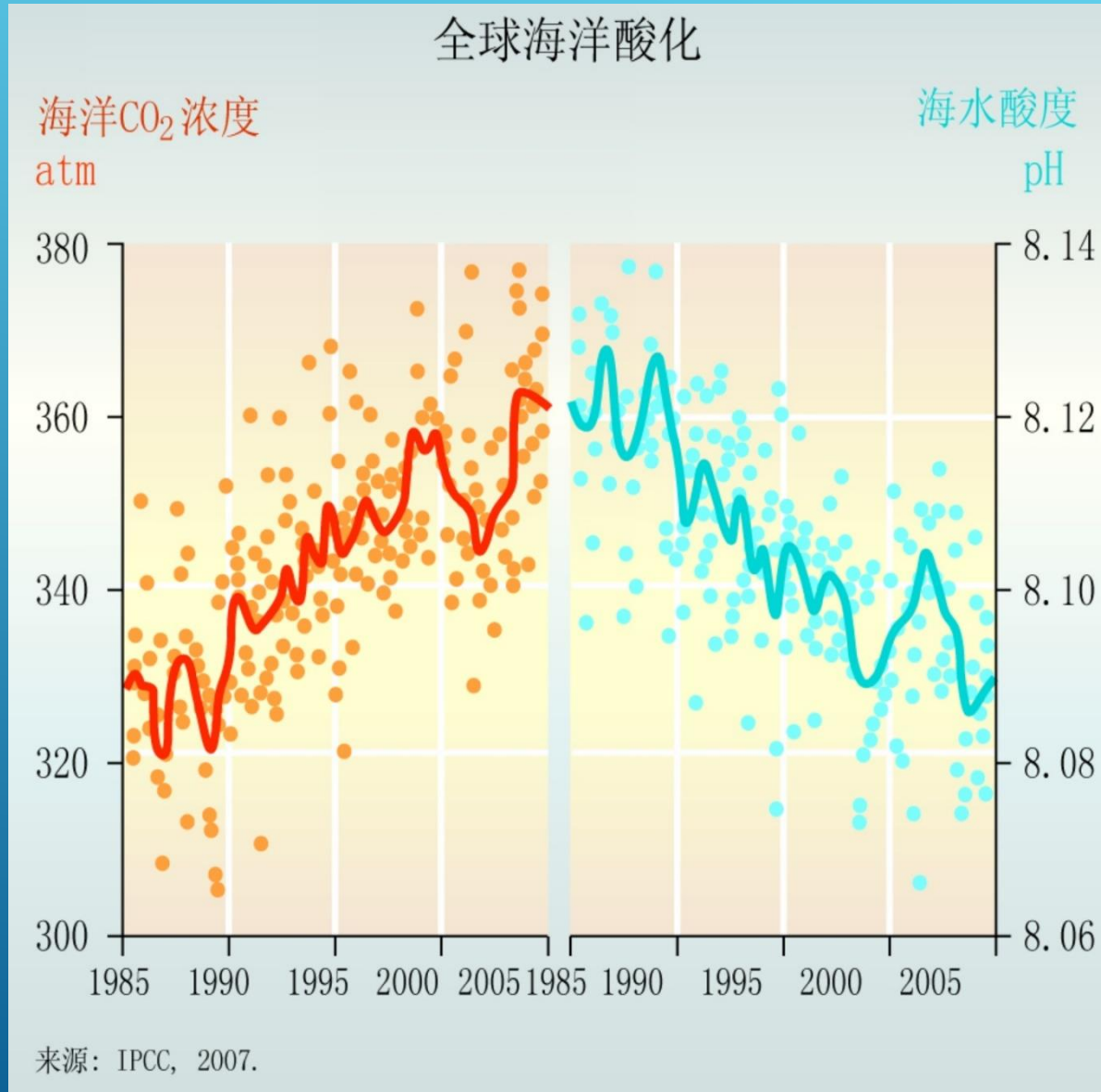


1.全球变化： CO₂ 浓度升高



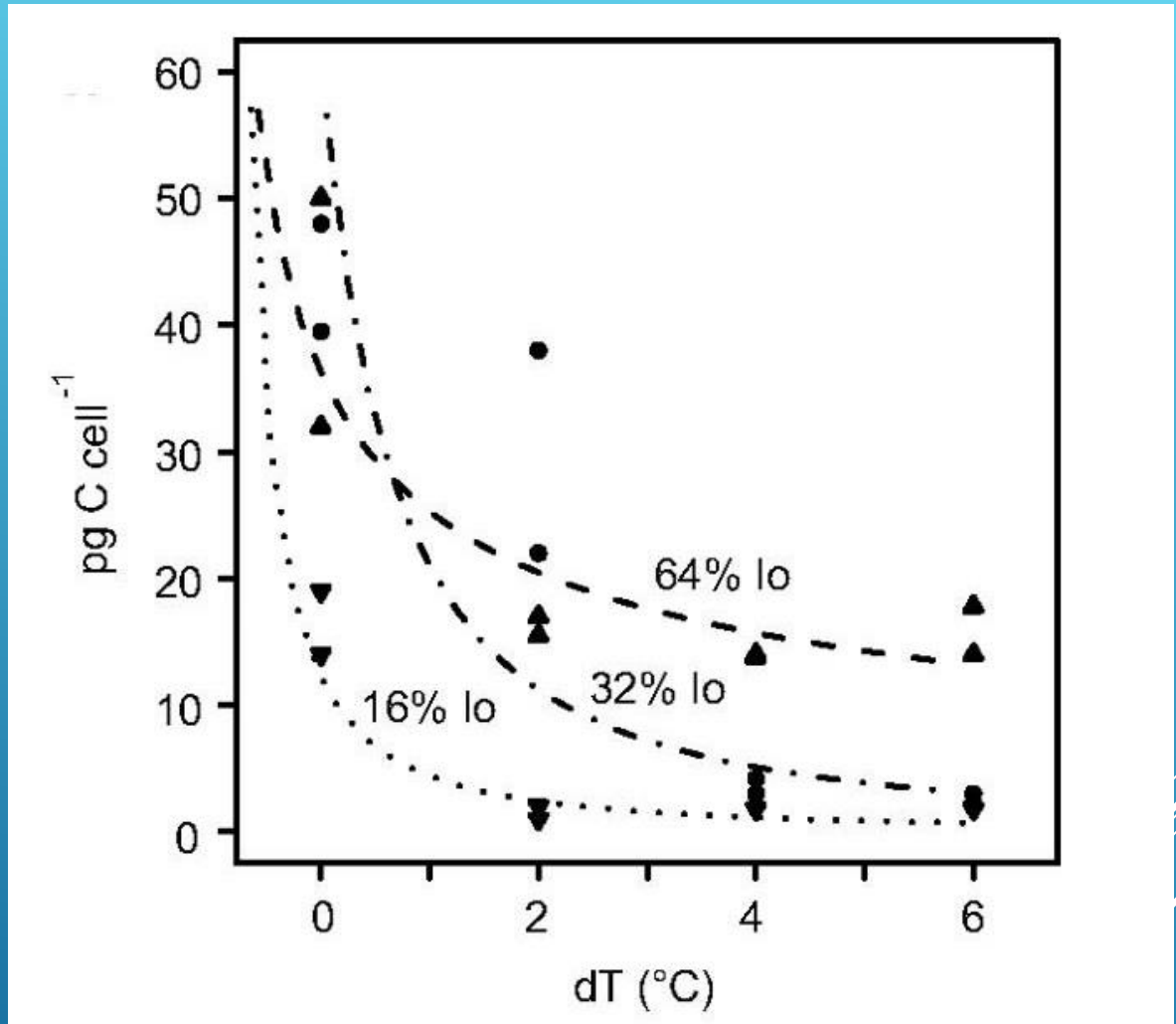
CO₂ 浓度升高
主要是经济发展
和人口增长
造成的

1.全球变化： 海洋酸化



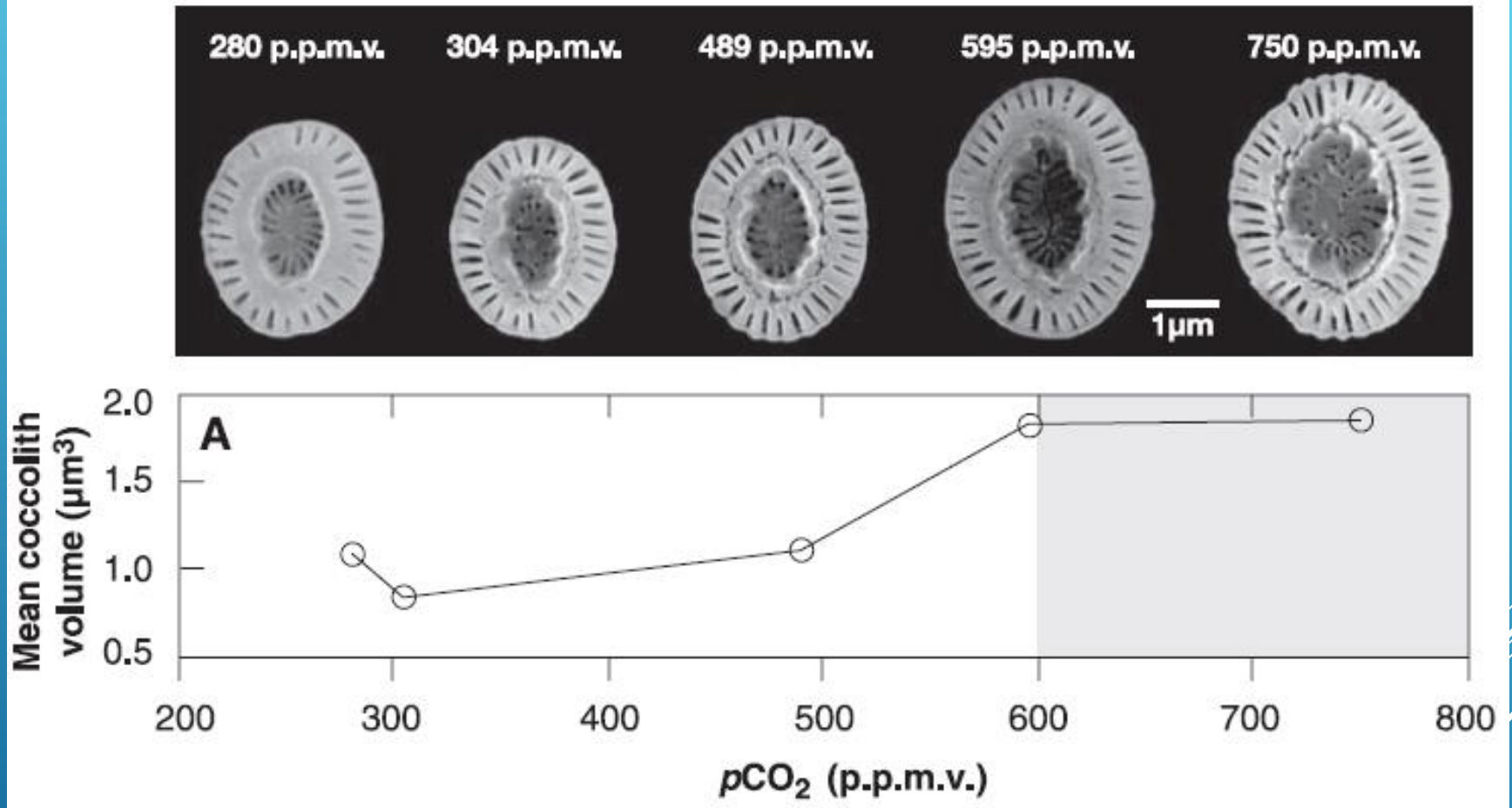
2.海洋生物响应—浮游植物

海水表层暖化造成的上层海水层化及紫外辐射的增强会促进浮游植物群落向更小细胞组成占优势的方向演替 (Hallegraeff, 2010)



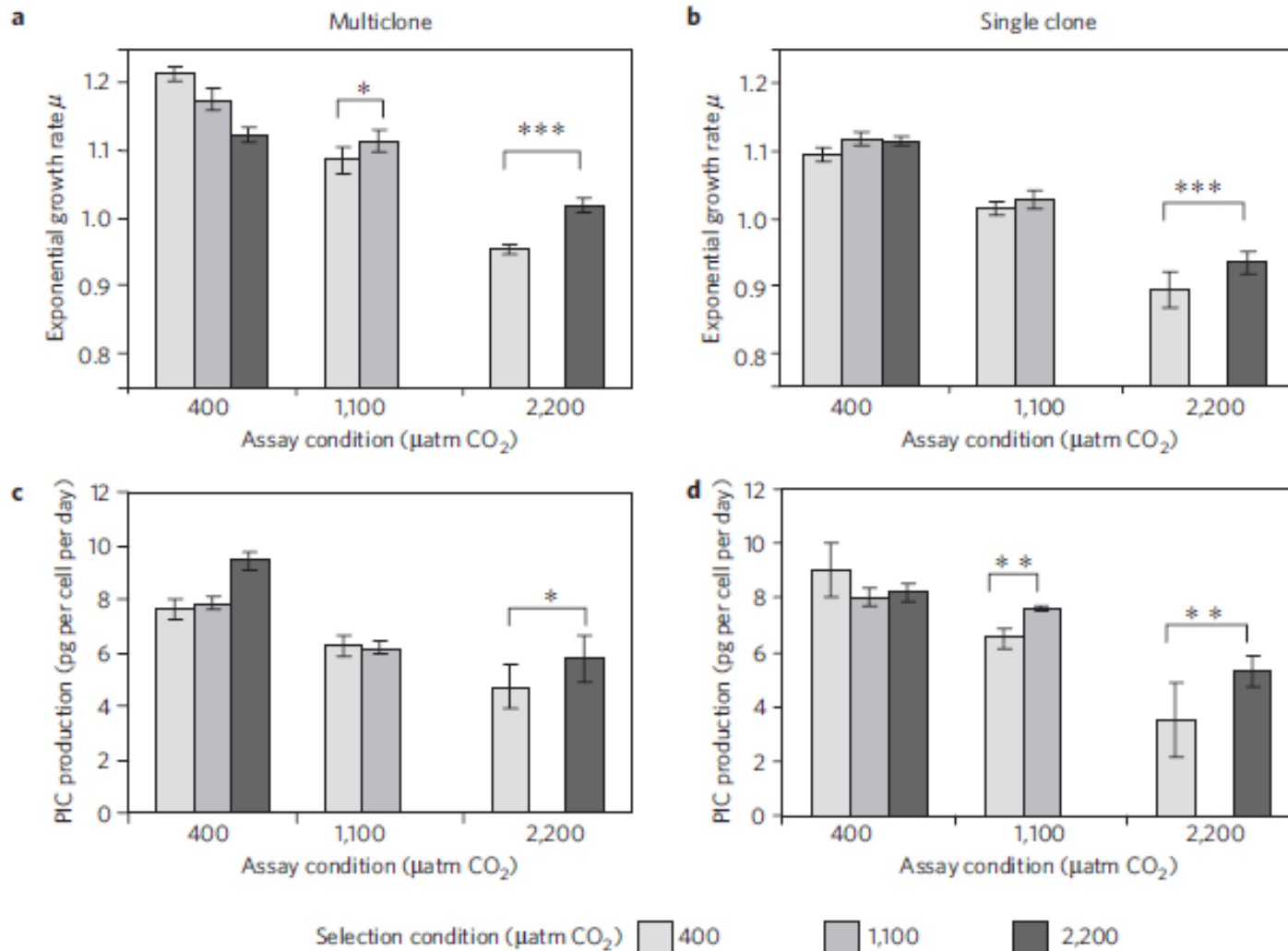
不同暖化 (dT) 及光照条件下, 浮游植物平均细胞大小 (遮光率 (Io) ; 16% Io: 倒三角形; 32% Io: 圆圈; 64% Io: 正三角形) (Daufresne et al, 2009)

2.海洋生物响应—浮游植物



高 CO_2 下, 赫氏艾密里藻的钙化及净初级生产都会增加 (Iglesias-Rodriguez et al, 2008)

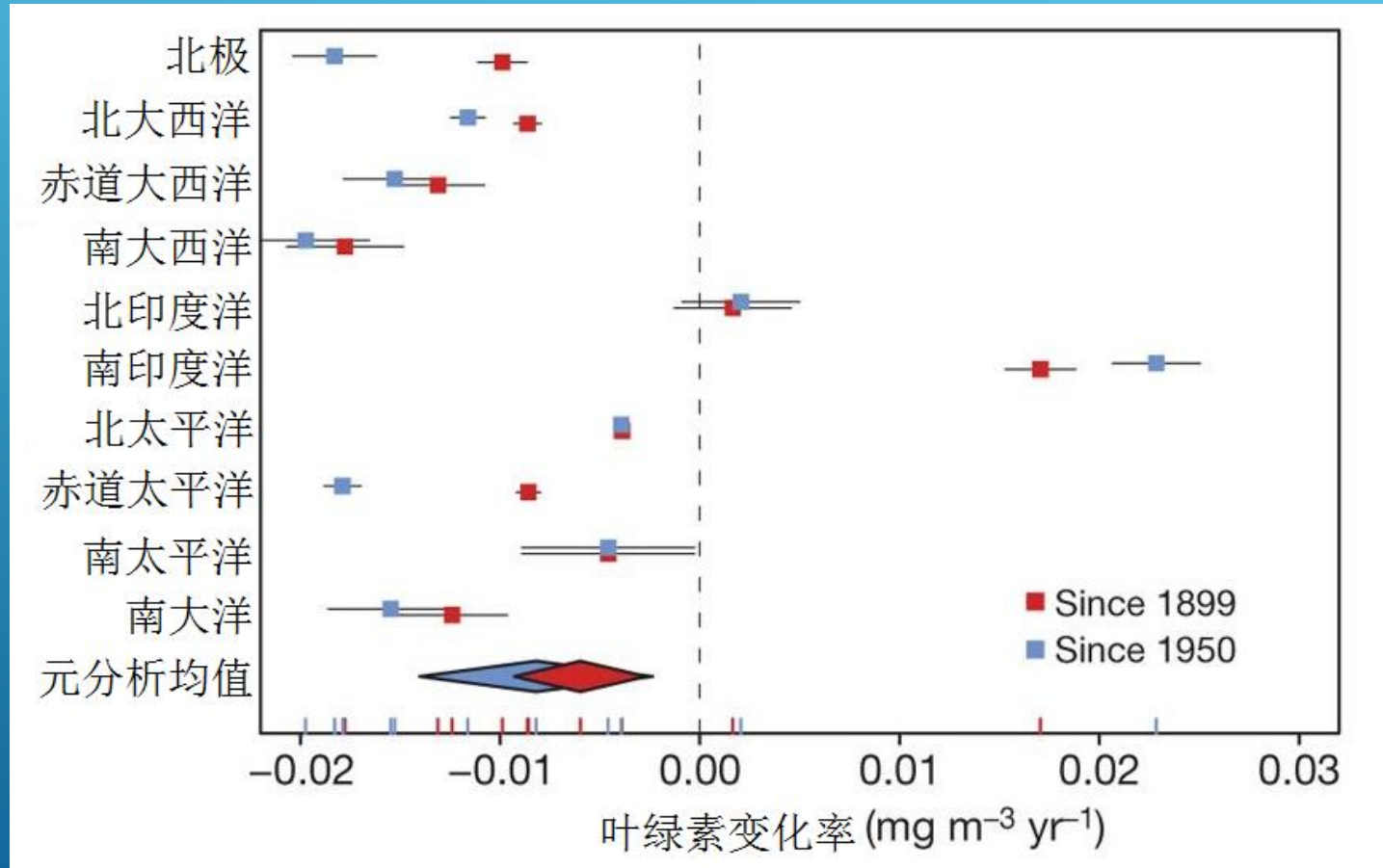
2.海洋生物的反应—浮游植物



酸化会促进
赫氏艾密里
藻生长, 但
会使其钙化
速率降低
(Lohbeck et
al, 2012)

2.海洋生物响应—浮游植物

全球海洋的叶绿素浓度呈下降趋势, 太平洋东部、印度洋北部及东部海区的叶绿素浓度增加, 高纬度地区($>60^\circ$)则相反

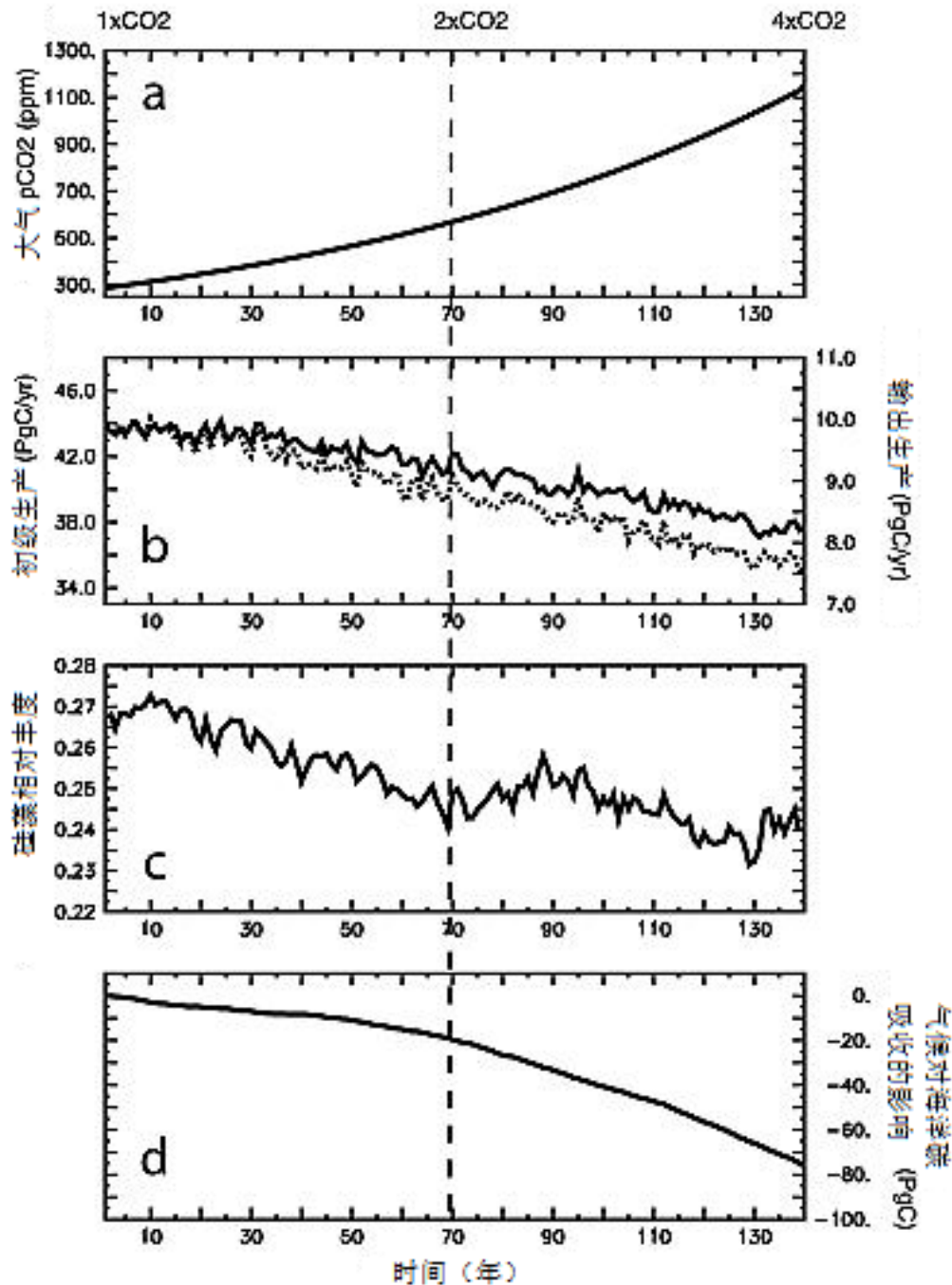


各地区叶绿素的平均瞬时变化率, 置信区间为95%。(重绘自Boyce et al, 2010)

2.海洋生物的响应—浮游植物

硅藻相对丰度降低，浮游植物群落结构发生改变

(a)大气 CO_2 分压变化, (b)全球初级生产 PgC y^{-1} (实线, 左轴)以及100m层的全球颗粒输出(虚线, 右轴), (c)硅藻对总叶绿素的平均贡献, (d)气候变化对海洋碳吸收的累积影响 (PgC)(引自Bopp et al, 2005)



2.海洋生物响应—浮游植物

在高紫外辐射下时,一些硅藻很难生存,如中肋骨条藻 (*Skeletonema costatum*),但也有一些硅藻,如咖啡形双眉藻 (*Amphora coffeaeformis*)、长耳齿状藻(*Odontella aurita*)能适应高强度的紫外辐射(Fouqueray et al, 2007)。

Growth rates (d^{-1}) of *Amphora coffeaeformis*, *Odontella aurita* and *Skeletonema costatum* grown under $100 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ without exposure to UVR (control) and between days 1–3, and 3–5, of UVR exposure, (means $\pm$ SE, $n = 4$)

	Control	Day 1–3	Day 3–5
<i>Amphora coffeaeformis</i>	0.35 ± 0.06^a	0.12 ± 0.03^b	0.27 ± 0.09^a
<i>Odontella aurita</i>	0.33 ± 0.02^a	0.13 ± 0.03^b	0.23 ± 0.05^c
<i>Skeletonema costatum</i>	0.23 ± 0.12	n.g.	n.d.

n.g.: no growth; n.d.: not determined. For each species, non-significantly different data share the same superscript letter (Tukey's test, $p \leq 0.05$).

Chlorophyll *a* ($\mu\text{g Chl } a \cdot 10^{-6} \text{ cells}$) content of *Amphora coffeaeformis*, *Odontella aurita* and *Skeletonema costatum* before and after UVR exposure on each experimental day, (means $\pm$ S.E., $n = 3$)

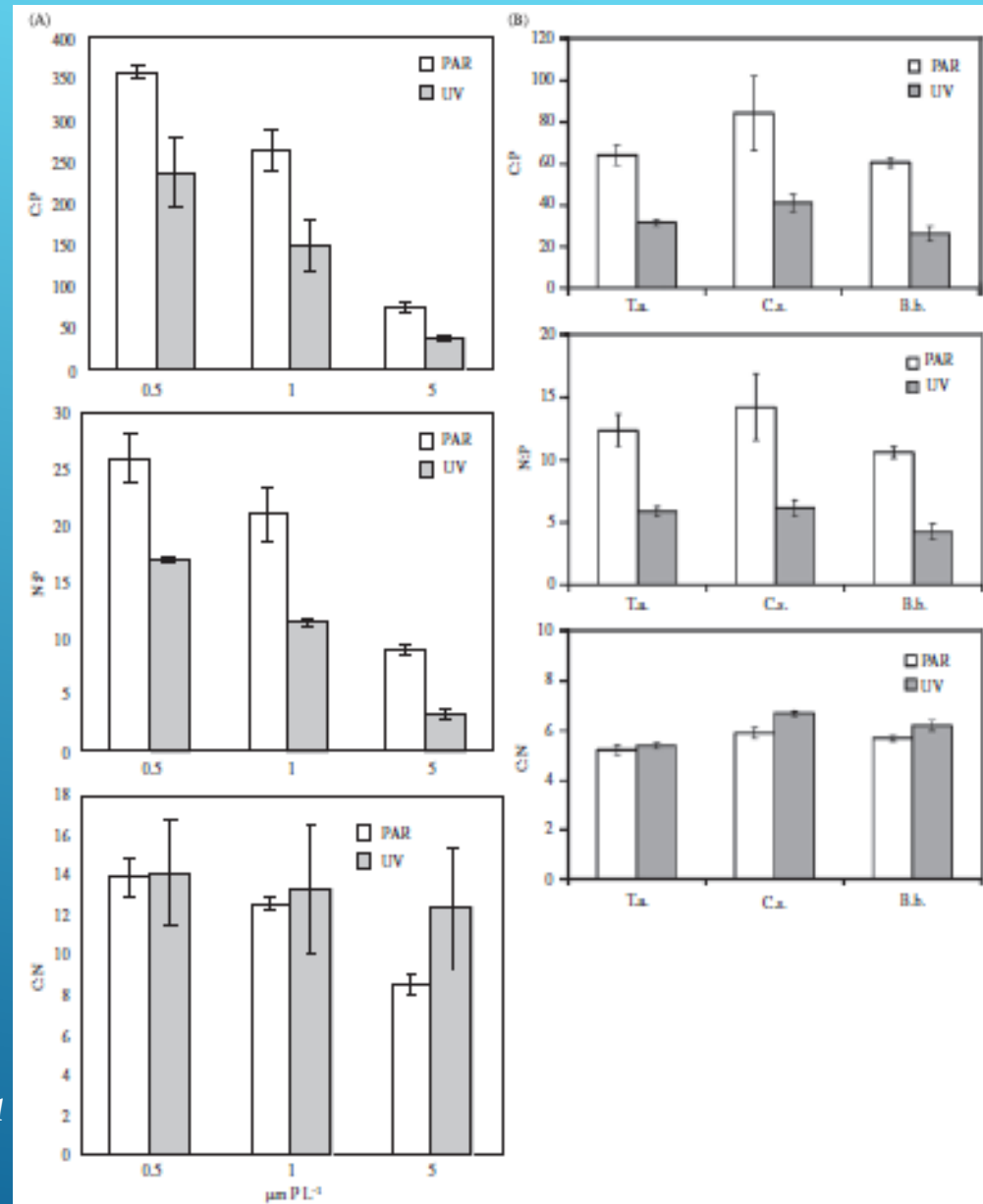
	Control	Day 1	Day 3	Day 5
<i>Amphora coffeaeformis</i>	2.20 ± 0.31^a	2.23 ± 0.28^a	3.52 ± 0.28^a	3.69 ± 0.44^b
<i>Odontella aurita</i>	4.96 ± 1.05^a	5.78 ± 1.29^a	6.57 ± 1.77^a	7.21 ± 1.68^a
<i>Skeletonema costatum</i>	0.73 ± 0.23^a	0.67 ± 0.24^a	1.54 ± 0.62^a	n.d.

n.d.: not determined. For each species, non-significantly different data share the same superscript letter (Tukey's test, $p \leq 0.05$).

2.海洋生物的响应—浮游植物

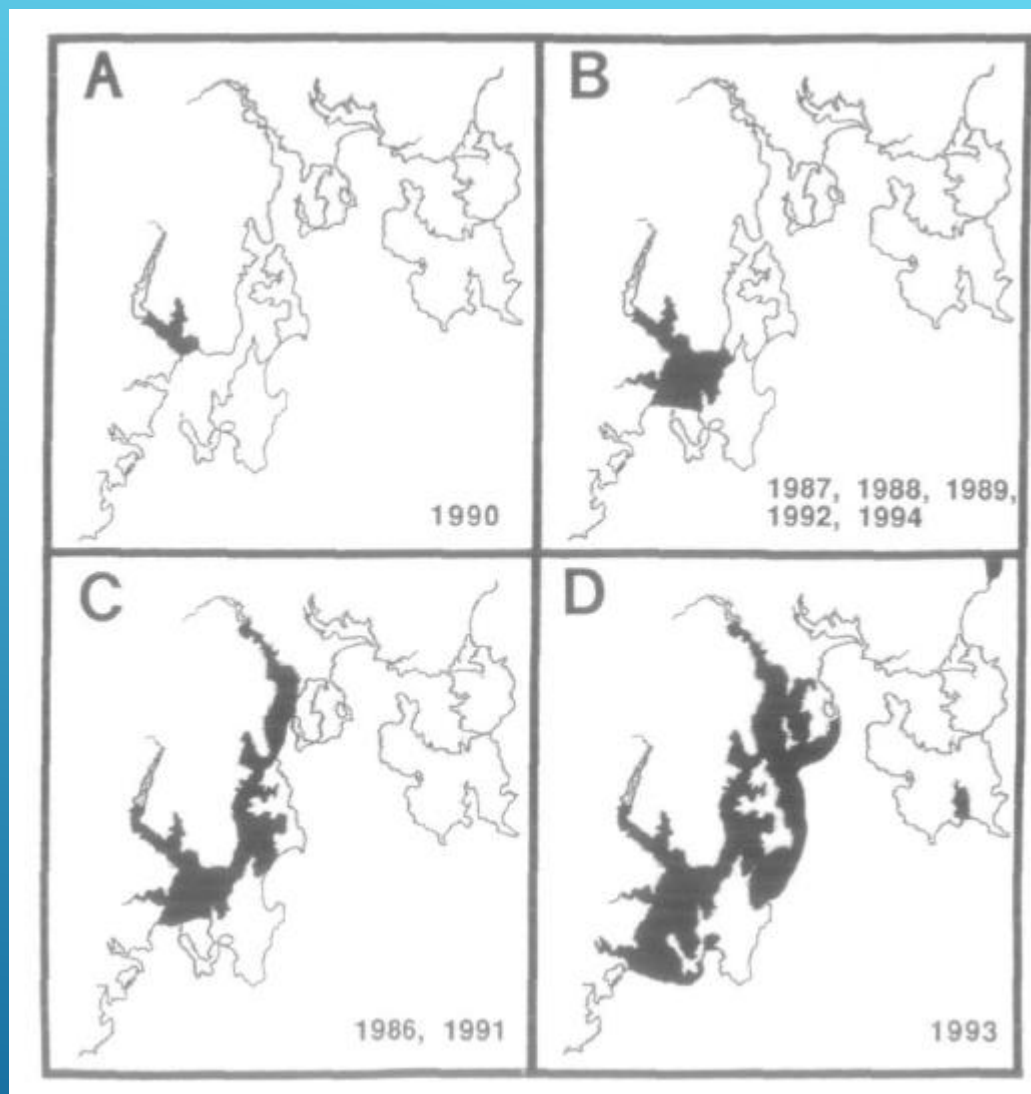
太阳辐射会引起浮游植物体内C:N:P的变化, 会降低浮游植物细胞的C:P或N:P (Hessen et al, 2008)

(A)羊角月牙藻*Selenastrum capricornutum*; (B)*Thalassiosira antarctica* var. *boreali*, 聚生角毛藻*Chaetoceros socialis* 以及*Bacteriosira bathyomphala*(Hessen et al, 2008)



2.海洋生物的响应—浮游植物

受全球气候变化的影响,东澳大利亚流加强,有毒冈比亚藻(*Gambierdiscus toxicus*)的分布范围随之由 25° S向南扩大到 37° S (Hallegraeff, 2010)。



塔斯马尼亚南部海区(Hallegraeff, 2010)

2.海洋生物响应—浮游植物

- ◆ 层化加强阻碍营养盐的向上涌升, 导致表层海水营养盐缺乏。个体小的浮游植物由于细胞表面积与体积比值大, 它们能快速地进行营养盐交换(Litchman et al, 2007)。因此, 营养盐浓度低会促进浮游植物向**个体更小**的方向发展。
- ◆ 层化会抑制硅藻的生长, 而促进甲藻的生长(Granéli & Moreira, 1990; Doblin et al, 2005), 从而使浮游植物群落向**甲藻**演替。

2.海洋生物的反应—浮游植物

链状裸甲藻(*Gymnodinium catenatum*)与塔玛亚历山大藻(*Alexandrium tamarense*)的水华发生与河流的淡水输入有关 (Hallegraeff et al, 1995; Anderson, 1997)

Table I. Summary of *Gymnodinium catenatum* blooms, shellfish toxicity and environmental variables in southern Tasmanian waters during 1986–1994

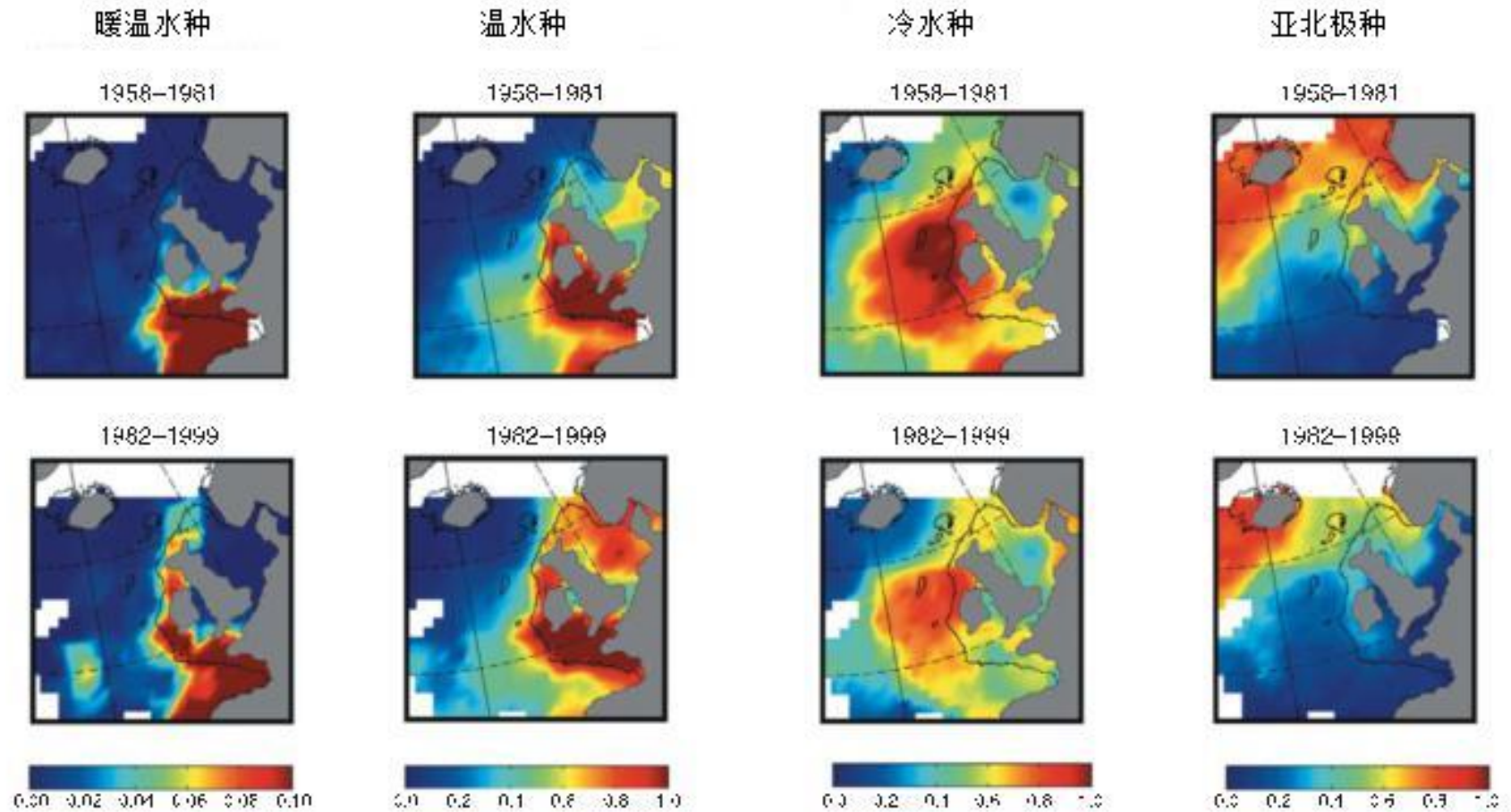
Year	Maximum toxicity (μg PSP per 100 g)	Date of first toxicity	Huon River discharge in preceding 3 weeks (megalitres)	Water temperature at first bloom ($^{\circ}\text{C}$)	Affected areas
1986	8350	Mar 4	121 300	16	Huon, Esperance, Channel
1987	1140	May 3	69 400	13–14	Huon, Esperance
1988	2052	Apr 15	12 200	16	Huon, Esperance
1989	930	Mar 7	13 500	16–17	Huon, Esperance
1990	199	Jun 21	(112 400)	11–12	Huon
1991	9210	Apr 14	161 300	14	Huon, Esperance, Channel
1992	1050	Jan 8	57 800	14	Huon, Esperance
1993	17000	Mar 16	113 600	16	Huon, Esperance, Channel, Adventure Bay, Port Arthur
1994	2228	May 17	43 104	12	Huon, Esperance

(Hallegraeff et al, 1995)

2.海洋生物响应—浮游植物

- ◆ 巴哈马梨甲藻(*Pyrodinium bahamense*)的水华与厄尔尼诺现象呈正相关关系(Maclean, 1989; Azanza & Max Taylor, 2001), 米氏凯伦藻(*Karenia mikimotoi*)及其亲缘种的水华爆发与厄尔尼诺有关(Rhodes et al, 1993; Chang et al, 1998)。
- ◆ 冰川融化会导致海水盐度降低, 盐度会影响浮游植物渗透压, 有室内培养实验发现, 盐度低时浮游植物生长较快(Finkel et al, 2009)。海冰的损失在富营养的近岸区域比较明显, 因此海冰融化会提高该海域的初级生产力(Arrigo et al, 2008)

2.海洋生物响应—浮游动物

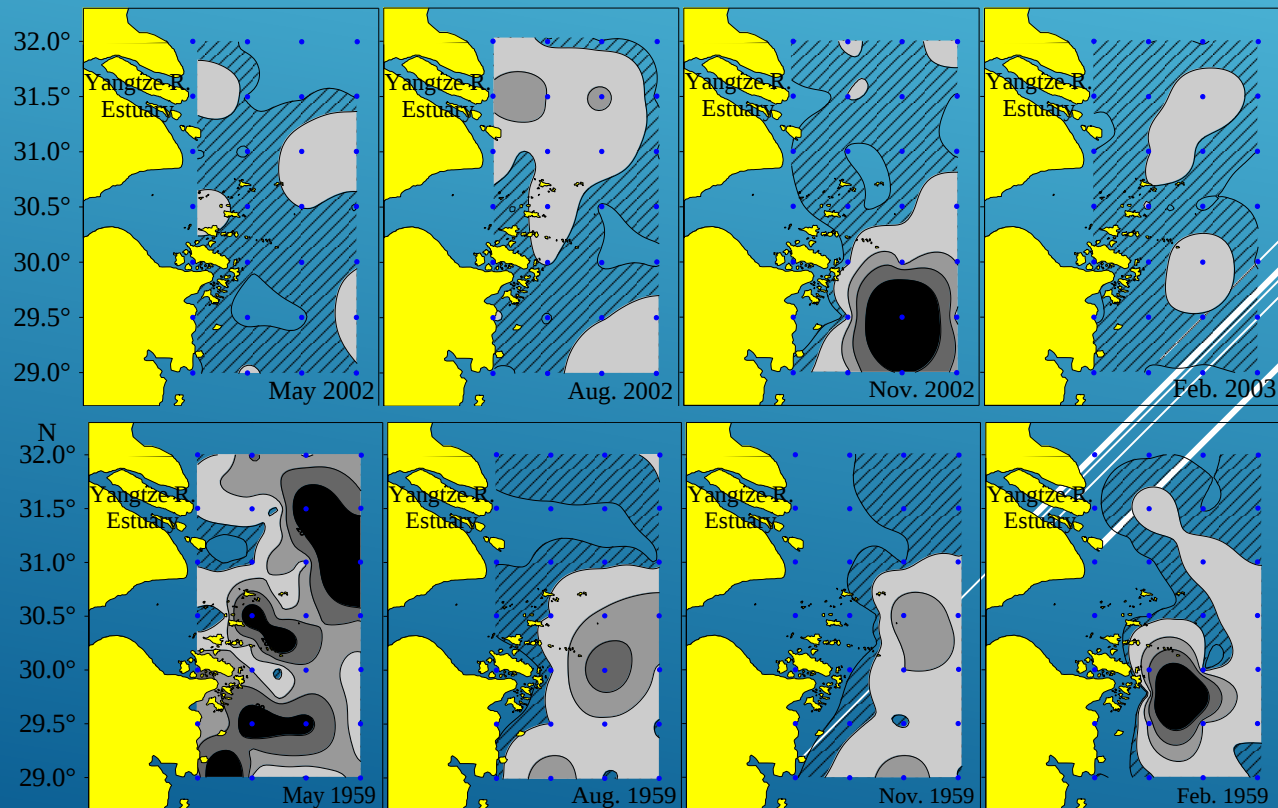
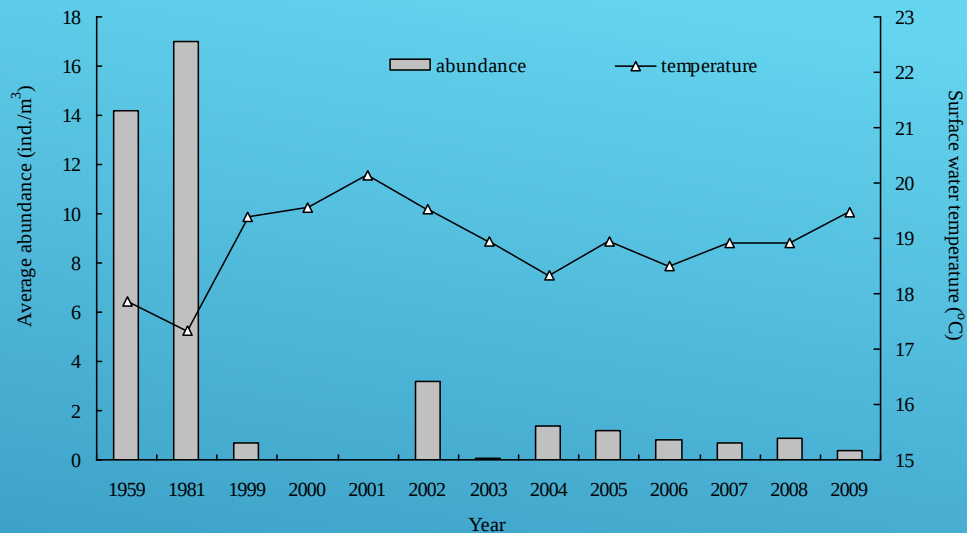


暖水性浮游动物的分布北移, 而冷水性物种分布范围缩小
大西洋东北部海区浮游动物的分布变化 (重绘自Hays et al, 2005)

2.海洋生物的响应 —浮游动物

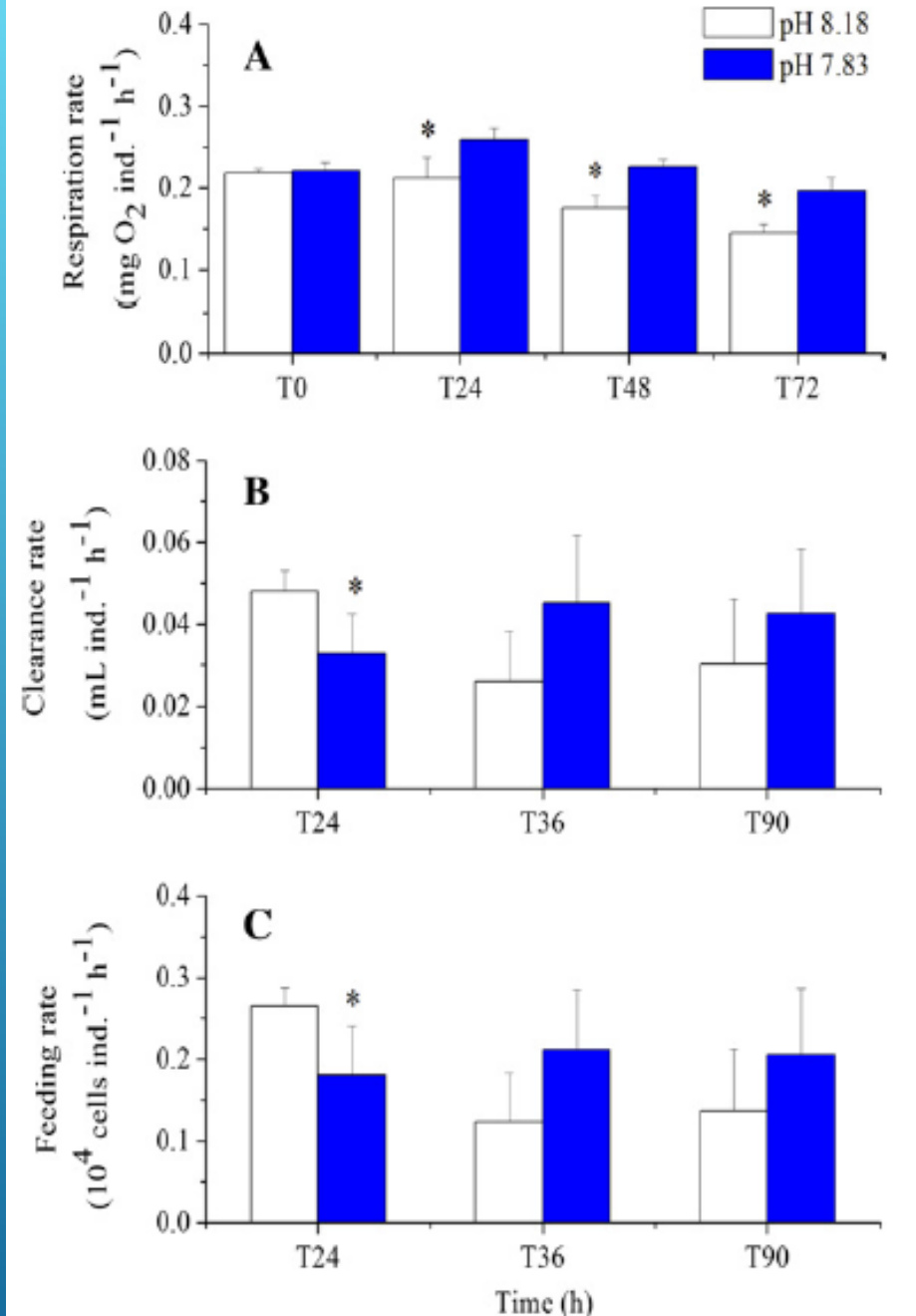
东海浮游动物
冷温种和暖温种
数量大幅下降, 亚
热带种及热带种
丰度增加, 优势种
发生变化(徐兆礼,
2011; Xu et al,
2013)

偏暖水性暖温种平滑真刺水蚤



2.海洋生物的响应 —浮游动物

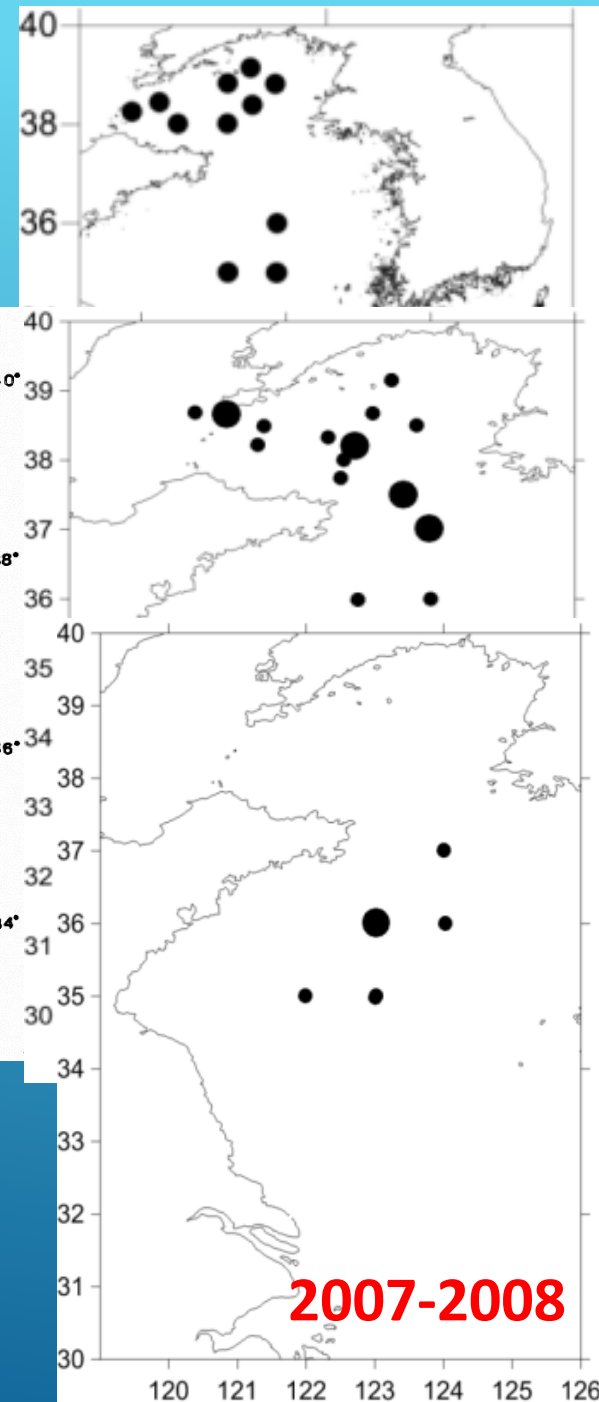
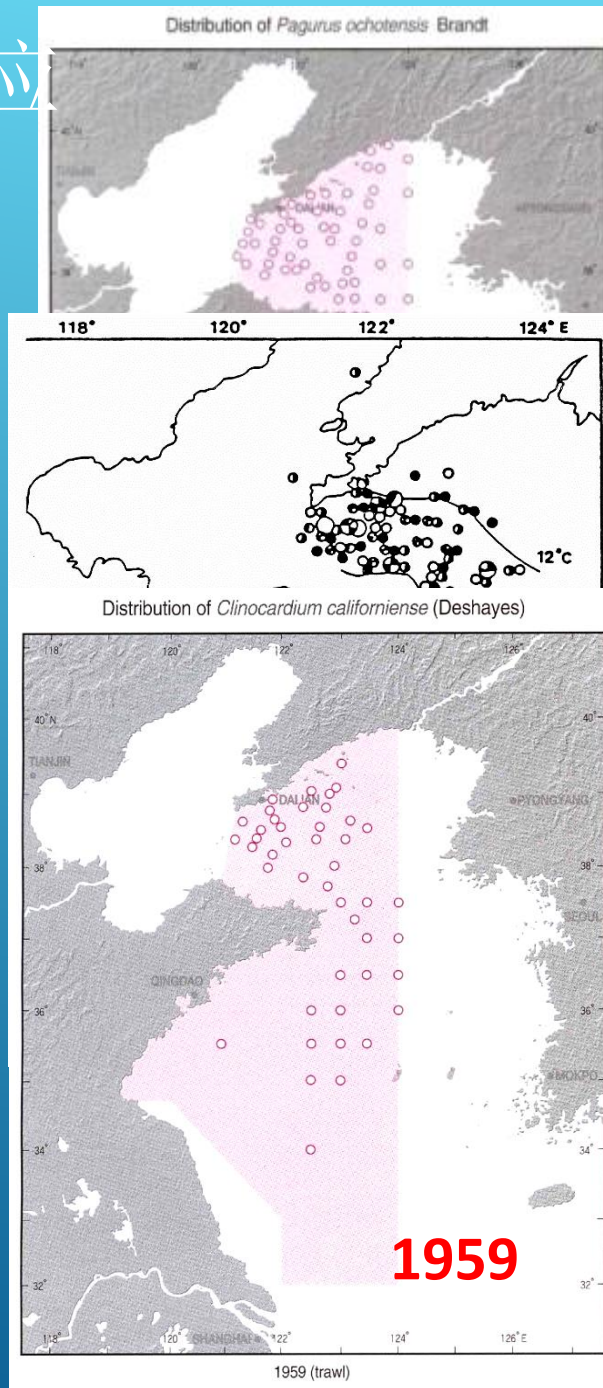
在高CO₂分压下,不同物种的摄食率表现不同,如哲水蚤(*Calanus*)的摄食率降低(De Kluijver et al, 2013),而瘦尾胸刺水蚤(*Centropages tenuiremis*)的摄食率却增高(Li and Gao, 2012)



瘦尾胸刺水蚤的呼吸及摄食率的变化

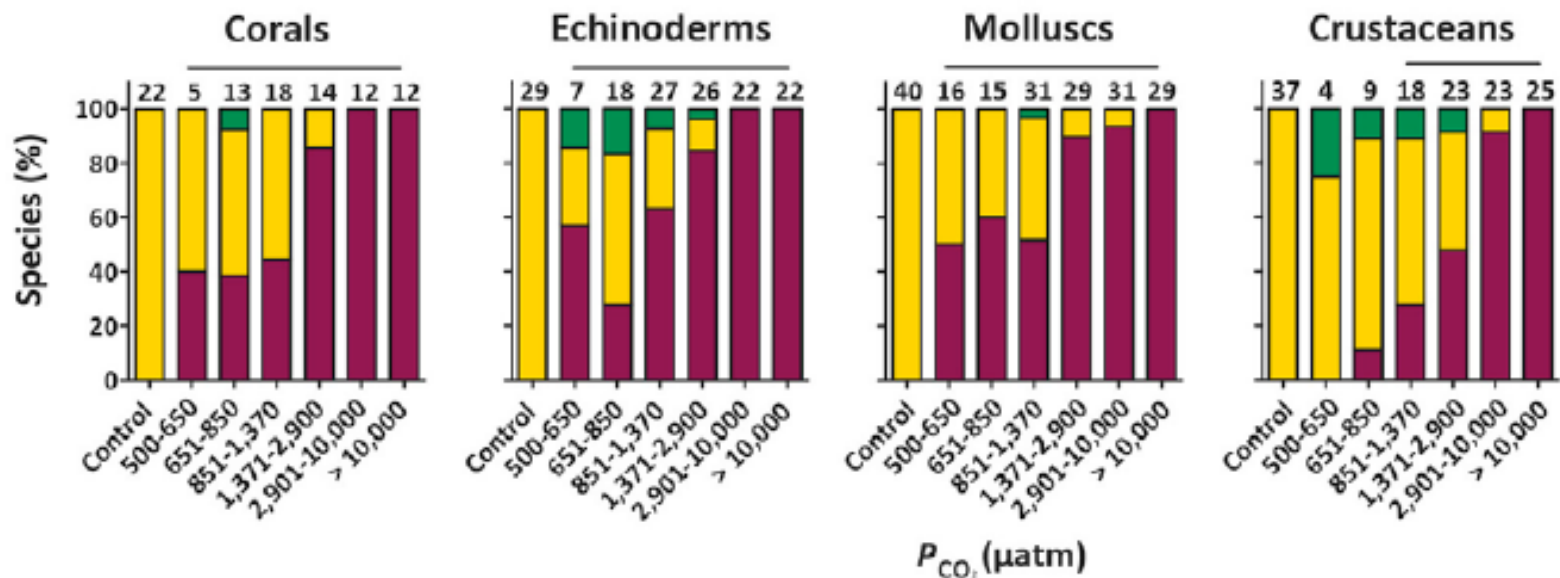
2.海洋生物的响应 —底栖动物

黄海底栖动物
分布范围缩小，
数量减少，多毛
类优势种消失，
某些物种已崩溃
或灭绝（刘瑞玉，
2011；徐奎栋）



2.海洋生物的响应—底栖动物

海洋酸化会抑制软体动物的生长及钙化, 其数量的降低会导致高营养级生物对小型牡蛎摄食的增加; 而受酸化的影响, 棘皮动物的幼体死亡率增加, 酸化对棘皮动物的生长、钙化及繁殖的影响不同(Aze et al, 2014)



不同物种对酸化的响应(Aze et al, 2014)

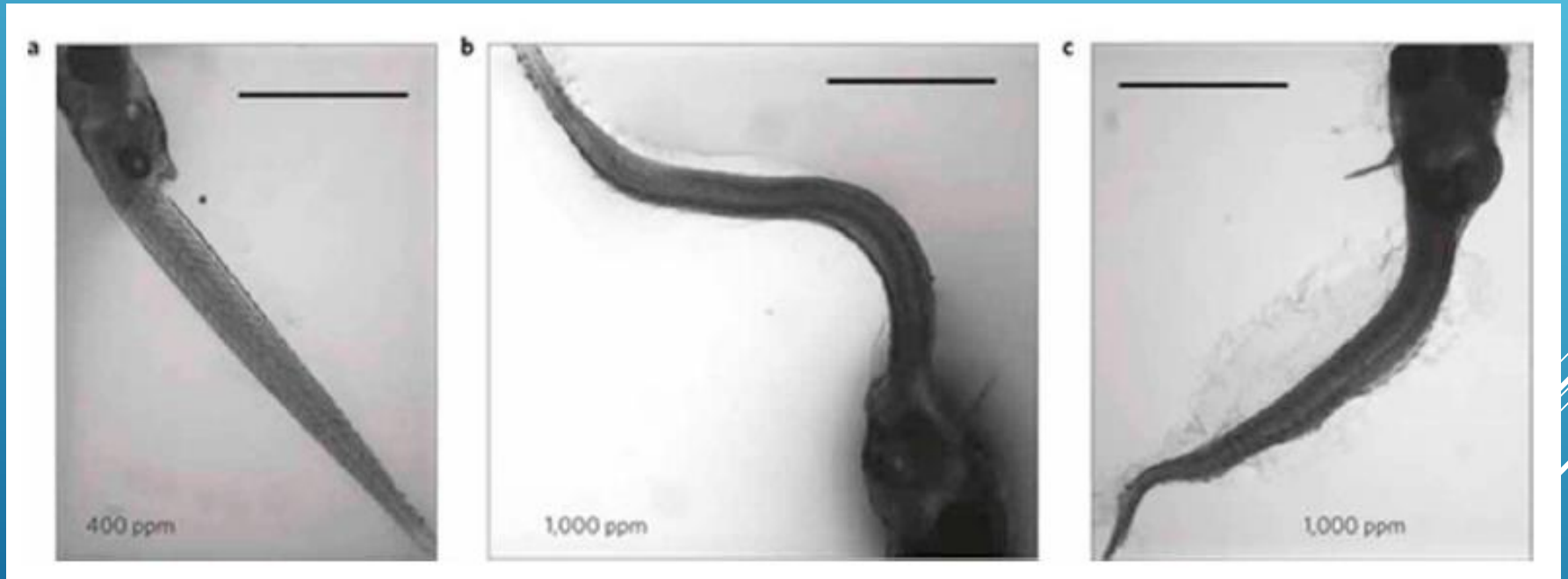
2.海洋生物的响应—鱼类

全球鱼类的**分布**发生大规模的变化, 海洋鱼类每10年会偏离它们的传统栖息地40 km以上(Cheung et al, 2009), 例如一些主要分布在南海海域的暖水种在台湾海峡也能检测到(陈宝红等, 2009)。

海水温度升高使黄海冷温性和冷水性的鱼类得不到冷水团的保护进而出现衰退的迹象(刘静和宁平, 2011), 也会引起肉食性鱼类数量增加, 而使小型鱼类、虾类和螃蟹的数量减少(Sheridan et al, 2003)。

2.海洋生物的响应—鱼类

酸化抑制一些鱼类幼体的生长及增加死亡率
紫外辐射增强使得大西洋鳕鱼卵的死亡率增加

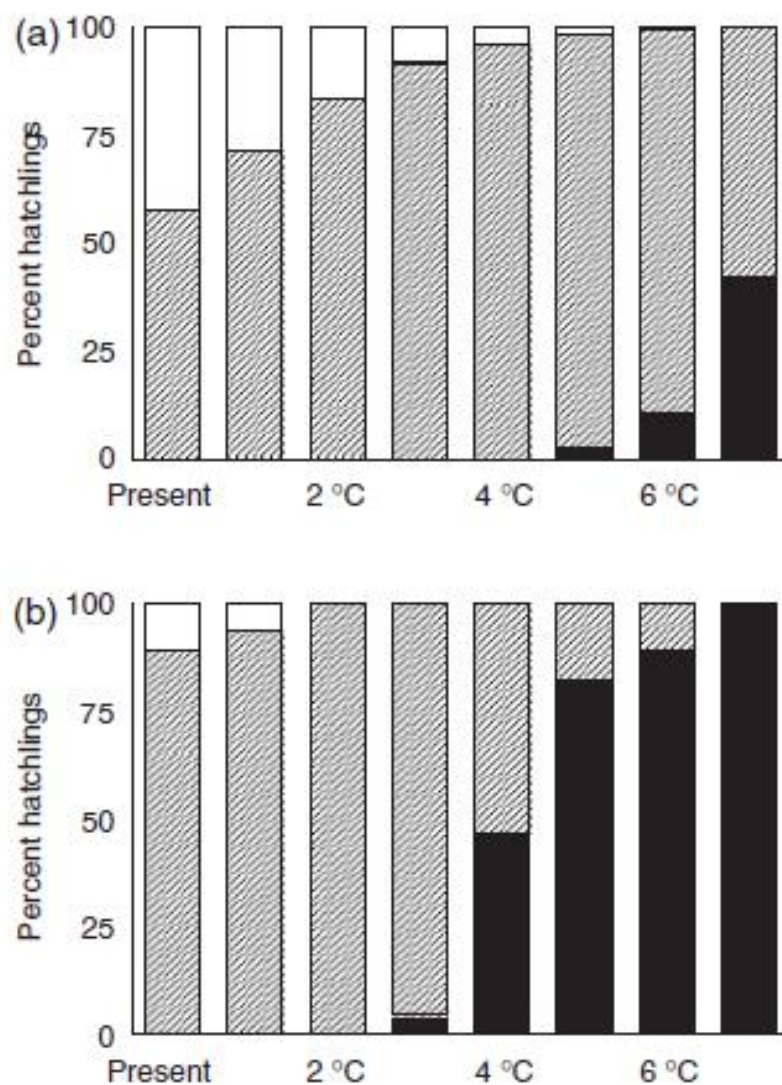


不同CO₂分压下的美洲原银汉鱼(*Menidia beryllina*)幼体 (Aze et al, 2014)

2.海洋生物的响应——海龟

太平洋温度上升引起海龟繁殖后代的雌性比例增加, 雄性比例降低, 影响海龟种群的发展 (Hawkes et al, 2007)。

海平面上升会威胁海龟的栖息地, 使海龟面临灭绝的危险 (Fuentes et al, 2011)



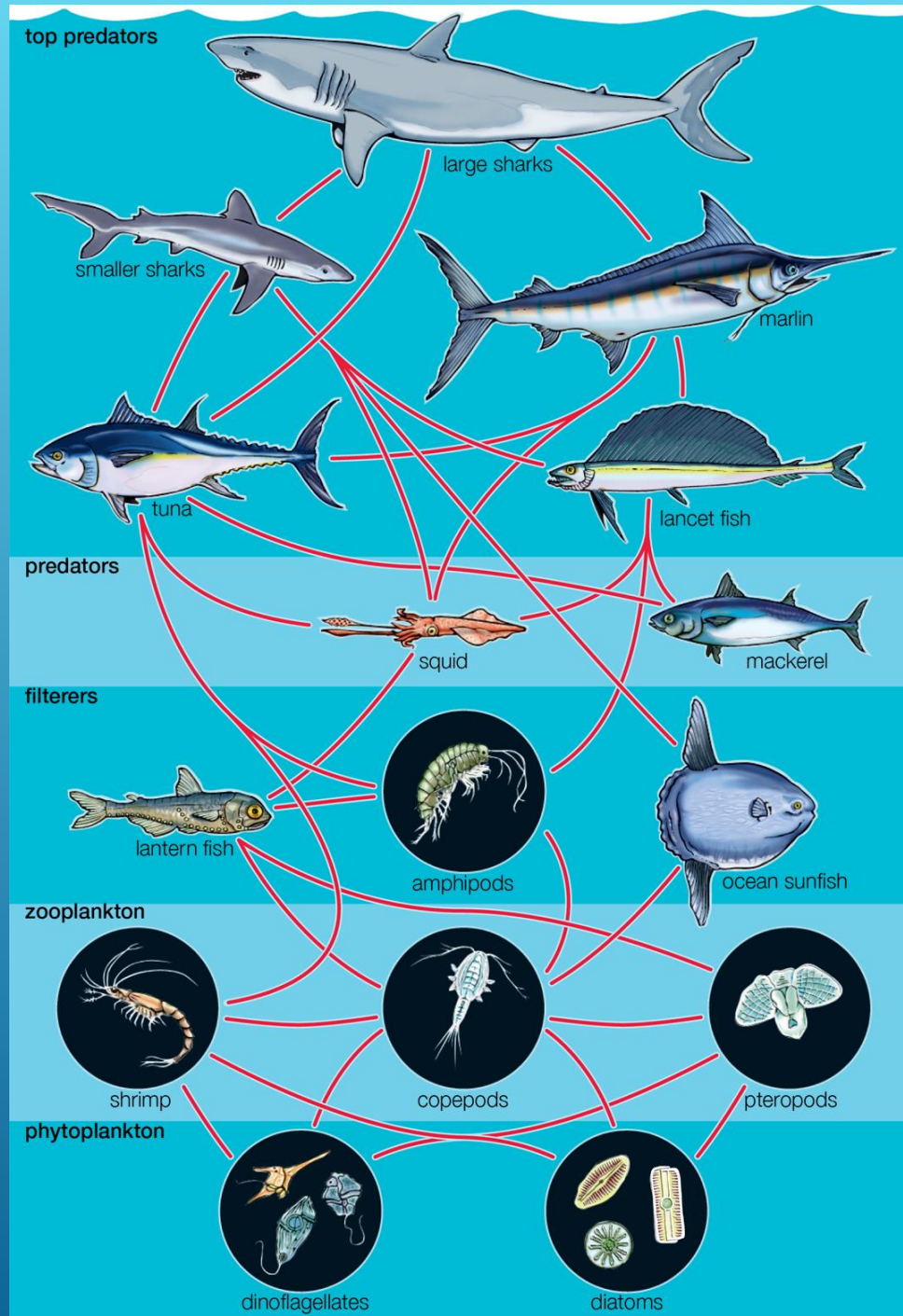
a. Bald Head Island. b. Cape Canaveral, Florida. 灰色: 雌性; 白色: 雄性; 黑色: 死亡, 最后一个柱子代表7.5° C。(Hawkes et al, 2007)

2.海洋生物的响应—海鸟

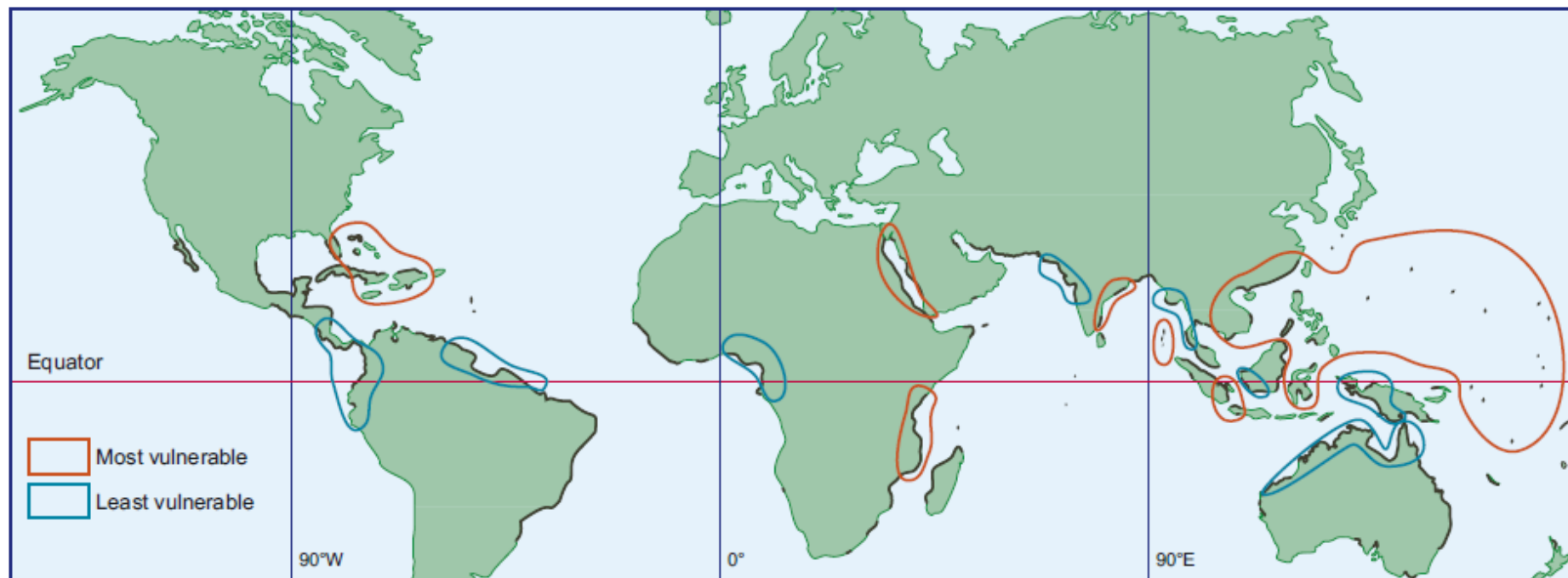
由于温度升高以及风向、风速的变化,北海浮游生物群落结构发生了改变,进而通过食物链影响到海鸟的繁殖习性、生存以及种群稳定性(Frederiksen et al, 2006)。

海冰的融化会造成海鸟及一些海洋生物(如企鹅、海豹)的栖息地丧失,进而对其数量及分布造成影响,甚至灭绝(Ainley et al, 2003)

3.全球变化对海洋生态系统多样性的影响—食物网



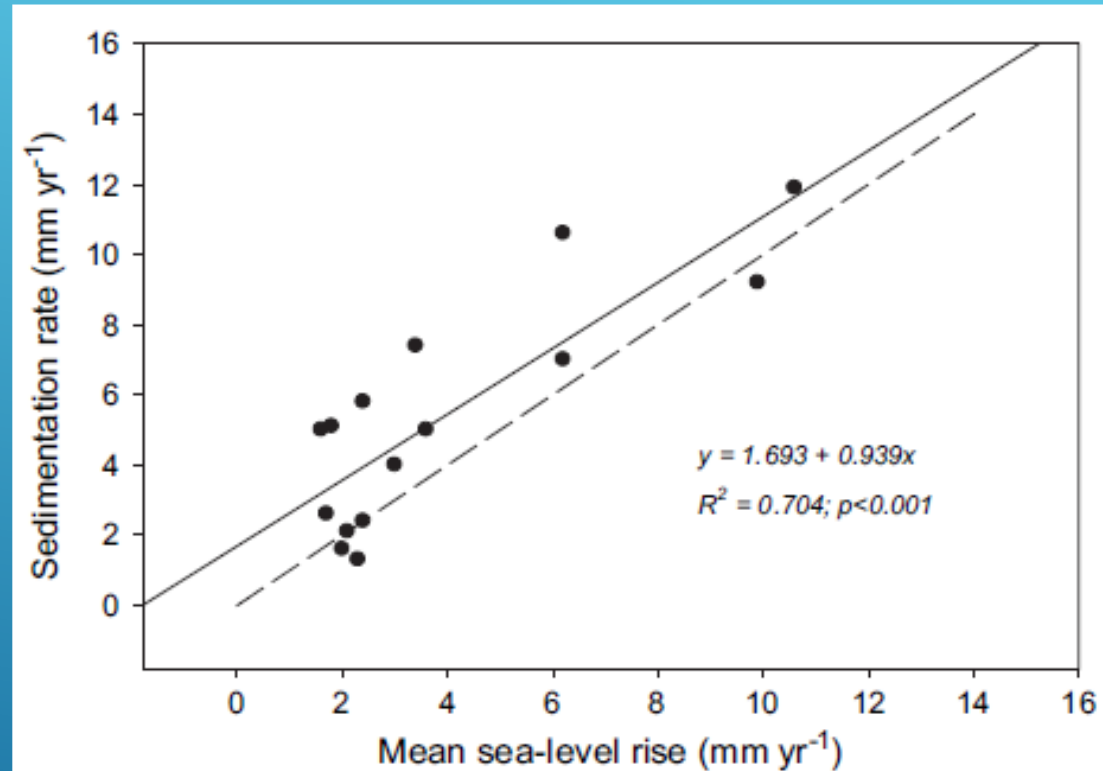
3. 全球变化对海洋生态系统多样性的影响—红树林生态系统



气候变化对全球范围内的红树林的影响（Alongi, 2008）

3. 全球变化对海洋生态系统多样性的影响—红树林生态系统

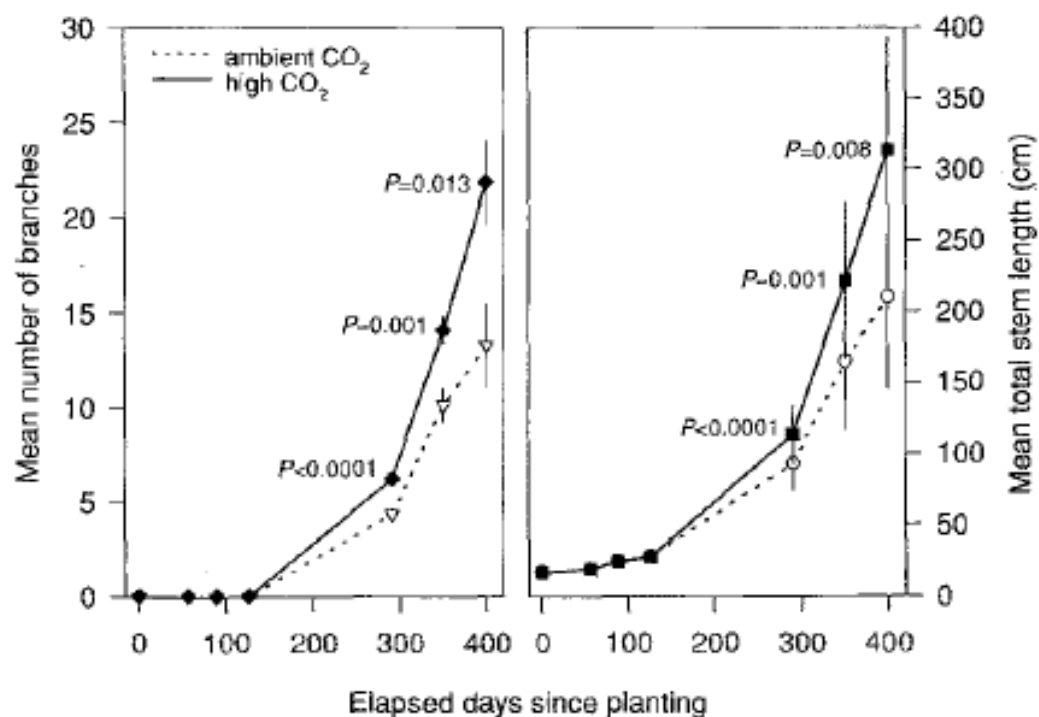
温度升高会降低红树林生物的存活率, 促进其繁殖与生长, 并影响其分布、群落组成及多样性; 同时, 降雨的变化会改变红树林的物种组成、生长, 以及红树林动物的多样性 (Alongi, 2008)



(Alongi, 2008)

红树林生态系统

大气CO₂分压升高, 向海端生物受到的侵蚀增强, 导致红树提前成熟, 且不同物种的生长受到的影响不同, 如高盐物种的生长受影响不大, 而促进低盐物种的生长以及分枝(Farnsworth et al, 1996)

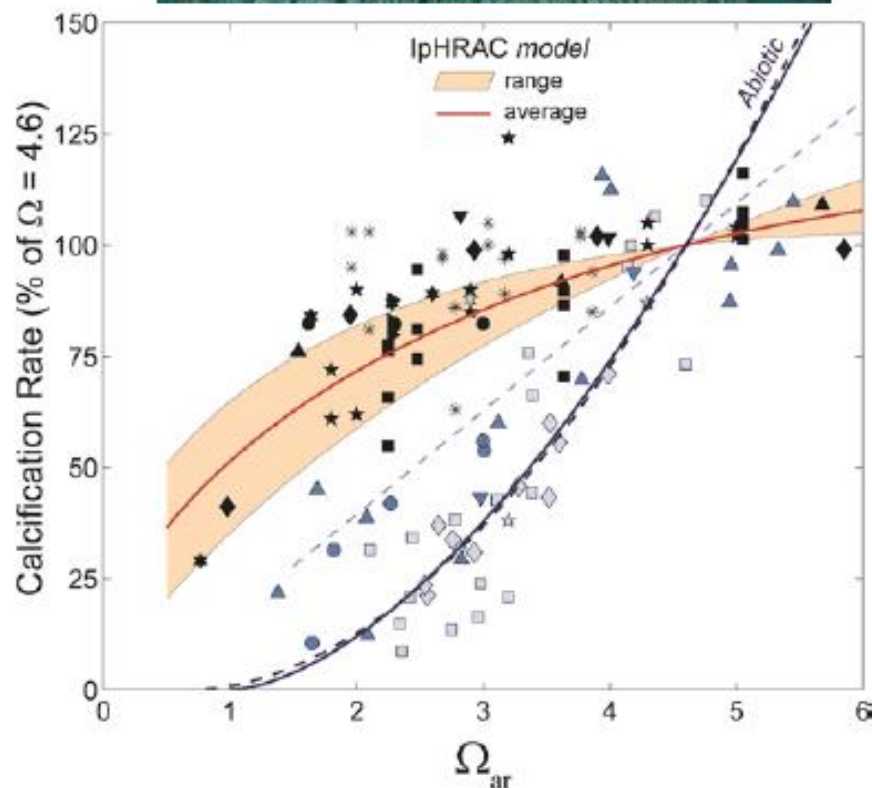


不同CO₂分压下*Rhizophora mangle* 生长250天的情况(Farnsworth et al, 1996)

3. 全球变化对海洋生态系统多样性的影响——珊瑚礁生态系统



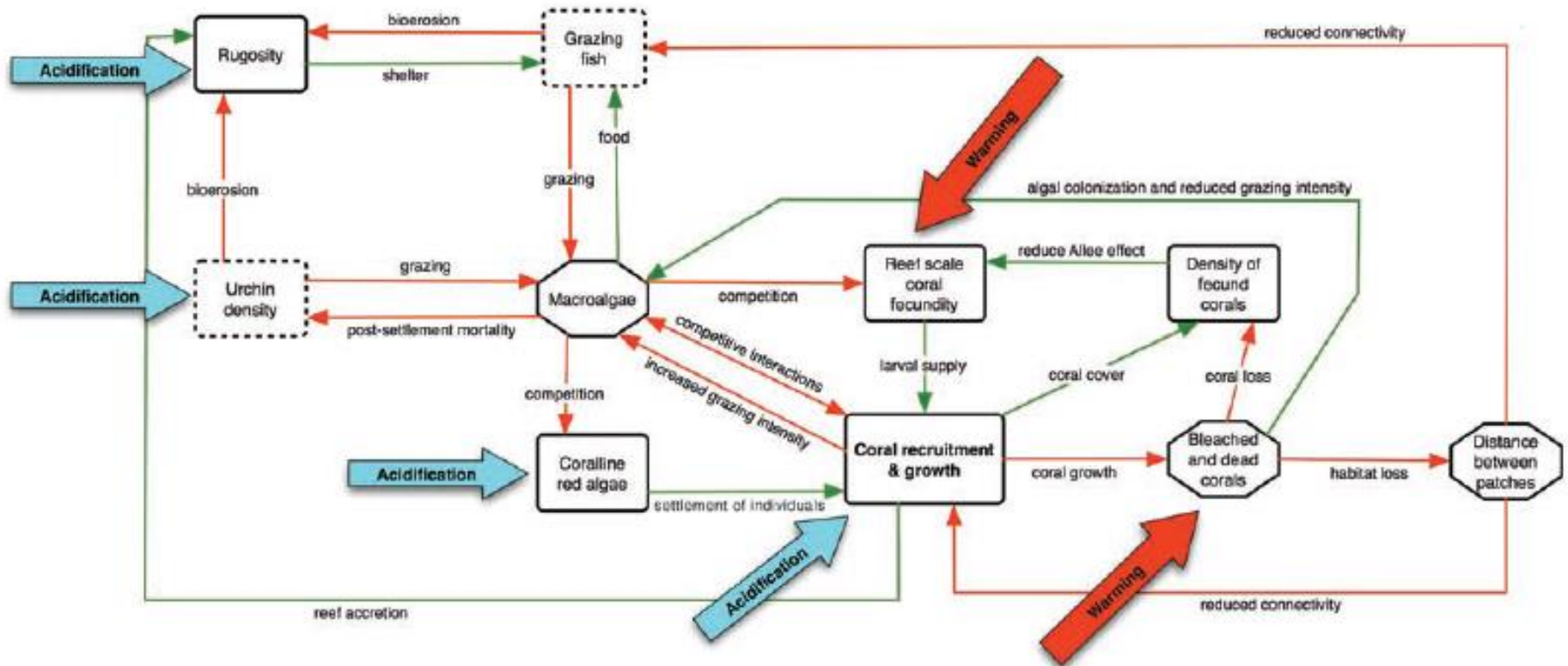
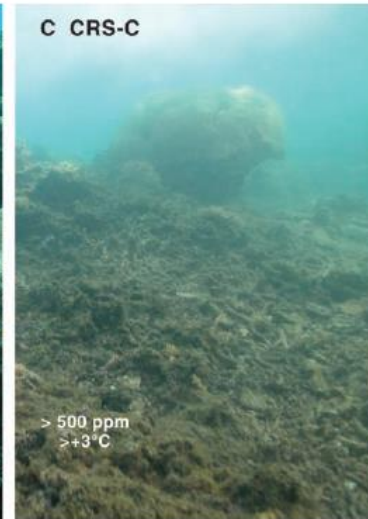
CO₂浓度的增加会降低珊瑚礁的钙化, 侵蚀珊瑚骨骼, 不利于珊瑚礁的生长, 进而导致珊瑚礁物种组成、群落结构发生变化(陈宝红等, 2009)



不同形状表示不同物种 (Aze et al, 2014)

珊瑚礁生态系统

酸化及暖化导致与其共生的动植物的死亡



谢谢

孙军
2016.10