

# 辽东湾海冰有色溶解有机物和颗粒物的光学特性

许占堂<sup>1,2</sup> 杨跃忠<sup>1\*</sup> 曹文熙<sup>1</sup> 王桂芬<sup>1</sup> 孙兆华<sup>1,2</sup> 周 雯<sup>1</sup> 王 林<sup>3</sup>

(<sup>1</sup> 中国科学院南海海洋研究所热带海洋环境国家重点实验室, 广东 广州 510301  
<sup>2</sup> 中国科学院研究生院, 北京 100049; <sup>3</sup> 国家海洋环境监测中心, 辽宁 大连 116023)

**摘要** 针对有色溶解有机物(CDOM)和颗粒物在短波波段的强吸收特性对海冰内部及下层海水生物的区大影响,研究了辽东湾海冰内部 CDOM 和颗粒物的吸收特性。海冰内部 CDOM 的吸收为下层海水 CDOM 吸收的 1/5~1/2,海冰内部 CDOM 吸收的最大值一般出现于海冰的表层和底层。由于大气的沉降作用,海冰内部颗粒物吸收的最大值出现于海冰表层。辽东湾海冰 CDOM 斜率范围为 0.0122~0.0231 nm<sup>-1</sup>,下层海水 CDOM 斜率范围为 0.0174~0.0190 nm<sup>-1</sup>。海冰生长速率和下层海水 CDOM 决定着海冰 CDOM 斜率剖面分布。较高的海冰内部 CDOM 和颗粒物浓度导致衰减系数的谷值向长波方向移动。

**关键词** 海洋光学;有色溶解有机物吸收光谱;颗粒吸收光谱;衰减系数;海冰;辽东湾

**中图分类号** P733 **文献标识码** A **doi**: 10.3788/AOS201131.0701004

## Optical Properties of Chromophoric Dissolved Organic Matter and Particulates in Sea Ice in Liaodong Bay

Xu Zhantang<sup>1,2</sup> Yang Yuezhong<sup>1</sup> Cao Wenxi<sup>1</sup> Wang Guifen<sup>1</sup>

Sun Zhaohua<sup>1,2</sup> Zhou Wen<sup>1</sup> Wang Lin<sup>3</sup>

<sup>1</sup> State Key Laboratory of Oceanography in Tropics, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510301, China  
<sup>2</sup> Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China  
<sup>3</sup> National Marine Environmental Monitoring Center, Dalian, Liaoning 116023, China

**Abstract** Because the strong absorption characteristics of chromophoric dissolved organic matter (CDOM) and particulates at the short wavelength have strong impact on the biology community in the sea ice and underlying seawater, the absorption characteristics of CDOM and particulates in Liaodong Bay are studied. Absorption of CDOM in sea ice is 1/5~1/2 of that of the underlying seawater. The results show that the maximum absorption of CDOM in the sea ice often appears at the surface layer and the bottom layer. The maximum absorption of particulates in the ice sea often appears at the surface layer because of the atmospheric fallout. The slope range of CDOM is 0.0122~0.0231 nm<sup>-1</sup> in sea ice, and 0.0174~0.0190 nm<sup>-1</sup> underlying seawater of Liaodong Bay. The slope profile distribution of CDOM of sea ice is greatly influenced by the sea ice growth rate and CDOM underlying seawater. The more concentration of CDOM and particulates in sea ice, the more shifting of attenuation coefficient valley value to the longer wavelengths will be.

**Key words** oceanic optics; absorption spectrum of chromophoric dissolved organic matter; absorption spectrum of particulate; attenuation coefficient; sea ice; Liaodong Bay

**OCIS codes** 010.1030; 010.4450; 010.1690

## 1 引 言

有色可溶性有机物又称黄色物质,广泛存在于各种自然水体中,是溶解性有机物的重要组成部分

分<sup>[1,2]</sup>。在海岸带有色溶解有机物(CDOM)以河流陆源排放为主,在远海主要来源于海水中低等植物残体腐烂降解。在低温的条件下,海水中的 CDOM

收稿日期: 2010-12-29; 收到修改稿日期: 2011-04-11

基金项目: 国家 863 计划(2006AA09Z154)和国家自然科学基金(40876057)资助课题。

作者简介: 许占堂(1980—),男,博士,主要从事海冰光学特性方面的研究。E-mail: xujiantang@163.com

\* 通信联系人。E-mail: wuli@scsio.ac.cn

被海冰“俘虏”于冰体的卤水泡中。海冰形成的过程还会“俘虏”海水中的悬浮颗粒和大气的沉降物。CDOM 和颗粒物在紫外波段的强吸收限制了对生物有害的紫外 B(UV-B)在冰中的穿透,对海冰及下层水体的生态系统有明显的影响。海冰中 CDOM 和颗粒物在可见光部分的吸收还影响着生物的光合作用。鉴于 CDOM 和颗粒物对生物光学的重要作用,国内外学者对不同地区水体的 CDOM 和颗粒物的光学特性进行了诸多的研究<sup>[1~4]</sup>。然而,这些报道基本都围绕着水体中 CDOM 和颗粒物的光学性质开展研究,对海冰内部 CDOM 和颗粒物光学特性的研究还较少<sup>[5,6]</sup>。

CDOM 光学特性的研究主要集中在其吸收函数的曲线斜率上,斜率的差异是由 CDOM 组成成分灰黄酸和腐殖酸比例不同造成的<sup>[7]</sup>。斜率越小,腐殖酸所占的比例越大,反映其以陆源输入为主;相反,斜率越大,灰黄酸所占的比例越大,表明其以海水生物自身降解为主。因此,通过研究海冰斜率,可以研究海冰形成过程中所对应海水的来源。相对于海水 CDOM 的研究,海冰 CDOM 的研究具有信息的储

存性,即通过研究当前海冰中不同层 CDOM 的斜率,提取过去海冰生长过程中所对应的海水源信息。

本研究将选取辽东湾地区不同类型的海冰进行分层,研究 CDOM 和颗粒物的吸收特性,并研究斜率随深度的变化特性。在光合有效区域内讨论 CDOM 对衰减系数的贡献特性。

## 2 材料与方法

### 2.1 现场采样

2009 年和 2010 年在辽东湾附近选取不同站点测量光学及物理特性。站点如表 1 所示。采集冰核并按照海冰侧面的层次对海冰进行分层,用遮光布包住所分层的海冰侧面,利用自主研发的三通道海冰高光谱辐射仪器测量冰层的衰减系数<sup>[8,9]</sup>。将样品保存于黑色密封袋中带回实验室进行分析。为了比较海冰和海水中的 CDOM 和颗粒物吸收的差异,在采集冰层下的海水于棕色瓶中保存。采集海冰并进行分层的过程中,海冰卤水排泄较少,因此认为海冰分层对衰减系数的测量及海冰物理特性影响较小。

表 1 2009 年和 2010 年所选取站点的信息

Table 1 Information of sea sites for measurement in 2009 and 2010

Date	Sky	Position	Thickness /cm	Salinity /‰	Ice surface
2009-01-15	Clear sky	Near Da Ling estuary	25	5.2	Yellow grey ice with large concentrations of CDOM and particulates
2009-01-16	Clear sky	Near Shuang Taizi estuary	24	1	White ice
2009-01-17	Some clouds	Scomberomorus niphous circles	22	2.8	Grey ice
2010-01-22	Clear sky	Scomberomorus niphous circles	30	4.59	Surface is white and smooth
2010-01-25	Clear sky	Scomberomorus niphous circles	35	3.59	Surface is white and smooth

### 2.2 数据获取

海冰在实验室内避光的条件下自然融化,用体积分数为 10% 的氯化氢(HCL)浸泡 0.2 μm 的聚碳酸酯滤纸 15 min,然后用纯水将滤纸充分清洗,在 120~140 mmHg(1 mmHg=133.32 Pa)的负压下过滤融化后的海水及棕色瓶中的海水,用岛津 UV-2550 分光光度计,使用 Milli-Q 标准纯水作空白参比,得到样品的光学密度  $D_g(\lambda)$  和纯水空白的光学密度  $D_b(\lambda)$ ,计算得到 CDOM 的吸收系数  $a_g(\lambda)$ 。

用 0.2 μm 滤纸所过滤的海水浸泡直径为 47 mm、孔径约为 0.7 μm 的 Whatman GF/F 滤纸,在 120~140 mmHg 的负压下过滤样品,用分光光度计测量总颗粒物的吸收。另外,采用过滤、称重法测量了颗粒物浓度。

## 3 结果与分析

CDOM 和颗粒物吸收随波长的变化可以表达为指数衰减的形式,一般用以下模型表示 CDOM 和颗粒物的吸收<sup>[10]</sup>:

$$a_{\text{CDOM}}(\lambda) = a_{\text{CDOM}}(\lambda_0) \exp[-S_{\text{CDOM}}(\lambda_0 - \lambda)], \quad (1)$$

$$a_{\text{PM}}(\lambda) = a_{\text{PM}}(\lambda_0) \exp[-S_{\text{PM}}(\lambda_0 - \lambda)], \quad (2)$$

式中  $\lambda_0$  为参考波长,  $S_{\text{CDOM}}$  和  $S_{\text{PM}}$  分别为 CDOM 和颗粒物指数衰减曲线的斜率。

### 3.1 CDOM 吸收分布特性

图 1 为 2009 年 CDOM 的吸收,目前学者多以波长 375 nm 和 380 nm 处的吸收来表征 CDOM 浓度,本研究将讨论波长 375 nm 处 CDOM 的吸收特性。2009 年 1 月 15 日海冰 CDOM 的吸收最大,吸收均值约为  $0.739 \text{ m}^{-1}$ ,认为该海冰样品所含的 CDOM 浓度最高。2009 年 1 月 17 日站点海冰

CDOM 的吸收最小,吸收均值约为  $0.325 \text{ m}^{-1}$ 。海冰 CDOM 随深度的变化很大,2009 年 1 月 16 日海冰 CDOM 吸收的最大值出现在 12~18 cm 处,约为  $0.662 \text{ m}^{-1}$ ,其次为海冰的底层所对应的 CDOM 吸

收,约为  $0.597 \text{ m}^{-1}$ ,海冰表层 CDOM 的吸收约为  $0.596 \text{ m}^{-1}$ 。2009 年 1 月 17 日 CDOM 吸收的最大值出现在海冰表层,约为  $0.392 \text{ m}^{-1}$ ,其次为海冰底层约为  $0.328 \text{ m}^{-1}$ 。

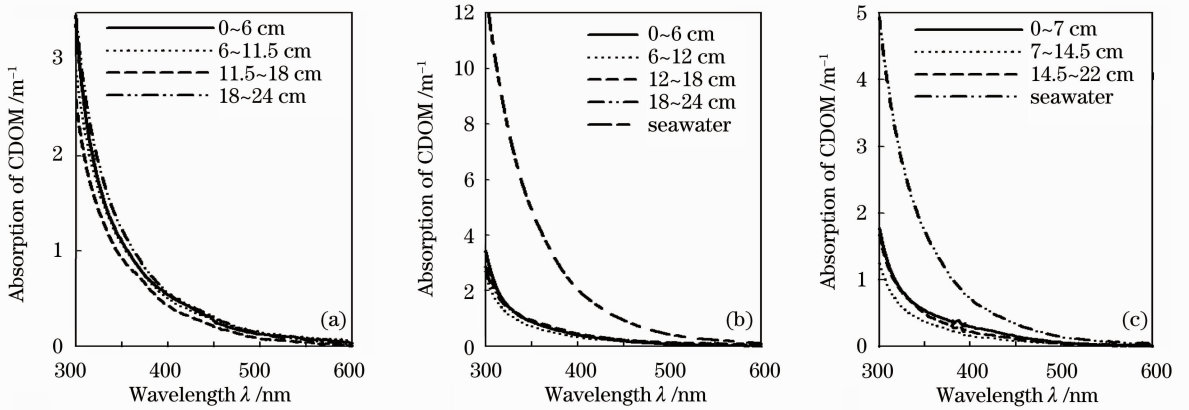


图 1 2009 年 1 月 15 日(a), 16 日(b)和 17 日(c)海冰剖面 and 下层海水的 CDOM 吸收

Fig. 1 CDOM absorption coefficients in sea ice layers and the underlying seawater at the sites of (a) January 15, (b) 16 and (c) 17, 2009

图 2 为 2010 年 CDOM 的吸收,1 月 22 日 CDOM 吸收的最大值出现在海冰表层,约为  $0.632 \text{ m}^{-1}$ ,其次为海冰底层约为  $0.458 \text{ m}^{-1}$ ;1 月 25 日 CDOM 吸收最大值出现在 6~12 cm,其次在海冰的表层。因此,海冰 CDOM 浓度最大值一般出现于海冰的表层或者底层,海冰表层的 CDOM 高浓度原因一般由大

气的沉降物及其分解造成,而对于海冰底层,由于海冰干舷(海冰漂浮于海水中,海水浸没海冰的位置定义为干舷)以下的海冰浸没于海水之中,卤水排泄相对上层较少,在下层海冰不断地进行融化与再凝结的过程中,卤水管与下层的海水进行 CDOM 交换,导致海冰下层具有较高的 CDOM 浓度。

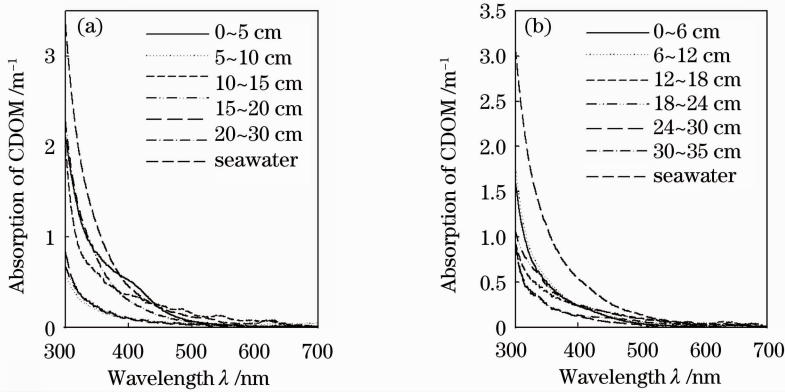


图 2 2010 年 1 月 22 日(a)和 25 日(b)海冰剖面 and 下层海水的 CDOM 吸收

Fig. 2 CDOM absorption coefficients in sea ice layers and the underlying seawater at the sites of (a) January 22 and (b) 25, 2010

海冰 CDOM 浓度与下层海水 CDOM 的浓度、CDOM 的分子量大小、海冰的生长速度等有关,海冰生长速率越大,CDOM 所包含的分子越容易被海冰所“俘虏”,海冰具有较高的 CDOM 浓度。海冰对 CDOM 所包含分子的“俘虏”具有选择性,一般优先选择小分子,而大分子则容易被排斥到海水中去。海水 CDOM 浓度越高,海冰 CDOM 的浓度也越高。为了表示海冰对下层海水 CDOM 的俘虏能力,定义

海冰 CDOM 俘虏系数  $C_{\text{CDOM}}(\lambda_0)$  为

$$C_{\text{CDOM}}(\lambda_0) = a_{\text{ice}}(\lambda_0)/a_{\text{sea}}(\lambda_0), \quad (3)$$

式中  $a_{\text{ice}}(\lambda_0)$  和  $a_{\text{sea}}(\lambda_0)$  分别为海冰和海水 CDOM 在波长  $\lambda_0$  处的吸收系数。

2010 年 1 月,辽东湾经历了一次严寒,相对 2009 年所测量的海冰站海冰厚度增加了 10 cm 左右,较低的温度使得海水具有较高的结冰速率,2010 年海冰具有较高的俘虏系数,如表 2 所示。对

于同一年的海冰,当海冰站点选取不同时,其下层海冰的深度及周围岸边的地形也存在着一定的差异,引起结冰速率的差异,使得同一年的海冰的 CDOM 俘虏系数也存在差异。比较 375 nm 处海水和海冰的平均 CDOM 吸收,可以发现海冰内部 CDOM 的吸收要

小于下层海水 CDOM 吸收,约为后者的 1/5~1/2。由于海冰下层海水与周围的海水不停地进行交换,此处讨论的数据是针对采样时 CDOM 的吸收分布,但数据同时也可以反映出海冰和海水中 CDOM 在一定时期内的相对分布趋势。

表 2 海冰 CDOM 吸收的范围和平均值,海水 CDOM 的吸收和海冰的 CDOM 俘虏系数

Table 2 Average absorption coefficients and ranges of CDOM in sea ice layers, CDOM absorption in the underlying seawater, and capture ratios of CDOM

Sites	$a_{CDOM}(375)$ range / $m^{-1}$	Average $a_{CDOM}(375)$ / $m^{-1}$	$a_{CDOM}(375)$ in seawater / $m^{-1}$	Capture ratio (375)
2009-01-16	0.485~0.662	0.585	3.176	0.184
2009-01-17	0.254~0.392	0.325	1.111	0.293
2010-01-22	0.081~0.632	0.317	0.708	0.448
2010-01-25	0.167~0.357	0.273	0.748	0.365

### 3.2 颗粒吸收的分布特性

图 3 为 2009 年海冰颗粒物的吸收。波长 375 nm 处,2009 年 1 月 16 日颗粒物吸收最大值出现在海冰下层的海水,为  $24.540 m^{-1}$ ,其次为海冰的表层,  $2.285 m^{-1}$ 。2009 年 1 月 17 日,22 日和 25 日颗粒物最大吸收出现在海冰表层,分别为 2.975,1.714,和  $3.832 m^{-1}$ 。颗粒物的最大吸收一般出现在海冰的表层。辽东湾附近存在大量的工业区和人类生活区,大气颗粒物沉降严重,由于海冰上层受大气温度影响较大,海冰表层白天的融化及晚上的再凝结作用导致沉

降于海冰上层的颗粒物冻结于海冰表层内,长期的沉降、融化和再凝结作用导致海冰表层具有高颗粒物浓度。2009 年 1 月 17 日站点海水的颗粒物吸收在波长 440 nm 和 675 nm 处存在着两个吸收峰,说明海水中存在色素颗粒<sup>[11,12]</sup>。而冰层内部颗粒物的吸收在波长 440 nm 和 675 nm 处并没有吸收峰的存在,认为海冰内部没有藻类和色素的存在。Ehn 等<sup>[13]</sup>研究的 Hudson 海湾的海冰,夏季海冰下层的冰藻会出现生长的高峰,下层海冰的颗粒物吸收在 440 nm 和 675 nm 存在着两个明显的吸收峰。

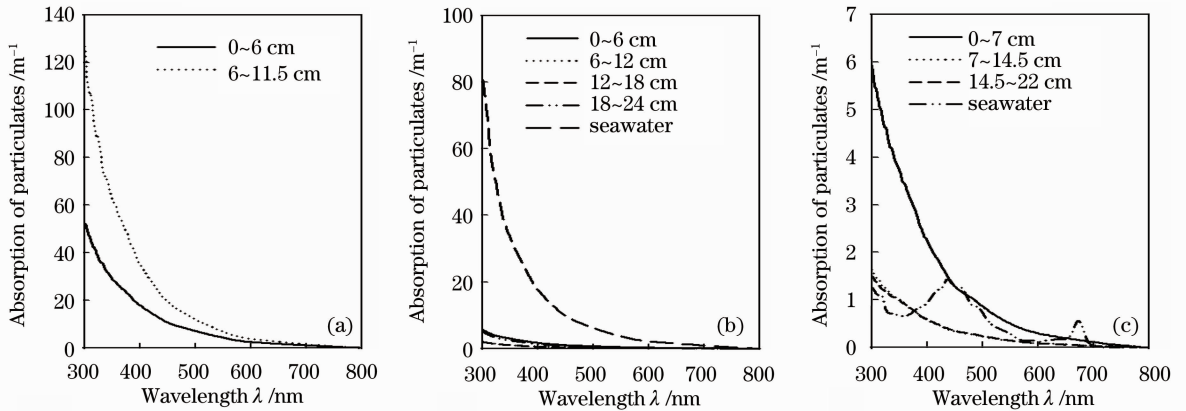


图 3 2009 年 1 月 15 日(a),16 日(b)和 17(c)日海冰剖面和下层海水的颗粒物吸收

Fig. 3 Particulate absorption coefficients in sea ice layers and the underlying seawater at the sites of

(a) January 15, (b) 16 and (c) 17, 2009

### 3.3 CDOM 斜率的剖面分布特性

参考波长  $\lambda_0$  的选取一般为 380, 400 和 440 nm<sup>[14,15]</sup>,参考波长选取不同,所拟合出来的斜率  $S_{CDOM}$  通常也是有差异的。选取 380 nm 为参考波长,波段范围 300~500 nm,采用非线性回归方法计算斜率  $S_{CDOM}$ 。2009 年 1 月 16 日和 17 日站点海冰下层海水  $S_{CDOM}$  分别为  $0.0182 nm^{-1}$  和  $0.0190 nm^{-1}$ 。2010 年 1 月 22 日和 25 日站点海冰下层海水  $S_{CDOM}$  分别为

$0.0197 nm^{-1}$  和  $0.0174 nm^{-1}$ 。许多报道介绍了海水和湖泊水  $S_{CDOM}$  值一般介于  $0.010 \sim 0.020 nm^{-1}$  之间<sup>[16,17]</sup>,辽东湾海冰下层海水的  $S_{CDOM}$  值落在这个范围内。2009 年 1 月 16 日海冰  $S_{CDOM}$  的范围为  $0.0174 \sim 0.0205 nm^{-1}$ ,1 月 17 日海冰  $S_{CDOM}$  的范围为  $0.0173 \sim 0.0197 nm^{-1}$ 。2010 年 1 月 22 日海冰剖面  $S_{CDOM}$  的范围为  $0.0139 \sim 0.0231 nm^{-1}$ ,1 月 25 日海冰剖面  $S_{CDOM}$  的范围为  $0.0122 \sim 0.0195 nm^{-1}$ 。辽东湾海冰的  $S_{CDOM}$

值远高于 Ehn 于 2000 年在芬兰附近 Santala 海湾所测量的  $S_{CDOM}$  范围(0.0075~0.013  $\text{nm}^{-1}$ )<sup>[18]</sup>。猜测由于辽东湾温度高于芬兰附近的海湾而结冰速率较慢,海冰结冰过程对 CDOM 分子具有选择性,具有较小结冰速率的辽东湾海冰所俘虏分子量较小的灰黄酸比例相对较高,导致海冰具有较高的 CDOM 斜率  $S_{CDOM}$ 。

在海水结冰的过程中,周围环境温度和下层海水的变化,导致海冰每层的 CDOM 浓度及斜率产生变化,如图 4 为海冰 CDOM 斜率参数随深度的变

化,辽东湾所跨的纬度较小,4 个站点的温度差异较小(另外不考虑风场对结冰速率的影响)。2009 年 1 月 16 日为双台子河口附近,1 月 17 日为鲅鱼圈,两个站点下层海水差异很大,因此海冰剖面斜率变化趋势不同。2010 年的两个海冰站点均为鲅鱼圈附近,海冰剖面斜率的变化规律相似。2009 年 1 月 17 日的站点虽然也是鲅鱼圈附近,但是海冰剖面斜率变化规律与 2010 年的情况不同,这是由于两年下层海水及海冰生长环境的不同所引起的。

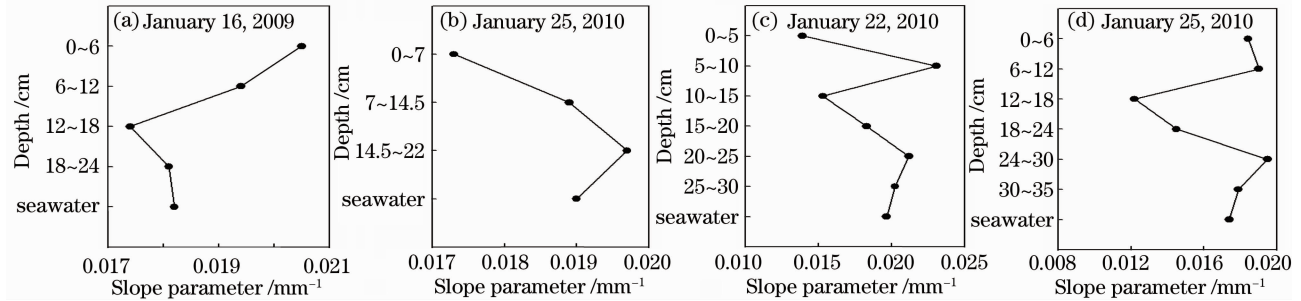


图 4 CDOM 斜率随海冰深度的变化趋势

Fig. 4 Slope of CDOM changing with the change of sea ice depth

一些研究均发现水体的 CDOM 吸收在特定的波段与斜率存在着负相关性<sup>[4,19]</sup>,张运林等<sup>[20]</sup>还发现 CDOM 的比吸收系数与斜率存在着负相关性。本研究对目前的海冰 CDOM 吸收数据进行分析,还没有发现 CDOM 吸收或者比吸收与其斜率存在相关性。

### 3.4 在光合有效波段内 CDOM 吸收与衰减系数的关系

图 5 为冰层的衰减系数,2009 年 1 月 15 日衰减系数最大,谷值出现在 700 nm 附近,为 0.25  $\text{m}^{-1}$ ;1 月 16 日衰减系数最小。15 日衰减系数随波长的变化趋势不同于 16 日和 17 日,15 日海冰下层海水在测

量时期深 1 m 左右,海冰泥沙含量相对较高,如 6~11.5 cm 冰层泥沙含量为 888  $\text{g}/\text{m}^3$ ,相当于 16 日站点的 20 倍,因此 15 日海冰的高颗粒吸收特性导致衰减系数的谷值向长波方向移动、出现在 700 nm 附近。16 日和 17 日海冰的表层衰减系数更大,认为大气的颗粒物沉降对海冰的衰减具有很大的贡献。海冰总吸收制约着衰减系数的光谱形状和大小,CDOM 和颗粒物浓度越高,在短波波段的吸收越强,通过与纯海冰和卤水泡吸收的共同调制,总吸收系数的谷值向长波方向移动,导致衰减系数的谷值向长波方向移动。

在波长 400~700 nm 范围内 CDOM 和衰减系

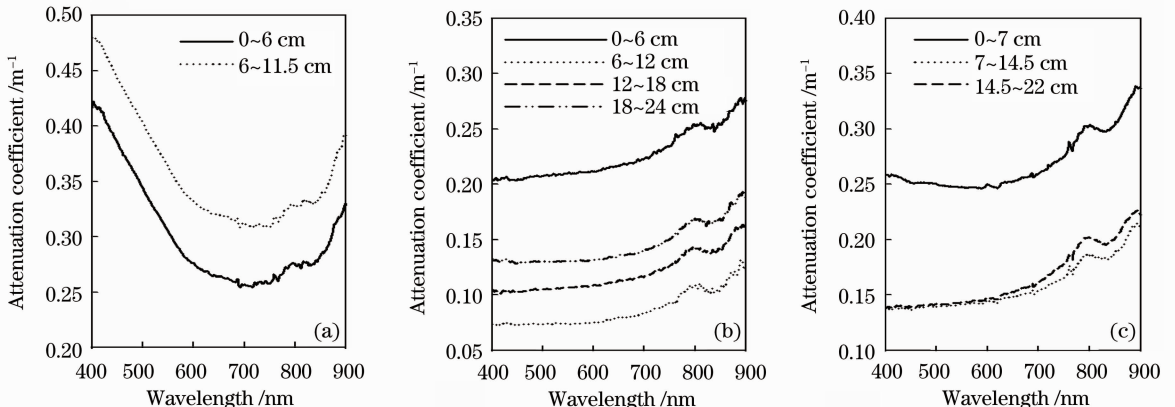


图 5 2009 年 1 月 15 日(a),16 日(b)和 17 日(c)日三个站点各个冰层的衰减系数

Fig. 5 Attenuation coefficients of sea ice layers at sites of (a) January 15, (b) 16 and (c) 17, 2009

数分别对波长进行积分,结果如表 3 所示。波长 375 nm 处 CDOM 的吸收与  $a_{\text{CDOM}}/K_{\text{dPAR}}$  存在着负相关性, $K_{\text{dPAR}}$  为光合有效波段 (PAR) 内的衰减系

数。在光合有效区域内,衰减系数除了受 CDOM 和颗粒物浓度的影响外,海冰内部纯冰、卤水泡和空气水泡等的体积分数对衰减系数也具有决定性作用。

表 3 在光合有效波段范围内,冰层 CDOM 的吸收对衰减的贡献

Table 3 At wavelengths of PAR, the contribution of CDOM absorption to attenuation

Site	Layer depth /cm	$a_{\text{CDOM}}(400\sim700) / \text{m}^{-1}$	$K_{\text{dPAR}}(400\sim700) / \text{m}^{-1}$	$a_{\text{CDOM}}/K_{\text{dPAR}}(400\sim700)$
2009-01-15	0~6	38.889	95.869	0.405
	6~11.5	42.468	113.178	0.375
2009-01-16	0~6	23.693	63.418	0.373
	6~12	24.838	22.751	1.091
	12~18	37.537	32.400	1.158
	18~24	32.758	39.777	0.823
2009-01-17	0~7	20.126	75.697	0.265
	7~4.5	12.260	42.951	0.285
	14.5~22	13.132	43.780	0.300

## 4 结 论

选取辽东湾地区不同类型的海冰进行分层,利用实验室开发的海冰高光谱辐射仪器现场测量冰层的衰减系数,在实验室内将冰层融化,研究 CDOM 和颗粒物的吸收特性。研究发现辽东湾海冰内部 CDOM 的吸收为下层海水 CDOM 吸收的  $1/5\sim 1/2$ ,海冰内部 CDOM 吸收的最大值一般出现于海冰的表层和底层。辽东湾附近大量的工业区和人类生活区的存在,导致大气颗粒物沉降相当严重,海冰表层的融化和再凝结作用导致了海冰颗粒物吸收的最大值一般出现于海冰表层。通过非线性回归获得了 CDOM 斜率,辽东湾海冰 CDOM 斜率范围为  $0.0122\sim 0.0231 \text{ nm}^{-1}$ ,下层海水的 CDOM 斜率范围为  $0.0174\sim 0.0190 \text{ nm}^{-1}$ 。海冰 CDOM 斜率剖面分布受到海冰生长速率和下层海水 CDOM 特性的巨大影响。另外,海冰内部 CDOM 和颗粒物浓度升高将导致衰减系数的谷值向长波方向移动。

## 参 考 文 献

- 1 E. J. Rochelle-Newall, T. R. Fisher. Chromophoric dissolved organic matter and dissolved organic carbon in Chesapeake Bay [J]. *Mar. Chem.*, 2002, **77**(1): 23~41
- 2 A. Bricaud, A. Morel, L. Prieur *et al.*. Absorption by dissolved organic matter of the sea (yellow substance) in the UV and visible domains [J]. *Limnol. & Oceanogr.*, 1981, **26**(1): 43~53
- 3 Cao Wenxi, Yang Yuezhong, Xu Xiaoqiang *et al.*. Pearl River estuary, the absorption spectrum of suspended particulate matter and regional model [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2003, **48**(17): 1876~1882  
曹文熙, 杨跃忠, 许晓强等. 珠江口悬浮颗粒物的吸收光谱及其区域模式 [J]. *科学通报*, 2003, **48**(17): 1876~1882
- 4 Cheng Xiaolin, Cheng Liqiong, Yu Zhifeng *et al.*. Chromophoric dissolved organic matter optical characteristics and spatial distribution in the lakes of the middle reaches of the rangtze River [J]. *J. Lake Sci.*, 2009, **21**(2): 248~254

- 陈晓玲, 陈莉琼, 于之锋等. 长江中游湖泊 CDOM 光学特性及其空间分布对比 [J]. *湖泊科学*, 2009, **21**(2): 248~254
- 5 C. Belzile, S. C. Johannessen, M. Gosselin *et al.*. Ultraviolet attenuation by dissolved and particulate constituents of first-year ice during late spring in an Arctic polynya [J]. *Limnol. & Oceanogr.*, 2000, **45**(6): 1265~1273
- 6 C. Belzile, J. A. E. Gibson, W. F. Vincent *et al.*. Colored dissolved organic matter and dissolved organic carbon exclusion from lake ice: implications for irradiance transmission and carbon cycling [J]. *Limnol. & Oceanogr.*, 2002, **47**(5): 1283~1293
- 7 C. L. Carder, R. G. Steward, G. R. Harvey *et al.*. Marine humic and fulvic acids: their effect on remote sensing of ocean chlorophyll [J]. *Limnol. & Oceanogr.*, 1989, **34**(1): 68~81
- 8 Yang Yuezhong, Xu Zhantang, Sun Zhaohua *et al.*. Design and application of the hyperspectral radiation system for sea ice observation [J]. *Spectroscopy and Spectral Analysis*, 2010, **30**(6): 1610~1613  
杨跃忠, 许占堂, 孙兆华等. 海冰高光谱辐射测量系统的设计及应用 [J]. *光谱学与光谱分析*, 2010, **30**(6): 1610~1613
- 9 Yang Yuezhong, Cao Wenxi, Sun Zhaohua *et al.*. Development of real-time hyperspectral radiation sea-observation system [J]. *Acta Optica Sinica*, 2009, **29**(1): 102~106  
杨跃忠, 曹文熙, 孙兆华等. 海洋高光谱辐射实时观测系统的研制 [J]. *光学学报*, 2009, **29**(1): 102~106
- 10 N. G. Jerlov. *Marine Optics* [M]. Amsterdam: Elsevier Science Publications, 1976. 57~63
- 11 Zhou Wen, Cao Wenxi, Li Cai *et al.*. Spectral scattering property of phytoplankton calculated by absorption coefficient and size distribution [J]. *Acta Optica Sinica*, 2008, **28**(8): 1429~1433  
周雯, 曹文熙, 李彩等. 由吸收系数和粒度分布计算浮游植物的散射光谱特征 [J]. *光学学报*, 2008, **28**(8): 1429~1433
- 12 Le Chengfeng, Li Yunmei, Zha Yong *et al.*. Study on partitioning of phytoplankton absorption coefficient from total spectral absorption in Taihu Lake [J]. *Acta Optica Sinica*, 2010, **30**(11): 3090~3096  
乐成峰, 李云梅, 查勇等. 太湖水体浮游藻类吸收系数分离方法研究 [J]. *光学学报*, 2010, **30**(11): 3090~3096
- 13 J. K. Ehn, T. N. Papakyriakou, D. G. Barber *et al.*. Inference of optical properties from radiation profiles within melting landfast sea ice [J]. *J. Geophys. Res.*, 2008, **113**(C9): C09024
- 14 J. T. O. Kirk. *Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystem* [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1994
- 15 C. E. Del Castillo, P. G. Coble. Seasonal variability of the colored dissolved organic matter during the 1994-95 NE and SW monsoons in the Arabian Sea [J]. *Deep-Sea Research II*, 2000, **47**(7-8): 1563~1579

16 N. K. Hojerslev, E. Aas. Spectral light absorption by yellow substance in the Kattegat-Skagerrak area [J]. *Oceanologia*, 2001, **43**(1): 39~60

17 A. Mäckivi, H. Arst. Estimation of the concentration of yellow substance in natural waters by beam attenuation coefficient spectra [J]. *Proc. Est. Acad. Sci. Biol.*, 1996, **6**(3-4): 108~123

18 J. Ehn, M. A. Granskog, A. Reinart *et al.*. Optical properties of melting landfast sea ice and underlying seawater in Santala Bay, Gulf of Finland [J]. *J. Geophys. Res.*, 2004, **109**(C9):

C09003

19 P. Kowalczuk, C. A. Stedmon, S. Markager. Modeling absorption by CDOM in the Baltic Sea from season, salinity and chlorophyll [J]. *Mar. Chem.*, 2006, **101**(1): 1~11

20 Zhang Yunlin, Qing Boqiang. Feature of CDOM and its possible source in Meiliang Bay and Da Taihu Lake in Taihu Lake in summer and winter [J]. *Advances in Water Science*, 2007, **18**(3): 416~423

张运林, 秦伯强, 梅梁湾. 大太湖夏季和冬季 CDOM 特征及可能来源分析[J]. *水科学进展*, 2007, **18**(3): 416~423



## 《光电产品与资讯》第 11 期“中国的大光学产业”专刊征稿启事

《光电产品与资讯》杂志是中国激光杂志社 2010 年隆重推出的一本以产品和市场资讯为主的信息类期刊。该刊立足光电领域,全年 12 期分别以不同的主题全面介绍技术与市场的最新进展。凭借中国激光杂志社的深厚学术底蕴及强大的采编力量,深入浅出地剖析光电行业事件,详细介绍光电产品的实际应用,在科研与产业之间架起一座互通的桥梁。并致力于成为读者了解市场、选购产品的重要参考,企业推广产品的首选平台。

我们 2011 年第 11 期策划“中国的大光学产业”专刊(英文版)。内容涵盖国内各地区的光学产业发展规划,全面展示最新光电技术的发展趋势、优秀产品的应用案例及实用指南等,特向广大读者征稿。该期杂志将于 2012 年 1 月份参展美国西部光电展。

**征稿范围:** 光学、光电子学领域

**稿件类型:** 1) 国内外知名专家、企业高管撰写的最新光电技术或市场发展趋势;

2) 光电产品及技术的行业应用案例分析;

3) 产品使用心得、经验技巧、故障排除等实用指南类型的文章。

**字数:** 2500~4000 字

**专刊截稿日期:** 2011 年 8 月 31 日

**稿件格式要求:** 投稿文体为英文,请使用 word 格式,文章最后列出所有作者姓名、单位名称、职务或者职称、联系电话及 E-mail、邮寄地址和邮编。

请将稿件发至 [oepn@siom.ac.cn](mailto:oepn@siom.ac.cn),邮件主题请标明“中国的大光学产业”专刊投稿。有任何问题请咨询李洪丹编辑,电话:021-69918166。

## SPECIAL ISSUE CALL FOR PAPER 2011 ISSUE 11 “China’s Big Optical Industry”

OE Product & News is a new magazine of Chinese Laser Press. It’s featured by optoelectronics news, products and market reports, and the circulation covers OE-related companies, universities and institutes. It aims to accelerate China OE research and industrial development. The main columns include news, viewpoint, interview, focus, technology exchange, product information, etc. OEPN provides a channel to know the OE market and buy devices, and it is also a favorable platform of promoting products for companies.

The topic of NO. 11 is China’s Big Optical Industry. It will report the development of optical industry in China, application analysis of optical products and so on. The magazine will be distributed in Photonics West 2012. We hope you can write some articles to us.

**Topics include:** optics, optoelectronics

**Type:** 1) latest optoelectronics technology or market development trend in China written by experts or enterprise general managers;

2) industry application analysis of optoelectronics products and technology;

3) practical types of articles, e. g. your experience, comments about the product, trouble removal.

**Article length:** 2500~4000 words

**Deadline:** 2011.8.31

**Form:** please write the paper in English and send it to: [oepn@siom.ac.cn](mailto:oepn@siom.ac.cn). The author’s name, company, position or title, telephone, E-mail, delivery address and postcode should be given. If you have any question, please call: 021-69918166.