

# 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被特征 及演化的对比研究

张绪良<sup>1,2</sup>, 谷东起<sup>3</sup>, 丰爱平<sup>3</sup>, 夏东兴<sup>3</sup>

(1. 中国海洋大学 海洋地球科学学院, 山东 青岛 266003; 2. 青岛大学 师范学院地理系, 山东 青岛 266071;  
3. 国家海洋局第一海洋研究所, 山东 青岛 266061)

**摘要:** 根据生态适应类型将黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被建群种和主要伴生种划分为盐生植物、水生植物和湿生植物 3 类, 对比分析了两地自然湿地植被类型、分布和演化的差异。黄河三角洲潮间带中上部分布以盐地碱蓬、柽柳等为建群种的湿地植被, 潮上带分布的主要是以芦苇、香蒲、獐毛等为建群种湿地植被, 最近 30 多年来湿地植被演化迅速, 演化趋势为裸露滩涂、潮间带及潮上带盐沼湿地、淡水沼泽湿地、草甸湿地、农田, 大面积的自然湿地植被被人工湿地取代。莱州湾南岸潮间带无植被分布, 潮上带主要分布以盐地碱蓬、碱蓬、柽柳等为建群种的湿地植被, 最近 30 多年来盐沼湿地、淡水沼泽湿地分别向草甸湿地演化, 大面积的盐沼湿地植被因农业围垦、盐田、虾池建设等原因消失了。

**关键词:** 湿地植被; 盐生植物; 水生植物; 湿生植物; 生态适应类型; 形态变异

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2006)03-0127-05

中图分类号: S156.7, X171

## Comparative Research on Characters and Evolvement of Vegetation of Coastal Wetlands of Yellow River Delta and Southern Laizhou Bay

ZHANG Xu-liang<sup>1,2</sup>, GU Dong-qi<sup>3</sup>, FENG Ai-ping<sup>3</sup>, XIA Dong-xing<sup>3</sup>

(1. College of Marine Geosciences, Ocean University of China, Qingdao 266003, Shandong Province,

China; 2. Department of Geography, Qingdao University, Qingdao 266071, Shandong Province, China;

3. First Institute of Oceanography, State Oceanic Administration, Qingdao 266061, Shandong Province, China)

**Abstract:** The author divided the dominant plants and leading associated plants of vegetation on coastal wetlands in the Yellow River Delta and the Southern Laizhou Bay into three eco-adapted types of halophytes, hydrophytes and amphiphytes, and compared the differences of vegetation types, the distribution and evolvement of the vegetation there. The dominant plants of vegetation on middle and high tide foreshore wetlands in the Yellow River Delta are halophytes such as *Suaeda heterobtera* and *Tamarix chinensis*, and the vegetation on coastal wetlands in beach are fresh water marsh and meadow where the dominant plants are hydrophytes and amphiphytes such as *Phragmites Communis*, *Typha orientalis* and *Aeluropus littoralis* var *sinensis*. The vegetation has evolved rapidly into bare tide foreshore, salt marsh in tide foreshore and beach, fresh water marsh meadow and farmland in the latest 30 years. Much of vegetation on the wetlands has been replaced by artificial wetlands. There is no vegetation on tide foreshore in the Southern Laizhou Bay, but there are salt marshes in beach where the dominant plants are halophytes such as *Suaeda heterobtera*, *Suaeda glauca* and *Tamarix chinensis*. Salt marsh and fresh water marsh have evolved into meadow, and much of vegetation of salt marshes in the Southern Laizhou Bay has disappeared due to the construction of saltern and ponds of shrimps and crabs in the latest 30 years.

**Keywords:** vegetation of wetlands; halophytes; hydrophytes; amphiphytes; eco-adapted types; modal variation

湿地植被属非地带性植被, 与地带性植被相比其群落组成和结构相对简单, 空间分异序列明显, 演替迅速<sup>[1-2]</sup>。湿地的地貌、水文条件和土壤的理化性质对湿地植被的形成、结构、空间分异和演替有很

强的影响<sup>[3]</sup>。黄河三角洲和莱州湾湿地作为一个整体是我国 173 块重要湿地之一。但由于黄河三角洲和莱州湾南岸滨海湿地海-陆相互作用的相对强度、微地貌结构、土壤理化性质的差异, 两地湿地植被类

型、分布和湿地植物的形态变异显著不同。对湿地植被分布和湿地植物形态变异起直接作用的生态因子是地表水分条件和土壤含盐量,海—陆相互作用的相对强度、地貌条件通过控制湿地的水分条件和土壤含盐量来间接影响植被的形成、分布和湿地植物形态变异。地表积水,淡水补给条件,浅层地下水上升、蒸发,土壤水蒸发和土壤积盐等过程均与平原微地貌类型、微地貌部位密切相关。探讨黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被的差异及其形成原因,对研究滨海湿地的形成、演化过程,恢复、重建退化湿地有重要意义。

## 1 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地类型与湿地植物的生态适应类型

### 1.1 黄河三角洲和莱州湾南岸的湿地类型

黄河三角洲和莱州湾南岸是平缓广阔的平原,受黄河等河流和海洋的共同作用水源丰富,有利于湿地

发育,是环渤海重要的沿海湿地分布区。本文将两地湿地类型划分为湿地类、湿地型、湿地亚型 3 级,共 2 个湿地类,10 个湿地型,18 个湿地亚型(表 1)<sup>[4-7]</sup>。黄河三角洲湿地总面积  $6.13 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,其中自然湿地  $4.47 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,占 73.0%,人工湿地  $1.65 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,占 27.0%。自然湿地以滨海湿地、河流及河口湿地为主,主要集中成片分布在三角洲东部地区。三角洲的中西部主要分布人工湿地,自然湿地较少。莱州湾南岸湿地总面积  $2.55 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,其中自然湿地  $2.02 \times 10^5 \text{ hm}^2$ ,占 79.5%,人工湿地  $5.20 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ,占 20.5%。自然湿地也以滨海湿地、河流和河口湿地为主,主要分布在距海 10 km 内的海岸带范围内。自海向陆分别为潮下带湿地、潮间带裸露滩涂湿地、潮上带盐土光滩湿地、各种潮上带咸水沼泽湿地、淡水沼泽湿地等湿地类型呈带状分布,河流及河口湿地贯穿其中。

表 1 黄河三角洲和莱州湾南岸各湿地类型面积及面积百分比

湿地类	湿地型	湿地亚型	黄河三角洲		莱州湾南岸	
			湿地面积/ $\text{hm}^2$	总面积/%	湿地面积/ $\text{hm}^2$	总面积/%
自然湿地	滨海湿地	潮下带湿地(含潮下带河口)	150 000	24.5	76 000	29.8
		裸露滩涂湿地	70 840	11.6	42 000	16.5
		盐地碱蓬滩涂湿地	31 700	5.2		
		柽柳—盐地碱蓬滩涂湿地	8 600	1.4		
	河流及河口湿地	潮上带盐土光滩湿地	29 420	4.8	12 000	4.7
		潮上带盐地碱蓬湿地	—	—	—	—
		潮上带盐地碱蓬—柽柳湿地	—	—	—	—
		潮上带碱蓬湿地	—	—	5 000	2.0
		淡水沼泽湿地	22 555	11.6	34 500	13.5
		草甸湿地				
灌丛疏林湿地	芦苇、香蒲沼泽	23 600	3.8	—	—	
	獐毛—芦苇草甸	38 247	6.2	—	—	
	茅草草甸	14 674	2.4	—	—	
	柽柳湿地	8 126	11.3	—	—	
合计						
		柳林湿地	675	0.1	—	—
		合计	447 257	73.0	202 260	79.5
人工湿地	水库与水工建筑	水库	16 426	2.7	—	—
		坑塘	6 382	1.0	—	—
		渠道	78 701	12.8	—	—
	水稻田	稳定稻田	9 700	1.6	—	—
		不稳定稻田	2 000	0.3	—	—
	盐田	16 936	2.8	39 300	15.4	
	虾池	35 328	5.8	10 700	4.2	
	人工芦苇沼泽	—	—	2 400	0.9	
合计						
总计			165 473	27.0	52 400	20.5
			612 370	100.0	254 660	100.0

注:资料来源于《潍坊市湿地资源调查报告》(1995)、《潍坊市渔业生态环境及生物资源状况报告》(2002)、《山东省海岸带和海涂资源综合调查报告》(1990),及参考文献[4,7,8]。表中缺失的数据表示该湿地类型没有分布,“—”为实际存在但因资料限制未统计出面积的湿地类型。

## 1.2 湿地植物的种属构成与生态适应类型

黄河三角洲湿地共有维管束植物 64 科 185 属 318 种及变种, 其中蕨类植物 12 种, 裸子植物 2 种, 被子植物 304 种<sup>[9]</sup>; 莱州湾南岸湿地维管束植物共 55 科 160 属 230 种, 其中蕨类植物 4 种, 裸子植物 4 种, 被子植物 222 种。

湿地植物的生态适应类型是指在同一气候区内不同生境中植物适应状况和形态变异(生境生态型)<sup>[10]</sup>。根据对水分状况和土壤含盐量的生态适应, 将黄河三角洲和莱州湾南岸自然湿地植被的建群种

和主要伴生种分为盐生植物、水生植物、湿生植物 3 类(表 2)<sup>[11-13]</sup>。上述湿地植物的生态适应类型划分是相对的, 有些湿地植物在环境条件与最适宜的生境不同时也有分布, 但会发生形态变异和群落中地位的变化。例如水生植物芦苇在无积水的潮湿环境中与獐茅作为共建种伴生形成草甸湿地, 盐角草(*Salicornia europaea*)、盐地碱蓬(*Suaeda salsa*)等盐生植物能适应潮水的周期性浸润; 獐毛(*Aeluropus littoralis* var. *sinensis*)、虎尾草(*Choloris virgata*)、狗尾草(*Setaria viridis*)等湿生植物也比较适应盐碱环境。

表 2 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植物的生态适应类型

盐生植物	水生植物	湿生植物
盐地碱蓬( <i>Suaeda salsa</i> )	芦苇( <i>Phragmites communis</i> )	荻( <i>Miscanthus sacchariflorus</i> )
碱蓬( <i>S. glauca</i> )	东方香蒲( <i>Typha orientalis</i> Presl)	柳( <i>Salix matsudana</i> )
柽柳( <i>Tamarix chinensis</i> )	长苞香蒲( <i>T. angustata</i> Bory et Chau)	獐毛( <i>Aeluropus littoralis</i> var. <i>sinensis</i> )
盐角草( <i>Salicornia europaea</i> )	小香蒲( <i>T. minima</i> Funk.)	白茅( <i>Imperata cylindrica</i> var. <i>major</i> )
碱蒿( <i>Artemisia anethifolia</i> )	菖蒲( <i>Acorus calamus</i> )	虎尾草( <i>Choloris viridis</i> )
滨藜( <i>Atriplex patens</i> )	泽泻( <i>Alisma orientale</i> (Sam.) Juzepcz.)	狗尾草( <i>Setaria viridis</i> )
中亚滨藜( <i>A. centralasiatica</i> )		
中华补血草( <i>Limonium sinensis</i> )		
黄花蒿( <i>Artemisia annua</i> L.)		

## 2 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被的差异

### 2.1 湿地植被类型与分布不同

黄河三角洲自然湿地中以盐地碱蓬、柽柳等盐生植物为建群种的咸水沼泽湿地植被主要分布在潮间带滩涂的中上部, 占黄河三角洲滩涂湿地的 36.3%, 湿地总面积的 6.6%。潮上带自然湿地植被主要是以芦苇、香蒲、獐毛等为建群种的芦苇沼泽、香蒲沼泽和獐毛—芦苇草甸、茅草草甸等淡水沼泽和草甸, 有小面积的柽柳湿地和柳林湿地分布。莱州湾南岸滩涂湿地全部为光滩。自然湿地植被分布在潮上带, 以盐地碱蓬、碱蓬、柽柳等盐生植物为建群种的潮上带盐地碱蓬湿地、潮上带盐地碱蓬—柽柳湿地、潮上带碱蓬湿地植被占莱州湾南岸自然湿地面积的 18.6%, 湿地总面积的 13%, 无论绝对面积还是占湿地总面积的比重均低于黄河三角洲的 28.1%, 20.4%。淡水芦苇沼泽湿地、香蒲沼泽湿地、草甸湿地和灌丛疏林湿地植被不发育, 其绝对面积, 占湿地总面积的比重都很小。

### 2.2 建群种和主要伴生种的形态变异不同

黄河三角洲和莱州湾南岸湿地因水分条件、土壤含盐量等生境条件不同, 不同湿地植被建群种和主要

伴生种的形态变异差异也很显著。以芦苇为例, 黄河三角洲和莱州湾南岸自然湿地中分布的普通芦苇遗传性状相同, 但黄河三角洲淡水芦苇沼泽中芦苇植株高而粗、叶长而宽, 而莱州湾南岸芦苇主要分布在潮上带各种盐沼湿地中的伴生种芦苇植株矮而细、叶短而窄、穗相对较大<sup>[10]</sup>。另据作者实地调查, 分布于莱州湾南岸昌邑市灶户盐场北部盐沼湿地中的盐地碱蓬自海向陆表现出植株矮而细、高而粗、再矮而细的形态变异特征。柽柳也有类似的形态变异, 在黄河三角洲湿地中因土壤含盐量较低, 柽柳高大茂盛, 而莱州湾南岸湿地中柽柳相对矮小分布稀疏。

## 3 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被差异的形成原因

### 3.1 成土母质和土壤含盐量

黄河三角洲湿地的成土母质主要是黄河冲积物, 湿地土壤包括盐土、潮盐土、盐化潮土、潮土、新淤潮土、水稻土等土类。表层含盐量 > 2.0% 的盐土分布在沿海滩涂内侧的高潮滩地和潮上带沿海地平地, 土壤盐分限制了湿地植被的发育。表层含盐量 1%~2% 的潮盐土, 分布在盐土内侧潮间带和海拔 < 3.5 m 的潮上带。受自然降水的淋盐作用, 土壤季节性脱盐开始了自然成土过程, 形成以盐地碱蓬、芦苇、

獐茅、柺柳等盐生植物,水生植物和湿生植物为建群种的草甸湿地植被和咸水沼泽湿地植被。在海拔 > 3.5 m 的潮上带分布盐化潮土、潮土和表层含盐量 < 1% 的新淤潮土分布淡水沼泽湿地、草甸湿地和灌丛疏林湿地植被。

莱州湾南岸湿地的成土母质是海积物和冲海积物,湿地土壤包括盐土、潮盐土、盐化潮土、潮土等类型。受全新世 3 次海侵形成的地下卤水和海水影响在潮间带和海拔 < 2.5 m 的潮上带的土壤为盐土,土壤表层含盐量 > 4%,分布潮间带裸露滩涂湿地、潮上带盐土光滩湿地和潮上带盐地碱蓬湿地等湿地类型,含盐量高的盐土限制了湿地植被的发育,盐地碱蓬湿地植被面积较小。在盐土以南海拔 2.5~5 m 海积平原上主要分布潮盐土,土壤表层含盐量 1%~4%,发育潮上带盐地碱蓬、潮上带盐地碱蓬—柺柳湿地、潮上带碱蓬湿地和茅草草甸等湿地类型,植被发育较好。在距海较远海拔 5 m 以上的潮上带冲海积平原分布表层含盐量 < 1% 的盐化潮土、潮土,发育芦苇、香蒲沼泽、茅草草甸等湿地植被。但是由于径流量小、河道低于地面,地表径流侧渗补给量小,湿地植被面积的比重较黄河三角洲湿地小得多,湿地植物也比较矮小。

### 3.2 平原微地貌类型

黄河三角洲高程 13~1 m,自然比降 1/8 000~1/12 000,地势西南高,东北低。由于新堆积体的形成以及老堆积体被反复淤淀,造成三角洲平原大平、小不平,微地貌形态复杂的特点。地貌类型有河滩地(河道)、河滩高地与河流故道、决口扇与淤泛地、微斜平地、河间洼地与背河洼地、滨海低地等。其中,河滩高地与河流故道、决口扇与淤泛地地势较高无地表积水,地下水埋深超过蒸发临界深度,土壤不受地下水影响,土壤水盐以下行、水平运动为主,一般不发生盐碱化,主要湿地植被为獐茅—芦苇草甸、茅草草甸、柺柳林和柳林等。微斜平地、河间洼地、背河洼地与滨海低地是水盐汇集之地,地下水埋深一般小于蒸发临界深度,甚至有一些浅平洼地,潜水面高出地面形成地表积水,发育以盐地碱蓬、芦苇等为建群种的湿地植被。微斜平地中上部、距海较远的河间洼地、背河洼地与滨海低地土壤以盐化潮土和潮盐土为主,含盐量较低,主要发育芦苇沼泽、香蒲沼泽、獐茅—芦苇草甸等湿地植被。微斜平地下部,河间洼地、背河洼地边缘相对高起处蒸发积盐强烈,三角洲外缘的潮间带受周期性潮水淹没影响,土壤都以含盐量较高的盐土和潮盐土为主,湿地植被不发育,分别形成潮间带下部的潮间带裸露滩涂湿地,中上部的盐地碱蓬盐土滩

涂湿地、柺柳—盐地碱蓬滩涂湿地,潮上带盐土光滩湿地,并且群落建群种盐地碱蓬、柺柳长势不好,植株矮,盖度小<sup>[9]</sup>。

莱州湾南岸平原地势低缓,湿地大部分地区在海拔 7 m 以下。平原微地貌类型包括滨海低地,缓平低地,浅平洼地和碟形洼地(如渠淀湖、清水泊、别画湖等古湖泊)。比较而言,莱州湾南岸平原微地貌结构相对简单。北部的滨海低地和缓平低地下部地下水埋深浅,地下水蒸发和土壤积盐强烈,形成盐土、潮盐土,分布潮上带盐土光滩和以盐地碱蓬、碱蓬、柺柳为主要建群种的盐沼湿地植被。原生的芦苇沼泽、香蒲沼泽湿地植被主要分布在径流量较大的河流下游河漫滩上和南部的浅平洼地、碟形洼地中,现在留存面积非常有限。

### 3.3 海—陆相互作用的相对强度

海—陆相互作用的相对强度也影响湿地的水分条件、土壤含盐量和湿地植被类型与分布。黄河三角洲和莱州湾南岸湿地淡水主要由河流和大气降水输入。由于黄河三角洲和莱州湾南岸都属暖温带大陆性季风气候,降水少而蒸发强烈,蒸发量是降水量的 3~4 倍,降水不能满足湿地的需要。所以湿地地面积水深度、持续时间、土壤含盐量和湿地植被发育等主要与两地河流径流量、潮差大小、风暴潮的频率、强度等因素有关。

黄河是地上悬河,径流量大,有大量径流侧渗补充湿地〔在黄河三角洲顶点宁海的上侧滨州 1988—1989 年黄河侧渗速率大约  $0.62 \sim 0.64 \text{ m}^3 / (\text{d} \cdot \text{m})$ 〕<sup>[14]</sup>,径流侧渗产生的冲淡作用以及黄河三角洲地势较高,淤高、向海淤进快等原因使潮上带滨海湿地受潮水影响较小,自然湿地植被以建群种为芦苇、香蒲、獐茅等的淡水沼泽、草甸为主。在三角洲北部远离现在河口入海水道的高潮线附近滨海低地下部径流作用弱,潮水影响强,无湿地植被发育,形成潮上带盐土光滩湿地。三角洲外缘潮间带发育了盐地碱蓬湿地和柺柳—盐地碱蓬湿地,也与潮间带不断迅速淤高,海潮影响弱有关。

莱州湾南岸小清河、弥河、白浪河、潍河和白浪河等 5 条主要河流的多年平均入海径流量为  $1.85 \times 10^9 \text{ m}^3$ ,径流量远低于黄河。并且除弥河因排污径流维持时间较长外,其它河流都长时间断流,通过侧渗补给湿地的水量很小;高潮线以上地势低缓,风暴潮侵袭频率高,受潮水和地下咸卤水入侵影响,湿地土壤含盐量高,所以高潮线以上盐土光滩湿地面积较大,各类咸水沼泽、淡水沼泽植被不发育。潮间带土壤因入海径流小,淤积慢,风暴潮多发,潮水影响强度

大等原因, 含盐量太高不适合盐角草、盐地碱蓬、柽柳等盐生植物生长, 没有湿地植被发育。

## 4 黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被演化过程和演化趋势的差异

### 4.1 黄河三角洲湿地植被的演化过程和演化趋势

肖笃宁等利用 1975 年, 1984 年, 1997 年的卫片和 20 世纪 60 年代的航测地形图研究了最近 30 多年黄河三角洲湿地植被的演化过程<sup>[8]</sup>。研究显示黄河三角洲湿地总面积变化不大, 但湿地与非湿地之间、不同湿地类型之间的演化迅速。由于围垦和油田开发破坏了草甸湿地和芦苇沼泽湿地, 一部分湿地已经消失, 一部分转化为稻田和虾池等人工湿地, 芦苇沼泽已经由 1981 年的  $6.90 \times 10^4 \text{ hm}^2$  减小到目前的  $2.36 \times 10^4 \text{ hm}^2$ ; 由于泥沙淤积岸线不断向海推进, 各种滩涂湿地向海推进, 面积在 20 世纪 80 年代迅速增大, 并以如下模式演化: 裸露滩涂湿地  $\rightarrow$  盐地碱蓬滩涂湿地  $\rightarrow$  柽柳—盐地碱蓬滩涂湿地  $\rightarrow$  潮上带盐地碱蓬湿地  $\rightarrow$  潮上带盐地碱蓬—柽柳湿地、潮上带碱蓬湿地  $\rightarrow$  芦苇沼泽湿地  $\rightarrow$  草甸湿地  $\rightarrow$  陆上农田。但由于黄河断流后黄河局部岸段岸线侵蚀自 20 世纪 90 年代滩涂湿地及湿地自然植被面积又开始减小, 演化方向与上述演化模式相反。

### 4.2 莱州湾南岸湿地植被的演化过程和演化趋势

莱州湾南岸(包括寿光、寒亭、昌邑 3 市、区)由于河流径流、入海泥沙减少等原因近 30 a 来自小清河口到白浪河口岸线蚀退 200~300 m<sup>[15]</sup>, 使该岸段潮间带湿地向陆移动, 各种带状分布的湿地植被均相应向陆移动。由于缺乏湿地保护意识, 围垦、盐田和虾池建设, 港口、铁路建设等原因使盐地碱蓬—柽柳湿地、柽柳湿地的植被受到严重破坏<sup>[16]</sup>。由于过量抽取地下水使地下水位下降、河流断流、地表水缺乏和海平面上升等原因<sup>[17-18]</sup>, 莱州湾南岸 80 年代初开始发生咸水入侵, 南部的湿地土壤盐碱化加重, 使湿地植被演化迅速, 淡水芦苇沼泽湿地、香蒲沼泽湿地面积日益减小, 向草甸湿地演化。昌邑市灶户盐场以北以盐地碱蓬、柽柳为建群种的湿地植被, 由于盐场抽取地下卤水导致地下水位下降, 土壤脱盐、干化, 现在南部已演化以虎尾草、狗尾草、荻为建群种的草甸湿地植被, 这种演化过程随着当地原盐生产抽取地下卤水量的增大还将向北部盐沼湿地推进。因水源缺乏、蓄水减少<sup>[19]</sup>, 古巨淀湖等以芦苇为建群种的淡水沼泽湿地植被正向以芦苇、獐毛为建群种的草甸湿地植被方向演化。

## 5 结 语

黄河三角洲和莱州湾南岸湿地植被的群落建群种和主要伴生种类类似。

受黄河径流冲淡作用的影响, 黄河三角洲滩涂上部以盐生植物为建群种的天然湿地植被发育, 而莱州湾南岸滩涂湿地受河流径流影响较弱, 没有湿地植被发育。

黄河三角洲和莱州湾南岸潮上带湿地植被有着十分显著的差异。黄河三角洲潮上带湿地植被主要是以芦苇、香蒲、獐毛等水生、湿生植物为建群种的淡水、半咸水沼泽和草甸植被; 莱州湾南岸潮上带以盐地碱蓬、碱蓬、柽柳等盐生植物为建群种的湿地植被占优势。

黄河三角洲和莱州湾南岸自然湿地植被在最近 30 多年来都因为围垦、盐田、虾池建设等原因而大面积消失。黄河三角洲自然湿地植被破坏以后, 主要演化为耕地和水库、坑塘、渠道, 小面积自然湿地植被演化为稻田; 而莱州湾南岸自然湿地植被主要演化为盐田和虾池。

### [ 参 考 文 献 ]

- [1] William J. Mitch, James G. Gosselink. Wetlands [M]. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2000: 168—180.
- [2] 陈伟烈, 等. 中国的湿地植被类型、分布及其保护 [A]. 中国湿地研究 [C]. 长春: 吉林科学技术出版社, 1995. 55—58.
- [3] 田应兵, 宋光煜, 艾天成. 湿地土壤及其生态功能 [J]. 生态学杂志, 2002, 21(6): 36—39.
- [4] 陆健健. 中国滨海湿地的分类 [J]. 环境导报, 1996(1): 1—2.
- [5] 张绪良, 谷东起, 丰爱平. 莱州湾南岸滨海湿地资源环境及开发利用 [J]. 海岸工程, 2003, 22(2): 85—91.
- [6] 赵焕庭, 王丽荣. 中国海岸湿地的类型 [J]. 海洋通报, 2000, 19(6): 72—82.
- [7] 崔保山, 杨兴土. 黄河三角洲湿地生态特征变化及可持续管理对策 [J]. 地理科学, 2001, 21(3): 250—256.
- [8] 肖笃宁, 胡远满, 李秀珍, 等. 环渤海三角洲湿地的景观生态学研究 [M]. 北京: 科学出版社, 2001. 21—35.
- [9] 白军红, 余国营, 叶宝莹, 等. 黄河三角洲湿地资源及可持续利用对策 [J]. 水土保持通报, 2000, 20(6): 6—9.
- [10] 张淑萍, 王仁卿, 张治国, 等. 黄河下游湿地芦苇形态变异研究 [J]. 植物生态学报, 2003, 27(1): 78—85.
- [11] 盛连喜, 冯江, 王妮. 环境生态学导论 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2002. 44—52.
- [12] 邵秋玲, 解小丁, 李法曾. 黄河三角洲国家级自然保护区植物区系 [J]. 西北植物学报, 2002, 22(4): 947—951.

- [ 15 ] 姜勇, 张玉革, 梁文举. 沈阳市郊区蔬菜保护地土壤交换性钙镁含量及钙镁比值的变化[ J ]. 农村生态环境, 2004, 20(3): 24—27.
- [ 16 ] Chang C. Soil chemistry after eleven annual applications of cattle feedlot manure[ J ]. J. Environ Qual. 1991, 20: 475—480.
- [ 17 ] 薛继澄, 毕德义, 李家全, 等. 保护地栽培蔬菜生理障碍的土壤因素与对策[ J ]. 土壤肥料, 1994(1): 5—9.
- [ 18 ] 岛田永生. 蔬菜营养生理与土壤[ M ]. 福州: 福建科学技术出版社, 1982.
- [ 19 ] 李文庆. 大棚栽培后土壤盐分的变化[ J ]. 土壤, 1995(4): 203—205.
- [ 20 ] 侯云霞, 钱光熹, 王建民, 等. 上海蔬菜保护地的土壤盐分状况[ J ]. 上海农业学报, 1987, 3(4): 31—38.
- [ 21 ] 李海云, 王秀峰, 邢禹贤. 设施土壤盐分积累及防治措施研究进展[ J ]. 山东农业大学学报, 2001, 32(4): 535—538.
- [ 22 ] 唐泳, 梁成华, 刘志恒, 等. 日光温室蔬菜栽培对土壤微生物和酶活性的影响[ J ]. 沈阳农业大学学报, 1999, 30(1): 11, 16—19.
- [ 23 ] 程奕, 张仲国, 李玉华. 蔬菜耐氯的研究[ J ]. 天津农业科学, 1996, 2(2): 29—32.

(上接第 131 页)

- [ 13 ] 何池全. 湿地植物生态过程理论及其应用[ M ]. 上海: 上海科学技术出版社, 2003. 7—55.
- [ 14 ] 李清平, 崔玉兰. 黄河侧渗补给浅层地下水实验研究[ J ]. 水文, 2004, 24(2): 26—30.
- [ 15 ] 夏东兴, 武桂秋, 杨鸣. 山东省海洋灾害研究[ M ]. 北京: 海洋出版社, 1999. 9—22.
- [ 16 ] 张绪良, 于冬梅, 丰爱萍, 等. 莱州湾南岸滨海湿地的退化及其生态恢复和重建对策[ J ]. 海洋科学, 2004, 28(7): 49—53.
- [ 17 ] Reed D J. The Response of Coastal Marshes to sealevel Rise: Survival or Submergence? [ J ]. Earth Surface Process and Landform, 1995, 20(1): 56—64.
- [ 18 ] 邓慧平, 刘厚凤, 李爱贞. 莱州湾地区水资源问题与对策分析[ J ]. 土壤与环境, 2000, 9(1): 81—83.
- [ 19 ] 韩美, 张维英, 李艳红, 等. 莱州湾南平原古湖泊的形成与演变[ J ]. 地理科学, 2002, 22(4): 430—435.

(上接第 135 页)

因此, 根据所收集的数据, 运用小流域可持续经营评价方法, 参考有关专家依据各种影响因素建立的小流域生态经济系统警戒标准, 快速全面地对小流域可持续经营作出评价, 建立起可持续经营的预警系统, 以便及时采取对策和措施, 使小流域自然—经济—社会复合生态系统能在安全区间内运行。

综上所述, 小流域可持续经营评价旨在寻求可操作的和量化的方法, 用来分析小流域可持续经营战略实施的进展和效果, 以便更好地指导小流域可持续经营的具体实践。因此, 小流域可持续经营评价对于地方各级政府、决策部门在推进可持续发展的进程中都是不可缺少的政策性工具, 也是小流域民众参与可持续发展的重要信息来源。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [ 1 ] Brook Field H C. Environmental Sustainability with Devel-

opments Extracts from a speech at the EAPL General Conference[ C ]. Development. 1991.

- [ 2 ] 叶文虎, 栾胜基. 论可持续发展的衡量与指标体系[ J ]. 世界环境, 1996(1): 7—10.
- [ 3 ] 王礼先. 面向 21 世纪的小流域综合治理[ J ]. 北京林业大学学报, 1997, 19(4): 100—102.
- [ 4 ] 王礼先, 等. 中国大百科全书水利卷水土保持分支[ M ]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1992.
- [ 5 ] 王礼先. 小流域综合治理的概念与原则[ J ]. 中国水土保持, 2006(2): 16—17.
- [ 6 ] James D E, et al. Economic approaches to environmental problem[ M ]. Elsevier Scientific Publi. Com. 1978.
- [ 7 ] 曹利军, 王华东, 海热提. 论可持续发展的基本组织单元和层次体系[ J ]. 中国人口资源与环境, 1996, 6(4): 19—22.
- [ 8 ] 潘存德. 实践可持续发展的空间系统途径[ J ]. 北京林业大学学报, 1994, 16(增刊): 23—27.