

海平面上升对长江三角洲附近沿海 潮滩和湿地的影响*

季子修 蒋自巽 朱季文 杨桂山

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

提要 于1988—1991年,对长江三角洲附近沿海潮滩和湿地进行较全面的调查,利用高程-面积法、沉积速率法,并引进未来冲淤趋势参数,对全区14个典型潮滩断面进行海平面上升影响的估算。结果表明,当海平面上升0.5m和1.0m时,全区潮滩面积分别比1990年的减少9.2%和16.7%;湿地面积减少20%和28%,并发生高级类型向低级类型的逆向演替。各岸段损失率相差悬殊,以侵岸段较大,淤涨岸段将减缓淤涨,甚至转为侵蚀。

关键词 潮滩 湿地 海平面上升 长江三角洲

对研究区进行了较全面的海岸生态和冲淤变化调查,重点区作了潮滩断面月变化的重复水准测量和沉积物采样。本文根据调查成果,并参考有关资料,探索海平面上升对潮滩和湿地影响的研究方法;估算海平面上升造成的潮滩损失量,为制定海洋开发、海涂围垦和海岸防护等规划提供依据。

1 研究方法

于1988—1991年,对长江三角洲附近沿海潮滩和湿地进行较全面的调查,利用高程-面积法、沉积速率法并引进未来冲淤趋势参数,通过对14个典型潮滩断面的研究,估算海平面上升对本区沿海潮滩和海岸湿地损失的影响。

2 研究结果

2.1 区域潮滩、湿地特征 本区海岸北起江苏省灌河口,南至杭州湾钱塘江口,岸线全长1 028km, 分属长江三角洲平原和淮河下游平原;淮河、长江、钱塘江等大河由此入海,历史上曾有黄河夺淮的重要事件,带来丰富的泥沙补给,加之潮汐的半日潮性质,平均潮差大部分在2.5m以上,属中潮和强潮岸段,所以淤泥质潮滩十分发育。据江苏(1986)、上海¹⁾和浙江(1988)海岸带调查资料,全区从海堤至理论深度基准面之间现有潮滩面积为5 224.8km²,相当于中国潮间带滩涂总面积的24.07%。潮滩在地理分布上主要集中于:射阳河口至东灶港,2 461km²;苏北辐射沙洲,1 268km²;长江口,819km²;射阳河口以北和南汇嘴以南潮滩面积较小。

* 国家自然科学基金重大项目, 948807号;中国科学院重大项目, 87-45-03号。

本文承蒙施雅风先生审阅,谨此志谢。

收稿日期: 1992年10月19日,接受日期: 1993年2月13日。

1) 上海市海岸带和海涂资源综合调查报告, 1986。

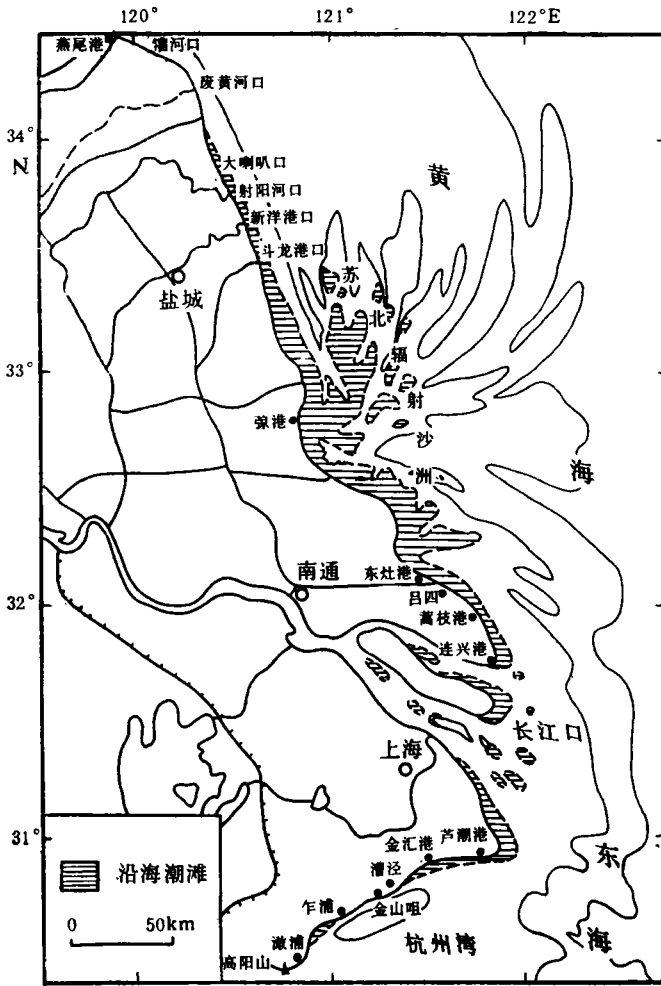


图 1 长江三角洲附近地区沿海潮滩分布

Fig. 1 Distribution of tidal flat in the Changjiang River Delta and its adjacent area

湿地仅指平均高潮位附近和以上的有植被生长的潮滩。全区海岸湿地面积共有 1 252km² 左右, 约占潮滩总面积的 23.96%, 分布于潮滩的中上部, 具有较高的生产力和种类丰富的生物资源。本区海岸湿地, 地处暖温带南部和亚热带北部, 分大陆岸滩和河口边滩两个差异显著的生态系统, 共有禾草滩、盐蒿滩、芦苇沼泽、大米草沼泽和莎草沼泽等 5 个类型。其中禾草滩应属盐土草甸类型, 尽管它分布于海堤之外, 但夏秋大汛季节或遇风暴潮异常增水时仍受潮水影响, 这里仍作为海岸湿地类型。5 个类型中前 2 个位于平均高潮位以上, 相当于高位沼泽; 后 3 个在小潮高潮位与平均高潮位之间。由于潮滩各部位滩面高程和潮浸频率不同, 因此在生境条件上发生明显的分异。各种湿地类型的分布、植被和土壤等自然特征列于表 1。

2.2 海平面上升对沿海潮滩损失的估算 海平面上升引起潮滩损失的预测方法大致可归纳为高程面积法、沉积速率法和数值模拟法 3 种。本文采用前两种估算方法, 但根据

表 1 长江三角洲附近沿海潮滩湿地类型及其特征 (1988—1991 年)

Tab.1 The type and characteristics of tidal flat and coast wetland in the Changjiang River Delta and its adjacent area

潮滩湿地类型		分布情况	潮位	动植物群	土壤	地下水埋深 (m)
大陆岸滩生态系统	禾草滩	新洋港闸—染染河闸	大潮高潮位以上	白茅、大穗结缕草等, 盖度 70%—85%	全盐 0.1%—0.4%, 有机质 > 1.0%, 砂壤—中壤	2.0—1.5
	盐蒿滩	灌河口—二洪口, 射阳河口—遥望港, 团结港—连兴港	大潮高潮位与平均高潮位之间	盐蒿, 盖度 50%—80%	全盐 0.6%—0.8%, 有机质 0.5%—1.0%, 砂壤—中壤	1.5—0.5
	大米草沼泽	新洋港两侧, 北坎尖—东安闸, 高枝港—连兴港	平均高潮位与小潮高潮位之间	大米草, 盖度可达 100%	全盐 0.8%—1.0%, 有机质 0.5%—1.0%, 紫砂—轻壤	< 0.5
	光滩	各岸段 (盐蒿滩或大米草沼泽以下)	小潮高潮位以下	藻类, 贝类	全盐 0.8%—0.9%, 有机质 0.5%—1.0%, 紫砂—紧砂	0
河口边滩生态系统	芦苇沼泽	射阳河、新洋港和斗龙港各河口, 崇明和长江口各沙洲	小潮高潮位以上	芦苇, 盖度可达 100%	全盐 0.1%—0.5%, 有机质 0.6%—0.7%, 砂壤—中壤	< 0.5
	莎草沼泽	长江口各沙洲, 杭州湾北岸, 新洋港等芦苇滩外侧	小潮高潮位与平均高潮位之间	海三棱藨草、扁秆藨草、糙叶苔, 盖度 85%	全盐 0.2%—0.4%, 有机质 0.5%—0.9%, 砂壤—轻壤	0
	光滩	各岸段 (多数在莎草沼泽以下)	平均高潮位以下	藻类, 贝类	全盐 0.1%—0.6%, 有机质 < 0.5%, 紫砂—松砂	0

区域实际情况作了一些改进。

2.2.1 高程面积法的估算 该法需要利用沿岸陆地和潮滩地区地形测量资料, 最好有大比例尺和小等高距的地形图。通过量算不同高程地面的面积, 调查和分析各高程地面的生境条件及与海面的关系, 就可以预测出不同海平面上升幅度和不同潮位情况下的淹没损失量。

首先要选取一批有典型意义的潮滩水准测量断面, 根据江苏、上海水利部门和本所自 1980 年以来的实际测量结果, 选取 14 个能反映本区各类潮滩特点的典型断面。然后, 统一以各断面平均低潮位为起点, 分别量算其上 0.5m 和 1.0m 时的滩面宽度, 并与各断面潮滩总宽度相比, 分别得出相对海平面上升 0.5m 和 1.0m 时的潮滩损失率。再根据各岸段的损失率和基准年潮滩总面积, 求出实际相应的潮滩损失量。

2.2.2 平均速率法的估算 测定潮滩沉积速率, 是预测海平面上升影响的主要手段。该法估算海平面上升后的潮滩损失, 有两个假设条件: (1) 假定未来一段时间内潮滩的淤积或侵蚀仍保持过去一段时间内的相同趋势和相同速率; (2) 假定影响潮滩发育的因素, 包括自然因素 (如水动力) 和人为因素 (如滩涂围垦等) 没有新的重大变化。

利用表 2 给出的侵蚀和淤积速率、有关潮滩形态数据以及未来海平面上升 0.5m 和

1.0m 时的预测年份资料,可以计算出本区各岸段相对海平面上升 0.5m 和 1.0m 时的各岸段潮滩的损失量。

表 2 长江三角洲附近地区潮滩平均淤积和侵蚀速率

Tab. 2 The mean sedimentation and erosion rates of tidal flat in the Changjiang River Delta and its adjacent area

岸 段	淤积/侵蚀速率 (cm/a)		备 注
	变化范围	平均值	
漕河口—射阳河口	-1.0—-9.5	-2.1	江苏滩涂管理局 1980—1988 年滩涂水准测量
射阳河口—斗龙港	-0.9—-1.0	-1.0	
斗龙港—东灶港	-0.7—+13.8	+2.3	
东灶港—蒿枝港	-0.6—-0.8	-2.5	
蒿枝港—连兴港	+0.3—+0.8	+0.6	
长江口(东海农场)	+0.2—+10.0	+1.5	华东师范大学河口海岸研究所 ²¹⁰ Pb测定
南汇嘴—金汇港	0—-9.1	-2.4	奉贤县水利局和本所 1986—1989 年中港断面水准测量
金汇港—漕泾	+0.45—+1.5	+1.0	华东师范大学河口海岸研究所 ²¹⁰ Pb测定
漕泾—高阳山	微冲—微淤	0	调查表明为人工稳定海岸

2.2.3 两种估算结果的比较和综合 通过高程面积法和平均速率法两种估算结果(表 3)的比较,可以看出两者之间的明显差别。在侵蚀或稳定岸段,速率法估算的损失面积较大;在淤涨岸段,高程面积法估算的损失面积较大。对于这种差别的出现,需要通过对各岸段的逐一具体分析,然后将两种估算值进行适当修订和综合,以得到一个较为合理的估算结果。

高程面积法值得提及的两点:(1)采用该法的前提条件是假定潮滩形态(包括宽度、坡度等)保持现状,而实际上,潮滩的淤积和侵蚀还会继续,海平面上升后淤涨岸段潮滩还会发展或者损失减少;侵蚀岸段的潮滩损失面积还要大得多,因为除了淹没损失外,还有侵蚀损失;目前的稳定海岸也会随着海平面上升而逐步向侵蚀海岸转化,因而估算的损失面积也偏小。(2)正如前面提到的,该法最适合估算已经停止加积作用的沿海低地的淹没损失量,不适宜用来估算淤涨海岸潮滩的淹没损失。

速率法估算海平面上升后的潮滩损失量,从理论上说是比较确切和可信的。然而,由于本区各岸段潮滩的侵蚀和淤涨速率资料是根据不同的时间序列和不同测量方法,并依靠若干典型断面的测量数据计算获得的,因而影响精度。尤其是利用目前的速率数据延长至未来几十年至上百年时间,显然是不合适的。据长江口以北潮滩 30 多年的重复水准测量资料,长江三角洲附近海岸的演变总的趋势是:侵蚀总量增加、侵蚀范围扩大,但原有侵蚀岸段的侵蚀强度在递减;淤涨岸段淤积量逐渐减少,且岸线不断缩短(陈才俊, 1986)。这种趋势的出现除了全球性海平面上升影响外,还与本区海岸长期以来特有的发育条件、发展历史和大部分岸线受人工控制等多种因素有关。因此,用速率法预测的海平面上升 0.5m 或 1.0m 后漕河口—射阳河口等主要侵蚀岸段的损失面积以及斗龙港口—东灶港等主要淤涨岸段的淤涨面积,都不同程度地偏大,甚至会出现损失面积大于潮滩面积

表 3 用高程面积法和平均速率法估算的海平面上升后的潮滩损失面积(km²)

Tab. 3 The estimation of the loss of tidal flat caused by sea level rise by the methods of elevation-area and mean sedimentation rate in the Changjiang River Delta

岸 段	潮滩面积 (1990 年)	高程面积法		平均速率法 ¹⁾	
		海面上升 0.5m 损失面积	海面上升 1.0m 损失面积	海面上升 0.5m 损失面积	海面上升 1.0m 损失面积
灌河口—射阳河口	314.7	60.0	109.2	191.2	325.6
射阳河口—斗龙港	652.1	104.6	233.8	99.6	176.4
斗龙港—东灶港	1 808.6			(248.5)	(349.7)
苏北辐射沙洲	1 268.4	152.0	317.1	—	—
东灶港—蒿枝港	57.8	11.4	19.7	22.2	39.2
蒿枝港—连兴港	174.1	28.2	51.7	8.2	20.7
长江口	819.2	77.2	162.6	(50.4)	(54.1)
南汇嘴—金汇港	40.2	5.0	8.2	(8.9)	(15.9)
金汇港—漕 泾	45.0	2.0	4.5	(0.1)	(1.0)
漕 泾—高阳山	44.9	10.9	17.1	3.8	7.6
总 计	3 956.4	455.1	929.6	333.9	585.4

1) 括号内数值为潮滩淤涨面积。

的不合理结果。

根据以上两种估算方法的适用范围和区域潮滩的冲淤动态特点, 本文采用以下综合方式来最后确定海平面上升后全区各类潮滩面积损失的结果。

对于测量资料基础好的岸段来说, 海平面上升后的潮滩损失面积可根据上述冲淤趋势预测, 通过计算年侵蚀或淤涨递减率来修订用速率法预测的结果。引入年平均侵蚀或淤积递减率的计算海平面上升后潮滩损失或增加面积 (ΔS_i) 的公式如下:

$$\Delta S_i = S_0 \frac{V_0 [1 + (1 - X) + (1 - X)^2 + \dots + (1 - X)^{n-1}] - i}{W_0 \operatorname{tg} \alpha}$$

式中, S_0 为基准年 1990 年某岸段潮滩面积; V_0 为潮滩平均淤积/侵蚀速率; W_0 为某岸段潮滩平均宽度; $\operatorname{tg} \alpha$ 为潮间带平均坡度; i 为海平面上升预测值, 这里取 0.5 和 1.0m; n 为海平面上升至 i 时所需年数(按中高方案)。

对于长江口以北潮滩, 可以利用 1954—1988 年间的较系统的重复水准测量资料(江苏省滩涂研究所, 1992), 计算出各岸段的年侵蚀或淤积递减率 (X), 因而有可能对速率法结果进行修订, 如灌河口—射阳河口、东灶港—蒿枝港和蒿枝港—连兴港三岸段的 X 值分别为 0.50%, 1.19% 和 7.92%。对于斗龙港—东灶港和长江口两个主要淤涨岸段, 由于本区泥沙来源不断减少, 未来的淤积速度必然减缓, 两岸段的年淤积递减率统一以 1954—1988 年间长江口以北潮滩的淤积总量的变化、即由 1954—1980 年间的 3597.4 万 m^3/a 减少为 1980—1988 年间的 3 298.1 万 m^3/a , 算得 X 值为 0.50%。

对于 1980 年前后由明显淤涨转化为逐渐侵蚀加剧的射阳河口—斗龙港岸段, 由于未

来的变化受多种因素的影响,还会经历一个由加剧到减缓的过程,所以表 4 中仍然采用平均速率法估算结果。采用此法估算结果的还有侵蚀作用比较明显的南汇嘴—金汇港岸段。采用高程面积法估算结果的有苏北辐射沙洲和漕泾—高阳山两岸段,前者缺少有关速率测量资料,后者潮滩相对稳定,长期以来未发生多大变化。表 4 综合估算的结果表明,当海平面上升 0.5m 时,全区潮滩侵蚀和淹没损失面积为 479.8km²,占 1990 年潮滩总面积的 9.2%;当上升 1.0m,损失面积为 874.5km²,占总面积的 16.7%。考虑同期淤涨面积的净损失量,海平面上升 0.5m 时为 249.4km²,上升 1.0m 时为 645.1km²。

从表 3 和表 4 可见,虽然它们估算的海平面上升后全区潮滩面积损失总量彼此接近,但区内各岸段的损失量相差较大。比较而言,综合法估算时由于对本区潮滩面积大的主要岸段采用了“引入年侵蚀或淤涨递减率的速率法”,并考虑了潮滩损失原因、各种动态类型潮滩发展趋势等多种因素,因而其结果要比单纯的高程面积法或平均速率法结果合理。

表 4 海平面上升后长江三角洲附近潮滩侵蚀和淹没损失量的综合估算结果

Tab. 4 The comprehensive estimation of the loss of vertical erosion and inundation of tidal flat caused by sea level rise in the Changjiang River Delta and its adjacent area

岸 段	损失原因	潮滩损失面积 (km ²) ¹⁾		估算方法
		海平面上升 0.5m	海平面上升 1.0m	
漕河口—射阳河口	侵蚀为主	171.9	278.8	引入递减率的速率法
射阳河口—斗龙港	侵蚀为主	99.6	176.4	平均速率法
斗龙港—东灶港	淤积减少	(197.3)	(219.0)	引入递减率的速率法
苏北辐射沙洲	淹 没	152.0	317.1	高程面积法
东灶港—蒿枝港	侵蚀为主	18.2	29.3	引入递减率的速率法
蒿枝港—连兴港	淹没为主	18.3	39.9	引入递减率的速率法
长江口	淤积减少	(33.0)	(9.4)	引入递减率的速率法
南汇嘴—金汇港	侵蚀为主	8.9	15.9	平均速率法
金汇港—漕 泾	淤积减少	(0.1)	(1.0)	平均速率法
漕 泾—高阳山	淹 没	10.9	17.1	高程面积法
总 计		479.8	874.5	

1) 括号内数值为潮滩淤涨面积。

2.3 海平面上升对海岸湿地损失的估算 海岸湿地是潮滩土地中与人类经济活动最密切的一部分。在海平面上升引起的潮滩损失中,湿地面积的减小和质量的退化将是最严重的损失。海平面上升对湿地影响程度取决于同期湿地的加积作用,增高能力受沉积物来源和植被两个因素控制。长江三角洲附近潮滩,隋唐以来随着长江中上游的开发和黄河夺淮等重要历史事件带来丰富的泥沙,促使本区大部分潮滩迅速淤涨,岸线不断外移。15—16 世纪的全球海平面上升曾导致长江口和钱塘江口的潮汐作用增加,一度引起江岸的崩坍。19 世纪中叶黄河北归,本区海岸每年失去十几亿吨泥沙补给,造成废黄河三角洲(包括水下部分)的侵蚀后退。经过 130 多年的自然调整,目前废黄河三角洲海岸后退已逐步减缓,但又产生新的侵蚀岸线,原有淤涨岸段的淤积总量减小。本区今后的沉积物来源,由于沿海护岸工程的加强、湿地的不断围垦以及各河流中上游的水土保持和兴建水库等人为因素的影响,对于长江口和三角洲附近大多数岸段来说,将进一步减少。再

看潮滩植被,40多年来全区共围垦潮滩约200万亩,其中长江口附近主要是围的芦苇沼泽,长江口以北主要围的是禾草草甸和盐蒿草甸,这是湿地面积不断减少的最大原因。这个因素在今后还将存在。就目前而言,分布有白茅和大穗结缕草群落的潮上带,由于潮汐很少抵达,加积作用已不明显;高、中潮区的盐蒿、大米草及河口的芦苇和各种莎草科植被的滞流和消浪作用,能促使潮滩淤积。除了不断围垦的因素外,未来海平面上升将会导致潮滩植被的进一步破坏,这是因为海岸侵蚀的加剧和海岸工程的加强使潮滩不断变窄,植被生长空间缩小;潮浸频度提高,造成湿地类型退化;入海径流减小,使河口生态条件改变,潮滩含盐量增加,影响甚至破坏芦苇和各种莎草科植被。根据以上两个因素的分析,本区湿地未来的加积作用普遍趋于减弱,海平面的上升将导致大部分岸段湿地的减少甚至消失。但受辐射沙洲掩护的斗龙港—东灶港和长江口两岸段,在一定时期内由于还有相当充足的泥沙来源,仍将以淤涨为主。

海平面稳定时,无论是海岸湿地生态系统还是河口湿地生态系统,由于潮滩的自然加积,各种湿地类型之间会发生自下而上、由低级向高级的演替。海平面上升使潮滩的潮浸频率增加,导致潮滩的淹没和侵蚀,使一部分潮间带转化成潮下带。损失的潮滩看起来似乎主要是中低潮滩,但实际上由于潮滩各种生态类型之间的演替关系是可逆的,下一类型的消失或范围缩小必然引起上一类型的退化,即发生反向演替。如中低潮区粉砂质光滩的消失,可以使高潮区盐蒿滩退化为光滩、禾草滩退化为盐蒿滩,河口的莎草沼泽退化为光滩,芦苇沼泽退化为莎草沼泽。此外,由于本区海岸全线有人工海堤防护,海平面上升后基本上无形成新湿地的空间,使湿地损失不可能得到补偿。

因此,海平面上升造成的潮滩损失,首先就是其上部的湿地损失。根据这一原理,可以对不同海平面上升幅度下各岸段的湿地损失量进行粗略估算。

由表4预测结果可见,明显淤涨的斗龙港—东灶港和长江口两岸段的潮滩湿地,未来一定时期内海平面上升只是减缓了淤积速度,淤涨面积将大量减少。类似情况还有金汇港—漕泾岸段。湿地损失最大的是目前的各个侵蚀岸段,如灌河口—射阳河口、射阳河口—斗龙港和南汇嘴—金汇港等,受到侵蚀和淹没的双重作用;其次是相对稳定岸段(如漕泾—高阳山等)以及轻微淤涨岸段(如蒿枝港—连兴港和金汇港—漕泾等),由于淤积速率小于预测的未来相对海平面上升速率,而引起淹没损失。利用各岸段潮滩损失量的预测成果与同岸段现有湿地面积相比,可得出不同海平面上升幅度下的各岸段湿地面积的淹没和侵蚀损失率。

经计算,有两个岸段由于侵蚀速率大以及现有湿地面积有限,根据海平面上升中高预测方案,在相对海平面上升量还不到0.5m时,全部湿地将遭损失。一是废黄河三角洲的灌河口—射阳河口岸段,当相对海平面上升28cm、即在2033年时,现有120km²湿地将基本消失;二是长江三角洲南沿的南汇嘴—金汇港岸段,当相对海平面上升33cm、即在2024年左右,现有6km²湿地也将基本消失。

表5表明,多数岸段的湿地损失率是相当大的。就全区而言,在假定今后主要淤涨岸段的新生湿地与湿地围垦间保持平衡的条件下,相对海平面上升0.5m和1.0m时的湿地损失面积将分别为1990年面积的20%和28%,即分别减少246km²和344km²;如果不考虑斗龙港—东灶港、长江口和金汇港—漕泾三个明显淤积岸段的湿地面积,则相对海平

面上升 0.5 和 1.0m 时的湿地损失率将分别提高至 48% 和 66%。受损失的湿地类型各岸段不同, 总的趋势是盐土草甸→高位沼泽→低位沼泽的退化, 高级类型向低级类型的退化。

表 5 未来海平面上升后长江三角洲附近沿海湿地面积损失率预测

Tab. 5 The estimation of the loss of coastal wetland caused by future sea level rise in the Changjiang River Delta and its adjacent area

岸 段	1990 年 湿地面积 (km ²)	海平面上升 0.5m		海平面上升 1.0m		主要损失湿地类型
		损失率 (%)	损失面积 (km ²)	损失率 (%)	损失面积 (km ²)	
灌河口—射阳河口	120	100.0	120	100.0	120	盐蒿草甸
射阳河口—斗龙港	320	31.3	100	55.0	176	禾草草甸、芦苇沼泽
斗龙港—东灶港	580	0	0	0	0	—
东灶港—蒿枝港	1	100.0	1	100.0	1	大米草沼泽
蒿枝港—连兴港	70	26.1	18	57.0	40	大米草沼泽
长江口	150	0	0	0	0	—
南汇嘴—金汇港	6	100.0	6	100.0	6	芦苇沼泽、莎草沼泽
金汇港—漕 泾	4	0	0	0	0	—
漕 泾—高阳山	1	100.0	1	100.0	1	莎草沼泽

与国外的研究结论相比, 本区各岸段沿海湿地受海平面上升影响的损失有大有小。Kana 等(1986)在南卡罗来纳州 Charleton 的研究结果为, 按中高方案, 2075 年, 在缺乏海岸防护情况下, 43%—73% 的湿地受损失, 有防护工程岸段提高至 51%—92% (转引 Park, 1986)。据 Titus (1986) 的研究结论, 海平面上升 1.0m 时美国全国 3/4 的沿海湿地将遭破坏, 典型的河口沼泽将减少 50%—90%, 在没有形成新沼泽洼地时, 这损失可高达 100%。长江三角洲附近地区由于现阶段总体上仍以淤涨海岸占优势, 几个主要湿地分布岸段的潮滩近几十年内还可维持 1cm/a 左右的平均淤积速率, 每年可新生一定数量的湿地, 所以海平面上升后全区湿地的净损失总量较少。但具体到各个岸段, 多数在海平面上升 1.0m 时湿地损失率达到 55% 至 100%, 其中一些长期侵蚀岸段, 甚至在海平面上升不足 0.5m 时, 湿地就已破坏殆尽。至于淤涨岸段, 由于海平面不断上升和泥沙来源逐渐减少, 使淤积量越来越少, 最终淤涨终止, 也将陆续转入侵蚀和淹没损失。

参 考 文 献

- 江苏省海岸带和海涂资源综合调查报告, 1986, 海洋出版社(北京), 252, 317—319。
 江苏省滩涂研究所, 1992, 江苏滩涂研究所, 海洋出版社(北京), 15—16。
 陈才俊, 1990, 灌河口至长江口海岸淤积趋势, 海洋科学, 5: 11—16。
 浙江省海岸带和海涂资源综合调查报告, 1988, 海洋出版社(北京), 10—11, 263—272。
 Park, R. A. et al., 1986, Predicting the effects of sea level rise on coastal wetlands, effects of changes in stratospheric ozone and global climate, *Sea Level Rise*, 4: 129—150。
 Titus, J. G., 1986, The causes and effects of sea level rise, effects of changes in stratospheric ozone and global climate, *Sea Level Rise*, 4: 219—241。

IMPACTS OF SEA LEVEL RISE ON TIDAL FLAT AND COASTAL WETLAND IN THE CHANGJIANG RIVER DELTA AND ITS ADJACENT AREA

Ji Zixiu, Jiang Zixun, Zhu Jiwen, Yang Guishan

(*Nanjing Institute of Geography and Limnology, Academia Sinica, Nanjing 210008*)

ABSTRACT

A comprehensive investigation on the tidal flat and coastal wetland in the Changjiang River Delta and its adjacent area was conducted from 1988—1991 for studying the impact of sea level rise. The elevation-area, sedimentation rate and parameter estimate of future scourage-siltation tendency are used to calculate the impacts of sea level rise in 14 typical cross sections of the tidal flat. The result shows that if sea level rises by 50 and 100 cm, the area of tidal flat will decrease by 9.2% and 16.7% respectively of that in 1990 and the areas of coastal wetland decrease by 20% and 28% respectively. At the same time, wetlands will also retrogress from advanced forms to original ones. Judged by the whole area, the damage rates vary in the different coastal section, and are high in the erosion coasts and low in the accretion coasts. Sea level rise will result in reduction in sedimentation rate or even turn accretion into erosion.

Key words Tidal flat Wetland Sea level rise Changjiang River Delta