

学校编码: 10384
学号: 22620110153644

密级_____

廈門大學

博士学位论文

颗石藻全球变化生物学研究

Studies on Global Change Biology of Coccolithophores

金鹏

指导教师姓名: 高坤山 教授

专业名称: 环境科学

论文提交日期: 2014年05月

论文答辩时间: 2014年05月

2014年05月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为(高坤山教授)课题组的成果,获得(高坤山教授)课题组经费或实验室的资助,在(海洋环境生理)实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

2014年5月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文,并向主管部门或其指定机构送交学位论文(包括纸质版和电子版),允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索,将学位论文的标题和摘要汇编出版,采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于:

()1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文,
于 年 月 日解密,解密后适用上述授权。

()2. 不保密,适用上述授权。

(请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文,未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的,默认为公开学位论文,均适用上述授权。)

声明人(签名):

2014 年 5 月 日

目录

摘要	I
Abstract	III
缩略词(Abbreviations)	VI
第 1 章 文献综述与研究意义	1
1. 海洋酸化	1
1.1 海洋酸化概述	1
1.2 海洋酸化对海洋生态系统的影响	9
2. 阳光紫外辐射	12
2.1 紫外辐射(UVR)	12
2.2 紫外辐射对浮游植物的负面效应	14
2.3 紫外辐射对浮游植物的正面效应	15
3. 其他环境因子	16
3.1 光	16
3.2 温度	16
4. 海洋酸化与其它环境因子的复合效应	18
4.1 海洋酸化与紫外辐射的耦合效应	18
4.2 海洋酸化与光强的耦合效应	19
4.3 海洋酸化与温度的耦合效应	20
5. 研究方法	23
5.1 海洋酸化效应的研究方法	23
5.2 紫外辐射效应的研究方法	26
6. 研究目的意义及方案	27
第 2 章 颗石藻对海洋酸化和光强的生理学响应	30

1 前言	30
2 材料与方法	31
2.1 藻种及培养方法.....	31
2.2 太阳辐射的测定.....	32
2.3 生长速率、细胞粒径的测定.....	32
2.4 颗粒有机碳(POC)、颗粒无机碳(PIC)及颗粒有机氮(PON)含量的测定	32
2.5 数据处理与统计分析.....	32
3 结果	33
3.1 太阳辐射.....	33
3.2 生长速率.....	34
3.3 细胞粒径.....	34
3.4 POC 及 POC 生产速率	35
3.5 PON.....	41
3.6 C:N.....	41
3.7 PIC、PIC 生产速率以及 PIC:POC.....	41
4 讨论	45
第 3 章 颗石藻对海洋酸化和光变的生理学响应	49
第一节 海洋酸化与不同的光变频率对颗石藻的耦合效应	49
1 前言	49
2 材料与方法	50
2.1 藻种及培养方法.....	50
2.2 海水碳酸盐系统测定.....	50
2.3 实验设计.....	51
2.4 光合固碳的测定.....	52
2.5 细胞计数及细胞色素含量的测定.....	52
2.6 细胞吸收光谱的测定.....	53

2.7 叶绿素荧光参数的测定.....	53
2.8 数据处理与统计学分析.....	54
3 结果.....	57
3.1 碳酸盐系统.....	57
3.2 叶绿素 a 的吸收光谱.....	58
3.3 叶绿素荧光参数.....	59
3.4 光合固碳速率.....	68
4 讨论.....	72
第二节 海洋酸化、温度和光变对颗石藻的耦合效应.....	76
1 前言.....	76
2 材料与方法.....	76
2.1 藻种及培养方法.....	76
2.2 实验设计.....	77
2.3 光合固碳的测定.....	78
2.4 细胞计数.....	78
2.5 叶绿素荧光参数的测定.....	78
2.6 太阳辐射的测定.....	78
2.7 数据处理与统计学分析.....	78
3 结果.....	80
3.1 太阳辐射.....	80
3.2 叶绿素荧光参数.....	81
3.3 光合固碳速率.....	91
3.4 有机碳消耗速率.....	94
4 讨论.....	96
第三节 海洋酸化与不同的光变频率对南海浮游植物的耦合效应.....	99

1 前言	99
2 材料与方法	99
2.1 实验站位.....	99
2.2 微生态系统(Microcosm)实验.....	100
2.3 光变频率的设定.....	101
2.4 叶绿素浓度测定以及种群分析.....	104
2.5 阳光辐射测定.....	104
2.6 数据分析与处理方法.....	104
3 结果	104
3.1 太阳辐射.....	104
3.2 叶绿素 a 含量和种群变化.....	105
3.3 光合固碳速率.....	108
4 讨论	115
第四节 海洋酸化、温度和光变对中国南海浮游植物的耦合效应	118
1 前言	118
2 材料与方法	118
2.1 实验站位.....	118
2.2 微生态系统(Microcosm)实验.....	118
2.3 光变频率的设定.....	119
2.4 叶绿素 a 浓度测定.....	119
2.5 营养盐浓度测定.....	119
2.6 阳光辐射测定.....	120
2.7 数据分析与处理方法.....	120
3 结果	120
3.1 太阳辐射.....	120

3.2 叶绿素 a 含量和营养盐浓度变化.....	120
3.3 光合固碳速率.....	122
4 讨论.....	126
第 4 章 颗石藻对海洋酸化的蛋白质组学响应	128
1 前言.....	128
2 材料与方法	128
2.1 藻种及培养方法.....	128
2.2 细胞计数及细胞色素含量的测定.....	129
2.3 颗粒有机碳(POC)、颗粒有机氮(PON)含量的测定	129
2.4 暗呼吸的测定.....	129
2.5 细胞苯酚含量的测定.....	129
2.6 蛋白提取.....	130
2.7 蛋白定量.....	131
2.8 蛋白双向电泳(2-DE)分析	131
2.9 蛋白染色及图像采集.....	132
2.10 蛋白酶解.....	133
2.11 蛋白质谱分析.....	133
2.12 数据库检索.....	134
3 结果.....	134
3.1 生长速率、色素含量以及 POC、PON.....	134
3.2 HC 与 LC 条件下细胞的差异表达蛋白	135
3.3 呼吸速率与细胞苯酚含量.....	136
4 讨论.....	142
第 5 章 颗石藻对海洋酸化的进化学响应	146
第一节 颗石藻对海洋酸化的进化学响应.....	146
1 前言.....	146

2 材料与方法	146
2.1 藻种及培养方法.....	146
2.2 转换实验.....	147
2.3 生长速率、细胞体积以及叶绿素 a 的测定.....	147
2.4 颗粒无机、有机碳(PIC、POC)及颗粒有机氮(PON)含量测定及生产速率计算.....	147
2.5 数据处理与分析.....	147
3 结果	147
3.1 长期适应过程中的生长速率及叶绿素 a 含量.....	147
3.2 长期适应过程中的 PIC、POC 和 PON 含量及其生产速率.....	148
3.3 转换实验中细胞的生长速率、叶绿素 a 含量以及细胞体积.....	151
3.4 转换实验中 POC 和 PON 含量及其生产速率.....	153
4 讨论	156
第二节 颗石藻的无机碳获取机制对海洋酸化的进化学响应	159
1 前言	159
2 材料与方法	160
2.1 藻种及培养方法.....	160
2.2 转换实验.....	160
2.3 碳酸盐系统的调控.....	160
2.4 生长速率、细胞体积以及叶绿素 a 的测定.....	160
2.5 颗粒无机、有机碳(PIC、POC)及颗粒有机氮(PON)含量测定及生产速率计算.....	161
2.6 无机碳亲和力的测定.....	161
2.7 数据处理与分析.....	161
3 结果	162
3.1 长期适应过程中的生长速率及叶绿素 a 含量.....	162
3.2 长期适应过程中 POC 和 PON 含量及其生产速率.....	162

3.3 转换实验中细胞的生长速率和叶绿素 a 含量.....	163
3.4 转换实验中 POC 和 PON 含量及其生产速率.....	168
3.5 无机碳亲和力.....	171
4 讨论.....	172
第 6 章 南海浮游植物群落对全球气候变化的生理生态响应 .	174
第一节 南海浮游植物光合生理与环境因子关系的研究.....	174
1 前言.....	174
2 材料与方法	175
3 结果.....	178
3.1 叶绿素荧光参数概述.....	178
3.2 珠江冲淡水区域浮游植物的叶绿素荧光参数.....	178
3.3 上升流区域浮游植物的叶绿素荧光参数.....	182
4 讨论.....	185
第二节 海洋酸化和温度升高对南海浮游植物群落的耦合效应	189
1 前言.....	189
2 材料与方法	190
2.1 实验站位.....	190
2.2 微生态系统(Microcosm)实验.....	190
2.3 温度培养实验.....	190
2.4 叶绿素浓度测定以及种群分析.....	190
2.5 阳光辐射测定.....	191
2.6 数据分析与处理方法.....	191
3 结果.....	192
3.1 太阳辐射.....	192
3.2 光合固碳速率.....	193
4 讨论.....	197

第三节 温度与光强对南海浮游植物群落的耦合效应.....	199
1 前言.....	199
2 材料与方法	199
2.1 实验站位.....	199
2.2 实验设计.....	200
2.3 阳光辐射测定.....	200
2.4 物理化学参数测定.....	200
2.5 数据分析与处理方法.....	200
3 结果.....	201
3.1 太阳辐射.....	201
3.2 光合固碳速率.....	204
4 讨论.....	208
总结与创新点	210
参考文献	212
论文发表情况.....	243
致谢	245

Abstract (in Chinese)	I
Abstract	III
Abbreviations	VI
Chapter 1 Literature review and research purpose	1
1 Ocean acidification	1
1.1 Introduction to ocean acidification	1
1.2 Impacts of ocean acidification on marine ecosystem	9
2 Solar ultraviolet radiation	12
2.1 Ultraviolet radiation	12
2.2 Negative effects of UVR on phytoplankton.....	14
2.3 Positive effects of UVR on phytoplankton	15
3 Other global change forcings	16
3.1 Irradiance	16
3.2 Temperature	16
4 Combined effects of ocean acidification and other global change forcings	18
4.1 Combined effects of ocean acidification and UVR	18
4.2 Combined effects of ocean acidification and irradiance	19
4.3 Combined effects of ocean acidification and temperature.....	20
5 Methodology	23
5.1 Method for ocean acidification researches	23
5.2 Method for UV studies.....	26
6 Research objectives and scheme	27
Chapter 2 Physiological responses of the coccolithophorid of <i>Emiliana huxleyi</i> to ocean acidification and irradiance	30

1 Introduction.....	30
2 Materials and Methods.....	31
2.1 Culture conditions.....	31
2.2 Monitoring of solar radiation.....	32
2.3 Growth rate and cell size measurements.....	32
2.4 POC, PIC and PON measurements.....	32
2.5 Statistical analysis.....	32
3 Results.....	33
3.1 Solar radiation.....	33
3.2 Growth rate.....	34
3.3 Cell size.....	34
3.4 POC and POC production.....	35
3.5 PON.....	41
3.6 C:N.....	41
3.7 PIC, PIC production rate and PIC:POC.....	41
4 Discussion.....	45
Chapter 3 Physiological responses of coccolithophores to ocean acidification and fluctuating ultraviolet and visible radiation ..	49
Section 1 Combined effects of ocean acidification and fluctuating irradiance frequency on the coccolithophorid of <i>Gephyrocapsa oceanica</i>.....	49
1 Introduction.....	49
2 Materials and Methods.....	50
2.1 Culture conditions.....	50
2.2 Measurements of seawater carbonate system.....	50
2.3 Experimental setup.....	51

2.4 Determination of photosynthesis	52
2.5 Determination of cell numbers and chl <i>a</i> content	52
2.6 Determination of the absorption spectrum.....	53
2.7 Chlorophyll fluorescence measurements	53
2.8 Statistical analysis	54
3 Results	57
3.1 Carbonate system	57
3.2 Light absorption spectra.....	58
3.3 Chlorophyll fluorescence parameters	59
3.4 Photosynthetic carbon fixation rate	68
4 Discussion	72
Section 2 Combined effects of ocean acidification, fluctuating irradiance and temperature on the coccolithophorid of <i>Gephyrocapsa oceanica</i>.....	76
1 Introduction.....	76
2 Materials and Methods.....	76
2.1 Culture conditions.....	76
2.2 Experimental setup.....	77
2.3 Measurements of photosynthesis	78
2.4 Cell counting.....	78
2.5 Chlorophyll fluorescence measurements	78
2.6 Monitoring of solar radiation	78
2.7 Statistical analysis	78
3 Results	80
3.1 Solar radiation.....	80
3.2 Chlorophyll fluorescence parameters.....	81
3.3 Photosynthetic carbon fixation rate	91

3.4 Organic carbon loss rate.....	94
4 Discussion	96
Section 3 Combined effects of ocean acidification and fluctuating irradiance frequency on the phytoplankton in Northern South China Sea.....	99
1 Introduction.....	99
2 Materials and Methods.....	99
2.1 Experimental stations.....	99
2.2 Microcosm	100
2.3 Fluctuating irradiance frequency setup	101
2.4 Determination of chl <i>a</i> contents and phytoplankton composition	104
2.5 Monitoring of solar radiation	104
2.6 Statistical analysis.....	104
3 Results	104
3.1 Solar radiation	104
3.2 Chl <i>a</i> contents and phytoplankton composition.....	105
3.3 Photosynthetic carbon fixation rate	108
4 Discussion	115
Section 4 Combined effects of ocean acidification, temperature and fluctuating irradiance on the phytoplankton in Northern South China Sea.....	118
1 Introduction.....	118
2 Materials and Methods.....	118
2.1 Experimental stations.....	118
2.2 Microcosm	118

2.3 Fluctuating irradiance frequency setup	119
2.4 Determination of chl <i>a</i> contents	119
2.5 Determination of nutrient concentrations	119
2.6 Monitoring of solar radiation	120
2.7 Statistical analysis	120
3 Results	120
3.1 Solar radiation	120
3.2 Chl <i>a</i> contents and nutrient concentrations	120
3.3 Photosynthetic carbon fixation rate	122
4 Discussion	126
Chapter 4 Proteomics responses of the coccolithophorid of	
<i>Emiliana huxleyi</i> to ocean acidification	128
1 Introduction.....	128
2 Materials and Methods.....	128
2.1 Culture conditions.....	128
2.2 Determination of cell numbers and chl <i>a</i> content	129
2.3 Determination of POC and PON.....	129
2.4 Determination of dark respiration.....	129
2.5 Determination of phenolic compounds contents.....	129
2.6 Protein extraction	130
2.7 Protein quantification.....	131
2.8 2-DE gel analysis	131
2.9 Gel staining and scan	132
2.10 In-gel trypsin digestion	133
2.11 Mass spectrometric analysis	133
2.12 Database searches	134
3 Results	134

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

廈門大學博碩士論文摘要庫