

基于大农业框架下的江苏海岸滩涂资源持续利用研究

陈小兵^{1,2}, 杨劲松², 姚荣江², 余世鹏², 李晓明², 于君宝¹, 孙志高¹

(1. 中国科学院 烟台海岸带可持续发展研究所 山东 烟台 264003; 2. 中国科学院 南京土壤研究所 江苏 南京 210008)

摘要 滩涂的持续开发利用对于江苏省对于解决人多地少的矛盾、维护全省耕地的动态平衡和湿地的生态环境保护具有重要意义。在滩涂演变和开发历程的分析基础上,作者比较深入全面地论述了江苏滩涂资源开发利用中存在滩涂污染加剧和湿地退化等 6 个主要问题。针对江苏滩涂的自然地理条件和资源特点,并结合滩涂资源开发中的主要问题,作者提出了江苏滩涂的可持续开发利用原则和滩涂资源开发的空间布局和区域利用模式。重点强调了加大科技投入、充分挖掘滩涂上特有的农业品种和特质资源和大力发展具有滩涂特色的高附加值产品是实现滩涂资源利用和生态环境保护的必由之路。

关键词 滩涂; 围垦; 可持续利用; 资源配置; 江苏

中图分类号: S156.4 S181 文献标识码: A 文章编号: 0564-3945(2010)04-0860-07

滩涂是海岸带的最重要组成部分,从广义上来看,包括全部潮间带和潮上带、潮下带可供开发利用的部分。从属性来看,滩涂既属于土地,又是海域的组成部分作为位于海陆交接带不断演变的特殊生态系统,沿海滩涂每年均提供了大量的新生陆地。随着人口不断增长、经济的持续高速发展和快速的城市化,耕地资源锐减,环境恶化、污染加剧、资源短缺与人民生活需求日益提高的矛盾趋于尖锐,不同产业部门之间的用地冲突也日趋加剧,上述问题在我国沿海地区尤其突出^[1,2]。如何科学充分利用滩涂资源,成为实现耕地平衡与缓解不同产业用地矛盾的关键。当前,欧美发达国家在进行功能区划基础上,对滩涂的利用方式主要有以下几种:(1)机械化大农业,主要包括畜牧业和园艺;(2)浅海滩涂的自然保护区,并借此发展旅游休闲产业;(3)盐田海水制盐业;(4)港口和城镇社区建设。亚洲发达国家以日本为代表,主要通过离岸填筑人工岛模式以发展临港工业^[3]。非洲的发展中国家主要以沙、石灰石和珊瑚等的采掘业为主,对生态环境的影响很大。我国对滩涂的利用已涉及到潮间带、潮上带和潮下带三部分,从最初的“围垦—水产养殖—农业种植”的单一利用模式发展为种植业、养殖业、制盐业、港口码头开发、新型的能源及化工工业园区、旅游业、房地产业等多种产业并存的繁荣局面。但由于在长期的滩涂开发中存在以下不足:在科学认知

上,缺乏对滩涂复杂性和多样性的深入研究,在理念上,对滩涂生态环境保护意识的普遍缺失;在开发实践中,缺乏基于功能区划上的综合规划;在管理上体制上,地区间、部门间缺乏有效的协调机制^[4,5]。在海岸带地区处于经济的快速转型时期的大背景下,上述不足所导致的沿海滩涂资源开发—环境的冲突日益凸显。已有研究成果多集中于对滩涂盐碱地的改良、海水养殖以及滨海湿地退化等单个方面的研究^[6~8],从宏观上将滩涂作为一个独立的生态系统进行整体研究和规划的研究尚很薄弱,难以支持现状条件下高强度的对滩涂的多方面的开发,进行滩涂持续利用的战略理论和技术集成的研究仍极为迫切。事实上,无论是滩涂的传统种植业、水产养殖业,还是新兴的咸(海)水灌溉蔬菜和牧草,均可划入大农业的范畴,以生态工程学的原理为指导,遵循自然—经济—社会复合系统的模式对滩涂进行规划设计,发展循环经济,有望赢得滩涂资源充分利用和环境改善的双赢。因此,以滩涂大省—江苏为例,在对其滩涂开发利用中存在的问题进行深入分析的基础上,结合该地区滩涂资源的形成特点和演化趋势与国内外对滩涂利用的一些先进理念,确立科学滩涂开发的主导性原则,并对一些关键性的模式和技术进行选择 and 展望。该研究不仅可有效指导江苏地区的滩涂的可持续利用,而且对其它地区的滩涂开发也有着积极的借鉴作用。

收稿日期 2009-01-21;修订日期 2009-04-13

基金项目:国家 863 计划重点项目课题(2007AA091702)、黄河三角洲生态环境重点实验室开放基金项目(2008KFJJ03)、公益性行业(农业)科研专项经费(200903001)和中国科学院知识创新工程重要方向项目课题(kzcx2-yw-223)

作者简介:陈小兵(1974-)男,山西人,博士,主要从事海岸带水土资源开发利用及其生态效应研究。E-mail: xbchen@yic.ac.cn。

1 江苏沿海滩涂资源的概况和开发历程

1.1 滩涂概况

1.1.1 滩涂的面积及分布 江苏省沿海滩涂,北起苏鲁交界处的绣针河口,南至长江北口,标准海岸线长 954 km,其中 93%为淤泥质平原海岸。滩涂土地资源的总面积为 $68.73 \times 10^4 \text{ hm}^2$ (2005 年统计资料),约占全国滩涂总面积的 25%。根据自然地貌特征,滩涂资源具体可分为已围潮上带、未围潮上带、潮间带和岸外辐射沙洲。已围潮上带,位于所修筑的海堤之内,面积 $24.68 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占滩涂总面积的 35.91%;未围潮上带位于平均高潮线以上,面积 $4.82 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占滩涂总面积的 7.01%;潮间带面积 $26.55 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占滩涂总面积的 38.63%;辐射沙洲面积 $12.68 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占滩涂总面积的 18.45%。从行政区分布上看,滩涂分布于盐城、南通和连云港三市,其中盐城占全省滩涂的面积 70%。滩涂分类分布见表 1。

表 1 2005 年江苏滩涂面积

Table 1 The distribution of tidal flat in 2005 in Jiangsu

地区 Area	潮上带 Supra-tidal zone			潮间带 Inter-tidal zone
	已围 Reclaimed		小计 Reclaimed	
	未围 Reclaimed	未围 Reclaimed		
南通	4.03/16.32	4.03/16.32	4.03/16.32	8.47/31.08
盐城	14.61/59.20	14.61/59.20	14.61/59.20	16.14/60.77
连云港	6.04/24.49	6.04/24.49	6.04/24.49	1.95/7.33
全省合计	24.68/100	24.68/100	24.68/100	26.55/100

注 ① 表中的数据格式为面积/百分比,面积的单位 10^4 hm^2 ;② 由于沙洲多未被利用,故未在上表予以统计。

1.1.2 滩涂的演变机制和特征 影响海涂发育的因素很多,包括海岸带泥沙供给的数量、海岸带的原始坡度、海岸发育的时间、波浪作用的强度、潮差等,其中最为重要的因素是泥沙供应量及潮差的大小。历史上长江、黄河曾在苏北入海,带来巨量泥沙。对滩涂的沉积物成分分析表明,长江泥沙、废弃黄河三角洲的侵蚀产物及辐射沙洲的侵蚀物质是其三种主要来源^[9]。江苏沿岸潮差落差较大(2~4 m),潮汐作用强,潮滩宽 10~13 km,最宽可达 36 km,平均坡度总为 0.02%。总的来看,由于有相对稳定的泥沙来源,江苏沿海的淤泥质海岸约 60%仍在不断淤长,射阳河至启东嘴的岸线大部分处于淤积阶段,尤其是射阳、大丰、东台海涂淤长最快,全省平均高潮线以上扣除侵蚀岸段的少量侵蚀部分,滩涂面积每年淤积 $0.1 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 左右,已成为江苏最大的一块后备土地资源。从土地的利用结构

来看,当前江苏沿海各地区在已围垦开发利用中的土地主要以种植、水产养殖、盐业、林业等农业开发为主,兼顾工商贸、城镇、港口、旅游等,已形成了初具规模的粮棉生产基地、海淡水养殖基地和盐业生产基地。

截至 2004 年,全省已围的 $22.5 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 土地中,已开发利用的为 $21.81 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占围垦总面积的 96.95%。其中农业种植面积 $5.59 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占框围总面积的 24.83%;水产养殖面积 $8.33 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占框围总面积的 37.01%;盐业面积为 $5.78 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占框围总面积的 25.69%;其它利用方式为 $2.12 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占框围总面积的 9.42%;未利用或利用水平很低的约为 $0.69 \times 10^4 \text{ hm}^2$,占框围总面积的 3.05%。在已框围中的土地利用中,其土地利用类型见图 1。从上图可以看出,在现状条件下,养殖业、种植业和盐业仍然是已围滩涂的用地主体,该三者占到已围总面积的 87.53%。

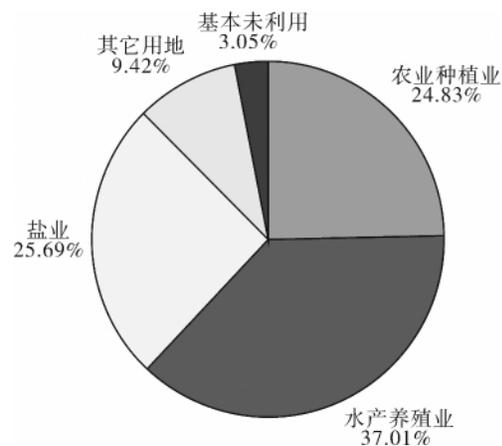


图 1 已围海涂的土地利用结构

Fig.1 Land utilization structure of reclaimed tidal mudflat

1.2 滩涂开发历程

江苏沿海滩涂开发历史悠久,早在北宋年间就开始围垦。但大规模的围垦造田始于 1949 年后。1949 年至 2004 年的五十多年间,全省围涂累积 170 余次。形成了大中垦区 22 个(大型垦区面积在 10 万亩以上*,中型垦区面积在 5~10 万亩)。对滩涂的利用主要表现在土地利用结构上的变化。沿海滩涂开发利用结构发展大致经历了由简单到复杂、单一到多样的长期演变过程。现概述如下^[10,11]:

(1) 上个世纪 50、60 年代的特点是“治水兴垦”。主要是集中民力、财力,采取规模经营的开发方式,创办农场、盐场,到 60 年代末,老海堤两侧形成了沿海十大国营农场、淮北八大盐场和四个劳改农场及县属三大林场。

* 根据习惯,采用旧制。1 亩=1/15 公顷。

(2) 70年代走传统的“围垦—养垦—开垦”移民开发,单一经营粮棉和盐业的模式。匡围建设较快,开垦速度较慢,经济效益不高。

(3) 80年代以后,主要以建立商品生产基地为特色。滩涂开发逐步摆脱了传统的“匡围—开垦—种植”的开发形式,走上了以粮棉生产和水产养殖为主体,农林牧渔盐综合开发之路,步入了商品生产基地阶段。至“八五”期末,形成了初具规模的粮棉、畜牧、对虾、鳊鱼、文蛤、淡水鱼、林果、盐业、紫菜、和芦苇十大商品生产和出口创汇基地。

(4) “九五”以后“海上苏东”战略指导下的“百万滩涂开发工程”。该阶段的主要特征是加大财政投资加大、企业化运作、机械化作业和多种经济成分参与围垦开发滩涂开发利用经济结构也多种多样;同时,围垦用途逐渐转向港口、工业和水产养殖为主,生态自然保护区和旅游业也逐渐发展起来。

总之,沿海滩涂开发在保持全省耕地总量动态平衡和推动全省区域经济平衡发展方面具有深远的意义,已成为江苏省经济发展的一个新的增长点。

2 海涂资源开发利用的问题剖析

尽管江苏的滩涂开发取得了显著成就,但存在的诸多问题仍不容忽视,威胁着滩涂资源的持续利用。围垦是对滩涂进行开发的前提和基础,故主要围绕围垦对海岸带环境的影响进行,对主要问题分述如下。

2.1 经济发展对滩涂的环境压力加大,滩涂污染呈快速加重趋势

污染物主要来源有3条途径:①种植业污染。垦区内农田适用的化肥、农药等排入堤外潮滩和近岸水体,造成污染;②养殖业污染。垦区内水产面积的快速,低水平养殖形成的残存大量饵料、防病药物和粪便等养殖废水,经常性地通过排水入海,导致近岸水体地富营养化;③工业废水。近年来,沿海地区的工业性项目日益增多,某些项目技术含量低、污染重的企业(以造纸业为重)进入垦区,所排放的大量污水排入近岸水体。上述污染已造成滩涂局部生物种类减少,养殖的贝、藻类常发生突然性死亡,所导致的经济损失呈逐年上升趋势^[12,13]。

2.2 湿地面积减少,生物多样性受损

不合理的围垦利用和掠夺性开发导致了部分天然盐沼的丧失、滩涂资源的枯竭和生物多样性的丧失。水文环境和沉积环境变化是引起生物多样性变化的最重要因素。随着围海技术的提高及人类欲望的膨胀,外堤线的高程越来越低,匡围的速度也远大于堤外

湿地景观恢复的速度,堤外湿地面积越来越少,潮滩逐渐陡化^[13]。人类在滩涂活动范围的扩大和强度的增加大大压缩了动植物的活动空间:沿海各县市的青蛤、文蛤、四脚蛤等贝类和獐等动物的总量及品种逐年减少,一些品种如文蛤已面临灭亡的危险,苏北竹港围垦后沙蚕在一、二月内便全部死亡,适生能力较强的蜉蝣7年内也几乎全部消失^[14,15]。

2.3 海岸冲淤状况剧变

围垦工程通过对海堤建设,改变了局部海岸地形,从而影响着垦区附近的海域的潮汐、波浪等水动力条件,进而导致附近泥沙运移状况发生变化,并形成新的冲淤变化趋势,由此可能对工程附近海岸的淤蚀、海底地形、港口航道的淤积、河口冲淤、海湾纳潮量、行洪、排涝带来负面影响^[16]。

淤泥质潮滩的围垦造田可改变潮滩的淤积过程。对于淤进型滩涂,框围会增加潮滩的淤积;对于强侵蚀潮滩,一般无法改变堤前的淤蚀状态。围垦活动可使岸线在短时间内外伸,潮滩大面积减小,导致海岸防护工作量大增。其主要原因是:其一,在台风或风暴潮等灾害性水文现象发生时,堤前水位剧增,直接可能威胁到海堤的安全;其二,是滩涂可能占用了原来潮沟摆动的部分滩面,但当受到某种特殊因素导致潮沟摆动幅度加大时,则可能发生溃堤事件。在20世纪80年代中山河口东侧新滩盐场外樊集对虾围堰,围起来两年后,围堰冲毁。

为防止海水入侵,一般在入海河流河口地区建有挡潮闸。通常应在闸外保留一部分边滩,以利用两侧边滩汇入河道内的落潮水流来维持一定的入海水道的水深,避免进入河道的潮汐变形,造成闸下淤积。但部分地区为多围滩地,在河口外边滩或潮汐汊道中进行不合理的围垦,造成港闸淤积、航道不通。四卯西、斗龙港口边滩均相继出现围堰养殖,结果减少了汇入河道内的冲淤保港滩面水,造成港道内淤积加重。

2.4 滩涂开发技术落后,资源利用效率普遍较低

滩涂土壤含盐量高、肥力贫瘠的盐渍土,由于缺乏经济、轻简改良培肥的技术的支撑和推广,导致不少已围滩涂长期处于养垦状态;用作淡海水养殖的,囿于养殖技术和深加工技术的限制,特别是养殖品种的单一化,导致养殖业的发展受市场的波动和病虫害的影响很大。近年来,对虾、鳊鱼养殖业都经历了由兴到衰的遭遇。潮间带利用仍至今仍处于起步阶段,除了紫菜养殖在部分海岸实现规模养殖外,以贝类养殖的基本是望天吃饭,移苗增值和新品种的养殖刚刚起

步^[10,17]。

2.5 滩涂区域经济薄弱,产业结构亟待优化

从经济结构来看,江苏沿海诸县市在滩涂的开发中,仍多以粮、棉和渔业生产为主,第二和第三产业所占比重较低,同时,滩涂地区的基础设施也比较落后,也限制了滩涂的进一步开发。在第一产业方面,与山东、浙江的沿海地区相比,本地区的在种植业和养殖业方面也未能形成自己的知名品牌,在以高科技含量为特征的海洋保健食品、海洋医药产品深加工基地建设就更为落后^[18]。

2.6 滩涂管理权属混乱,地区间、部门间协调不力

由于滩涂资源开发利用涉及到的地域范围大,关系到河口整治、纳潮排涝、交通运输、水产养殖、环境保护和城镇建设等诸多产业方面,牵涉国土资源、水利、农业、海洋以及交通等多个政府管理部门。在缺乏统一规划、政出多门和法规冲突的情况下,资源纷争迭起,从滩涂开发得全局来看,江苏沿海滩涂资源得开发仍处于条块分割的状态。因此,不仅有限的滩涂资源得不到充分利用,对环境进行保护也难以真正落到实处。

3 滨海滩涂可持续开发利用原则

从最近的规划来看,江苏省政府已把“以港兴工、以工兴市”作为指导江苏振兴沿海经济的方针,重化工、造船业、物流及新能源产业等被列为支柱产业,一些可利用高科技进行升级的传统产业则存在事实上被忽视的可能^[19]。实践表明,除新能源—风能的开发和港口外,其余产业都有可能对环境造成较大的污染,特别苏南地区在进行产业升级时有可能把一些高污染、高耗能和高污染的企业迁入本区。同时,滩涂作为水陆相互作用形成的一种特殊的自然综合体,是自然界最富生物多样性的生态景观之一,也是地球上重要的生命支持系统之一,但同时也具有天然的脆弱性,受到污染后不易恢复^[20]。对近海水域的水环境研究表明,陆源污染是造成近岸海域水体污染的根源。因此,在新一轮的开发浪潮中,对滩涂的开发须遵循以下原则,以期构筑符合生态经济要求的海岸带新型工业体系。

3.1 确立海陆统筹的理念,推进海陆一体化

从表观上看,海洋经济活动具有显著的特殊性,决定了海洋产业和陆域产业须遵循不同的产业结构演变规律;但从本质上看,① 海域和陆域直接存在着复杂的物质、能量的循环和交换,构成了海陆一体化的自然基础,② 海洋开发活动是陆域经济活动的延

伸,海洋产业对陆域产业有着强烈的技术依赖性,由此也决定了海洋产业和陆域产业存在着内在的、千丝万缕的联系^[21]。此外,近海海域污染的地理空间链式发生机制也决定了必须海陆统筹。因此,无论从可行性和必要性来看,基于系统论的海陆一体化是实现滩涂持续开发利用的指导思想。在制定滩涂开发战略时,需要打破部门和地区之间的界限,从全局着眼,进行综合分析和宏观调控,正确处理局部和整体的关系;根据综合优势,确立主导方向,并围绕主导部门,建立体现地方特色的综合开发模式,发挥潮滩的最佳整体功能与综合效益。在产业规划上,以各滩涂地区的资源条件和社会经济条件为依据,在不断拓展的空间范围内进行资源配置的最优化组合,充分挖掘潜力,提高潮滩的开发利用效率,发展专业化和集约化的规模生产。

3.2 规划先行和回顾性环境影响评价相结合原则

为有效地开发利用滩涂资源,首先,需要对滩涂生态系统、自然景观以及重要的海洋生物物种进行更广泛深入的调查与评价工作,为制定滩涂总体开发规划提供系统全面的基础资料;其次,根据滩涂地形地貌、水文、沉积环境和气象等自然环境特点,对不同类型滩涂进行开发适宜性评价和限制性因素调查,宜农则农,宜养则养,综合开发,因地制宜地、因时制宜进行生产的空间布局和优化;对区内已开发的重点项目进行回顾性环境影响评价,对原环境影响评价过程中所使用的预测模型和结果正确性进行验证、补充和修正,以期提出更有针对性和实用的环境保护措施及对策。

3.3 遵循物质循环流动规律,对生产进行立体布局,优化产业结构,发展清洁生产

沿海滩涂是一个立体空间系统,由陆至海分别为潮上带、潮间带和潮下带。在天然状态下,各种生物分布于不同的空间位置,呈立体配置状态。从物质循环的角度来看,在人类生产活动的作用下,陆上的营养物质(主要是N、P)源源不断的流向近海,在其浓度较低时,可以补充近海水域中的营养物质;但浓度或总量超标时,则易导致近海水域污染。未来的滩涂开发应充分考虑到空间高度、水体深度及其相互间的生态链关系,把各种生物合理地配置在一个系统的不同空间,充分利用土地、热量、水分和光能等自然资源,从提高资源的能量转化率入手,在系统内建立良性循环的生物链,组织对潮滩进行多层次、立体的开发利用,提高产品的加工深度和附加值。在滩涂产业布局上,加大科技投入,通过建立生态工业园区、发展生态农

业和生态养殖业来构筑清洁生产体系^[22],应用生态学原理、环境经济学原理和系统工程原理,对富营养化、有机污染、石油污染和其他污染及非污染性破坏等不同环境及生态问题采取不同的控制策略。

3.4 加强沿海自然灾害的预警和防护,构筑自然灾害防御体系

江苏沿海地区风速变化急剧,水分循环强烈,台风、暴雨、冰雹、龙卷风和风暴潮等灾害性天气频繁,每年因之造成的损失以数亿元计,严重影响和威胁着江苏沿海滩涂地区的社会经济发展和生态安全。在全球气候变化的大背景下,海平面的抬升有可能导致自然灾害的加剧。防护林是遏制自然灾害的有效手段。尽管沿海防护林建设取得一定成绩,但还存在着一些问题:①森林资源总量不多,宜林地仍较多,有待进一步开发利用;②林地生产力低,质量差,防护效益也比较差。因此,未来的防护林建设必须紧密围绕服务于经济建设的宗旨,遵循森林多功能主导利用的功能,按照分类经营的目的,以建设沿海高效生态林业为目标,强化科技支撑,扩大森林总量,突出森林资源保护,优化树种结构,以期建成布局合理、结构合理、功能齐全和优质高效的沿海防护林体系。

4 江苏滩涂可持续利用的空间格局和区域模式

4.1 滩涂开发的时空格局

如前所述,江苏海岸带以淤进型海岸为主体,具有明显的滩涂发育特征:潮间带、潮上带和辐射沙洲区过渡明显并且地域广阔。潮滩上各种资源的配置和分布是不均衡的,而各种产业对资源的需求也不尽相同。因此,对于不同的潮滩部位和开发时间的不同,其主导产业也存在着显著差异,即产业存在一定的空间格局。

4.1.1 围垦多年滩涂的持续利用模式 对于围垦多年的滩涂,其土壤含盐量较围垦前虽已有明显的降低,但仍比较高。因此,必须通过构建复合生态农业系统来调控盐分和培肥土壤。其主要特点是:在一定的生长周期内,在同一土地经营单元上,将多种植物和动物依一定的时间序列、空间位置和、营养关系合理组合的农田种养殖生产技术体系,它即包括多种动、植物的静态配置(间、混作种植),又包括动态配置(套、复、轮作种植),是已农田复合生物的整体为基础的养殖生产过程^[3]。当前在江苏存在的几种复合种植类型主要有3种:①粮经型,如大麦-西瓜-棉花的复合种植,此类型既可保证一定的粮食产量,又能

增加农田的经济收入;②粮经菜型,如大麦-大蒜-棉花复合种植,此类型可以形成滨海盐土的全年的生物覆盖,取得显著的经济效益和改土作用;③农林间作复合体系,如水杉中套种蚕豆、西瓜等经济作物,该类型可有效的改善农田小气候,改善农作物的生长环境。

4.1.2 潮上带和新围滩涂的耐盐经济植物的开发 潮上带和新围滩涂土壤含盐量很高,一般不适合发展传统农业,耐盐经济植物的筛选、栽培及其加工转化已成为研究热点,对耐盐植物利用的两个方向:其一是食用,包括蔬菜和食用油;其二是发展生物质能源^[23,24]。近年来,盐城市与有关科研单位合作在发展耐盐植物进行了积极的探索:已初步筛选了有开发前景的盐生经济植物—碱蓬、菊芋和枸杞等;从国外引种了海滨锦葵、油葵、三角叶滨藜、鲁梅克斯等。并对上述盐生植物进行了生物学、营养学和栽培技术方面的研究。在国家“863”计划的支持下,绿苑公司经过几年的培育选种和研究开发,掌握了海蓬子高产栽培技术,实现了海蓬子规模化种植,形成了海蓬子蔬菜系列加工工艺和流程^[25]。刘兆普等在大丰海涂进行耐盐耐海水能源植物的引种,筛选和培育了高耐盐的海水植物南芋1号和、南芋2号菊芋品系^[26]。从发展前景来看,如能把土壤盐分调控在耐盐作物的阈值内和实现盐生植物种植规模化后,则潮上带和新围垦的滩涂则有可能成为绿色蔬菜和优质食用油基地以及重要的生物质能源基地。

4.1.3 潮间带和辐射沙洲的海水增养殖开发 浅海滩涂的开发海水养殖主要以文蛤、紫菜的综合开发为主,尤其是文蛤的养殖和紫菜的生产和加工,已成为江苏潮间带和浅海开发利用的优势项目,产生了良好的经济效益。对于文蛤养殖,要解决的难题是集约化生产条件的病害防治;对于紫菜,则是辐射沙洲条斑紫菜栽培病害和杂藻防治,以及紫菜的机械化采收技术。

4.2 滩涂可持续开发利用的区域模式

基于上述可持续利用原则,并结合自然条件、资源状况和开发现状,可把江苏沿海滩涂由北向南分为四个亚区,即①废黄河三角洲盐业、水产亚区,②射阳芦苇水产养殖与珍禽保护亚区,③大丰、东台农业综合开发亚区,④南通水产养殖亚区。

4.2.1 废黄河三角洲盐业、水产亚区 自1855年黄河北归以来,该区海岸处于侵蚀状态。潮滩宽度一般为0.5~1 km,潮滩的含盐量和地下水的矿化度较高,不利于农业围垦。但降水相对较少、日照充分,海水含

盐浓度、水质与纳潮条件均有利于发展制盐业和海水化学资源的利用,已成为我国的盐业生产基地之一。因此,本亚区的当务之急是护岸保滩,防止岸线侵蚀后退。同时,为充分发挥盐业生产的优势,潮滩的开发应以盐业为主,实行盐田与水产养殖相结合的方针。在不影响原盐产量和质量的前提下,提倡多级开发,以提高效益。如在低盐卤水中养虾、扇贝和牡蛎等,在中盐卤水中养殖卤虫,在高盐卤水中培植盐藻,此举可大幅度的提高制盐业的经济效益;同时,积极发展盐化工产业。

4.2.2 射阳芦苇水产养殖与珍禽保护亚区 本亚区北部以侵蚀为主,南部以淤积为主。地势低洼,淡水水源充足,河口边滩广阔。种植芦苇与淡水养殖条件优越。芦苇除可作为造纸的良好原料外,还能提供粘合剂或饲料酵母等副产品。此外,芦种植苇可改良土壤,优化环境,鱼苇共生,又可以鱼肥水、肥田,具有显著的生态经济效益。同时,本区又是盐城国家级珍禽自然保护区的核心区,尤其是国家一级保护珍禽丹顶鹤的理想越冬之地。因此,应大力加强该区的生态环境保护,使其成为具有生态保护、旅游、科研和教育综合功能的自然保护区。

4.2.3 大丰、东台农业综合开发亚区 该地区的滩涂最为丰富,且仍处于不断的淤长之中。土地后备资源多,草地面积广阔,改良盐土、种植水稻和棉花的历史悠久;此外,近海潮滩和辐射沙洲是经济贝类资源丰富的地段,但淡水资源相对不足。因此,进行农、林、牧和水产综合开发潜力较大。今后的方向是以现代农业园区建设为核心,构筑农林牧渔全面发展体系,推进农业的产业化建设,提高现有盐土农业的规模和效益,具体措施包括:快速培肥土壤,大力推广测土施肥技术、培育和繁殖适生良种、改良天然草场和发展畜牧产品与贝类深加工等。

4.2.4 南通水产养殖亚区 本区以淤积型潮滩为主,围垦潜力不大。潮滩的底质和水质等条件均十分适宜于贝类和紫菜的繁殖,是我国重要的贝类和紫菜养殖和出口基地之一。潮滩生物资源丰富,资源量占江苏省总量的40%;同时,养殖滩面离岸较近,劳动力充足且经验丰富,发展潮滩养殖具有得天独厚的条件。今后应高度重视解决制约养殖业持续发展的水质污染和水产品病毒等问题,吸引外资投入,加强农产品的安全检测,大力培育无公害产品;同时,结合发挥其交通便利、技术水平较高与经济已有相当实力等优势,提高水产养殖业技术含量和附加值;积极开展多品

种、多层次的水产加工,形成综合优势和系统效益,使其朝着多元化、集团化和国际化的外向型方向发展,提高养殖产品在国际市场上的竞争力和占有率。

5 结语

滩涂是介于海洋与陆地间的复杂的自然综合体,具有丰富的生物资源和复杂的生态系统以及强大的生态系统服务功能,其可持续利用是推动沿海地区经济增长、保障食物安全和提高人民生活质量、以及维护生物多样性的重要途径之一。江苏滩涂的开发对于解决全省人多地少矛盾,维护耕地总量动态平衡,全面推进苏北沿海区域共同发展,具有重要意义。近十年来,江苏在滩涂的开发与利用方面取得了长足的进展,逐步成为江苏新的粮食基地和渔业基地,曾被视为全国沿海的“经济洼地”的形象有了较大的改观,但不当的养殖污染,尤其是苏北新一轮工业化的浪潮,可能对滩涂的生态环境造成严重的危害,进而最终威胁到滩涂的可持续利用。因此,在未来的滩涂开发中,仍需根据其滩涂自身特点,在可持续利用的原则指导下,仍须以种植业、养殖业、旅游业、港口运输业等资源性产业为基础,优化产业布局,加大科技创新能力,构筑滩涂海水种植-养殖耦合的农业生态系统,建立现代海洋滩涂良性生态农业体系,发展高附加值的滩涂经济。由此,实现江苏滩涂可持续利用和滩涂经济的可持续发展。

参考文献:

- [1] 许学工,彭慧芳,徐勤政. 海岸带快速城市化的土地资源冲突与协调[J]. 北京大学学报:自然科学版, 2006, 42(4): 527 - 533.
- [2] 陈吉余,陈沈良. 中国河口海岸面临的挑战 [J]. 海洋地质动态, 2002, 18: 1 - 5.
- [3] 国家科技部农村社会发展司和中国农村技术开发中心主编. 浅海滩涂资源开发[M]. 北京:海洋出版社, 1999.
- [4] 任美镔. 中国滩涂开发利用的现状和对策 [J]. 中国科学院院刊, 1996, 6: 440 - 443.
- [5] 关涛. 海岸带利用中的法律问题研究[M]. 北京:科学出版社, 2007.
- [6] 丁能飞,厉仁安,董炳荣,等. 新围砂涂土壤盐分和养分的定位观测及研究[J]. 土壤通报, 2001, 32(2): 57 - 60.
- [7] 陈宏友,徐国华. 江苏滩涂围垦开发对环境的影响问题[J]. 水利规划与设计, 2004, 1: 18 - 21.
- [8] 孙伟,张涛,杨红生,等. 龙须菜在滩涂贝藻混养系统中的生态作用模拟研究[J]. 2006, 30(12): 72 - 76.
- [9] 王颖,朱大奎. 中国的潮滩[J]. 第21世纪研究, 1990, 4: 291 - 300.
- [10] 江苏省农业资源开发局. 江苏沿海垦区[M]. 北京:海洋出版社, 1999.

- [11] 江苏省海洋与渔业局编著. 江苏省大比例尺海洋功能区划报告[M]. 北京:海洋出版社, 2002.
- [12] 欧维新,杨桂山,于兴修. 盐城海岸带土地利用变化的生态环境效应研究[J]. 资源科学, 2008, 28(3): 108 - 113.
- [13] 李杨帆,朱晓东,邹欣庆,等. 江苏海岸湿地水质污染特征与海陆一体化调控[J]. 环境污染与防治, 2004, 26(5): 348 - 331.
- [14] 杨竞寸,吴玲,王伯新. 沿海滩涂湿地的生物多样性保护与利用的思考[J]. 中国农业资源与区划, 1999, 20(1): 27 - 30.
- [15] JIHUA WU, CUIZHANG FU, FAN LU, et al. Changes in free-living nematode community structure in relation to progressive land reclamation at an intertidal marsh[J]. Applied Soil Ecology, 2005, 29(1): 47 - 58.
- [16] 李加林,张忍顺. 滩涂围垦海堤选线对邻近涵闸排水的影响分析 - 以条子泥西侧岸滩仓东片围垦为例[J]. 海洋技术, 2005, 24(4):8 - 13.
- [17] 钦佩,周春霖,安树青,等. 海滨盐土农业生态工程[M]. 北京:化学工业出版社, 2002.
- [18] 陈益奎. 盐城市盐土农业潜力分析与产业化研究[D]. 扬州:扬州大学, 2006.
- [19] 姚伟. 港口:苏北飞跃“强心剂”? 起作用还有待观察[EB/OL]. 2006-8-21. http://finance.ce.cn/macro/gdxw/200608/21/t20060821_8212868.shtml
- [20] WANG YING, ZHU DAKUI. Characteristics and exploitation of coastal wetland of china[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin. 2006, 15(5): 553 - 559.
- [21] 卢宁,韩立民. 海陆一体化的基本内涵及其实践意义[J]. 太平洋学报, 2008, 3: 81 - 85.
- [22] TALLI NAUMAN. A Future Compromised: Agriculture and Aquaculture Compete for Water[R]. Americas Program Investigative Series. 2007:1-8.
- [23] CONNELL M G R. Carbon sequestration and biomass energy offset: theoretical potential and achievable capacities globally in Europe and the UK[J]. Biomass and Bioenergy, 2003, 24(2): 97 - 116.
- [24] H.J. VAN OOSTEN, J.G. de Wilt. Bio-production and ecosystem development in saline conditions [R]. Hague: National Council for Agricultural Research, 2000.
- [25] 周纯明,王辉,宋建联. 关于盐城市海水蔬菜产业发展的调研报告[J]. 海洋开发与管理, 2005, 6: 102 - 105.
- [26] 隆小华,刘兆普,王琳,等. 半干旱地区海涂海水灌溉对不同品系菊芋产量构成及离子分布的影响[J]. 土壤学报, 2007, (2): 300 - 306.

Sustainable Utilization of the Tidal Flat Resources Based on the Integration Agriculture in Jiangsu Province

CHEN Xiao-bing^{1,2}, YANG Jin-song², YAO Rao-jiang², ZHAO Xiu-fang²,
LI Xiao-ming², YU Jun-bao¹, SUN Zhi-gao¹

(1. Institute of Soil Science, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008, China; 2. Yantai Institute of Coastal Zone Research for Sustainable Development, Chinese Academy of Sciences, Yantai 264000, China)

Abstract: It is of great significance for sustainable utilization of tidal flat in Jiangsu Province to solve conflict between people and land, maintain the dynamic balance of arable land and protect the wetland eco-environment. Based on the analysis of tidal flat evolution and development stages, the six issues in the courses of tidal flat development, such as increased pollution and wetland degradation, were discussed profoundly. According to the natural and geographical conditions and characteristics of resources for tidal flat in Jiangsu Province and the issues mentioned above, the sustainable principles for tidal flat development and some utilization modes were proposed. Increasing investment in science and technology, tapping the tidal flat's unique characteristics and varieties of agricultural resources and fostering high value-added products were believed to be indispensable for tidal flat resources development and eco-environment protection.

Key words: Tidal flat; Reclamation effects; Sustainable utilization; Resources configuration; Jiangsu