

# 北戴河及相邻地区近岸海域农业面源 污染测算及特征分析

代 伟

(中国环境管理干部学院, 河北 秦皇岛 066004)

**摘要:** 运用源强系数法对 2011 年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染进行测算, 并分析北戴河海域农业面源污染特征, 旨在为北戴河及相邻地区近岸海域水体污染的防治提供理论依据。结果表明, 2011 年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源化学需氧量(COD)排放量为 38 768.27 t, 总氮(TN)为 15 684.63 t, 总磷(TP)为 7 821.18 t, 其中 COD 排放量是同年秦皇岛市工业废水中 COD 排放量的 6 倍; 种植业是 N、P 污染的主要来源, 对 TN 和 TP 的贡献率分别为 49.10% 和 85.83%, 农村生活源、畜禽养殖业和水产养殖业对 COD 的贡献率分别为 35.84%、33.40%、30.76%; 四县农业面源污染明显比三区严重, 其中昌黎县农业面源污染最重, 北戴河区污染最轻。

**关键词:** 农业面源污染; 北戴河; 近岸海域; 源强系数法

**中图分类号:** X32      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-3268(2013)02-0058-04

## Estimation of Agricultural Non-point Source Pollution Emission in Beidaihe Coastal Waters and Its Characteristic Analysis

DAI Wei

(Environmental Management College of China, Qinhuangdao 066004, China)

**Abstract:** By using the data collected in Beidaihe and adjacent areas in 2011, this paper calculated their pollution emissions by pollution discharge coefficient method, and analyzed agricultural non-point source pollution characteristics, aiming to provide a theoretical basis for prevention and control of water pollution in Beidaihe and adjacent areas of coastal waters. The results showed that the COD, TN, TP emission were 38 768.27 t, 15 684.63 t and 7 821.18 t, respectively, in 2011. The COD emission of agricultural non-point source pollution was six times higher than that in industrial wastewater in the same year in Qinhuangdao city. Planting was the main source of N and P pollution, and the contribution rate of TN and TP were 49.10% and 85.83%, respectively. The COD contribution rate in rural life, livestock farming and aquaculture was 35.84%, 33.40% and 30.76%, respectively. Agricultural non-point source pollution in four counties was more serious than the three districts. In this investigation, agricultural non-point source pollution was the most serious in Changli county, and the lightest was Beidaihe district.

**Key words:** agricultural non-point source pollution; Beidaihe; coastal waters; pollution discharge coefficient method

近几年, 北戴河及相邻地区近岸海域环境污染问题日益严重, 主要表现在海水水质变差、赤潮发生的面积和频率逐年增加, 严重破坏了海洋生态系统,

给旅游业、渔业和水产养殖业造成巨大损失。针对北戴河及相邻地区近岸海域污染问题, 中央和河北省委省政府决定从 2012 年起, 开展为期 3 a 的“北

收稿日期: 2012-10-22

基金项目: 河北省科技厅资助项目(12457204D-6); 秦皇岛市科技局资助项目(2012025A127, 201101A506)

作者简介: 代 伟(1967-), 女, 河北秦皇岛人, 副教授, 硕士, 主要从事应用数学及环境工程方面的研究。

E-mail: bhytdw@sina.com

戴河及相邻地区近岸海域环境综合整治行动”,确保在3a内使北戴河近岸海域环境质量明显好转。

根据《第一次全国污染源普查公报》,2007年全国农业面源的化学需氧量(COD)排放达到1320万t,占全国排放总量的43.7%,农业面源总氮(TN)、总磷(TP)分别为270万t和28万t,占全国排放总量的57.2%和67.4%。农业生产和农村生活引起的农业面源污染已成为水环境污染的重要来源<sup>[1-6]</sup>。由于农业面源污染具有污染发生随机性、机制过程复杂性、排放途径不确定性、监测与控制困难等特点<sup>[7-8]</sup>,导致北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染缺乏系统、可靠的数据资料,给综合整治带来很大困难。因此,测算北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物的排放量具有十分重要的意义。目前,农业面源污染物排放量的测算方法主要有2种<sup>[9]</sup>:一是试验法,一般用于微观面源排放量的计算;另一种方法是宏观测算所采用的源强系数法,它是一种计算单位面积污染物负荷量的测算方法,该方法形式简单,应用性较强,对于缺乏长时间系列监测数据的大尺度区域,在认识区域面源污染特征、估算面源污染的年负荷等方面具有重要意义。由于研究区域范围较大,不适宜采用试验法,本研究采用源强系数法测算各污染物的排放量。

基于此,在调查研究的基础上,参考国内外研究成果,采用源强系数法测算2011年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物的排放量,分析其农业面源污染特征,旨在从实际出发,为北戴河近岸海域水体污染的防治提供理论依据。

## 1 材料和方法

### 1.1 测算地区概况及测算项目

北戴河及相邻地区近岸海域位于渤海湾东北部,毗邻陆域是河北省秦皇岛市,包括秦皇岛市的海港、山海关和北戴河三区,以及昌黎、抚宁、卢龙和青龙满族自治县四县。北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染主要有化肥污染、农药污染、畜禽养殖污染、水产养殖污染、农村生活污水及垃圾污染(包括农业废弃物)等,这些污染物都含有大量N、P和有机物。结合研究区实际情况和考虑到数据的可获得性,北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染测算范围包括种植业、畜禽养殖业、水产养殖业和农村生活源4种污染源,测算指标包括COD、TN和TP的排放量。

### 1.2 数据来源

北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染的原

始数据主要来自2012年《秦皇岛市统计年鉴》、《秦皇岛市环境质量报告书》和农业局相关资料等。同时,在北戴河近岸海域下辖的7个县(区)进行抽样调查,通过实地考察和走访农户,对农户种植农作物种类、施肥状况、畜禽养殖方式、水产养殖状况以及生活习惯等进行调查。

### 1.3 测算方法

采用源强系数法测算北戴河及相邻地区近岸海域COD、TN和TP的排放量。种植业、畜禽养殖业、水产养殖业和农村生活源污染物排放量的计算公式如(1)~(4)所示<sup>[10-16]</sup>。

$$G_1 = \sum E_k \times S_k \times L_k \quad (1)$$

$$G_2 = \sum S_i \times R_i \times E_i \times (1 - r_i) \times L_i \quad (2)$$

$$G_3 = \sum S_j \times E_j \quad (3)$$

$$G_4 = S_u \times E_u \times L_u \quad (4)$$

式中, $G_1$ 为种植业的污染物排放量(kg), $E_k$ 为农田不同的污染物源强系数[kg/(hm<sup>2</sup>·a)], $S_k$ 为播种面积(hm<sup>2</sup>), $L_k$ 为种植业污染物流失系数, $k$ 为化肥中污染物种类; $G_2$ 为畜禽养殖业的污染物排放量(kg), $S_i$ 为不同畜禽的养殖量(头或只), $R_i$ 为不同畜禽的规模化养殖比例, $E_i$ 为不同畜禽污染物的排泄系数[kg/(头·a)或者kg/(只·a)], $r_i$ 为不同畜禽污染物处理利用率, $L_i$ 为不同畜禽污染物流失系数, $i$ 为畜禽种类; $G_3$ 为水产养殖业污染物排放量(kg), $S_j$ 为不同类型水产养殖面积(hm<sup>2</sup>), $E_j$ 为不同类型水域养殖排污系数[kg/(hm<sup>2</sup>·a)], $j$ 为水域类型; $G_4$ 为农村生活污染物排放量(kg), $S_u$ 为农村人口数(人), $E_u$ 为排污系数[kg/(人·a)], $L_u$ 为农村生活污染物流失系数。

本研究中污染物源强系数、流失系数和排污系数参考《第一次全国污染源普查公报》、《“十二五”主要污染物总量减排核算细则》取值,并根据北戴河近岸海域实际情况进行适当矫正。

## 2 结果与分析

### 2.1 北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物排放量

根据以上研究方法和数据,测算得到2011年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物COD、TN和TP排放量结果(表1)。由表1可以看出,2011年农业面源向北戴河及相邻地区近岸海域排放COD为38768.27t,TN为15684.63t,TP为7821.18t,其中COD排放量最大,是该地区工业废水中COD排放量的6倍,农业面源污染是北戴河及相邻地区近岸海域水质污染物质的主要来源。

表 1 2011 年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物排放量

污染指标	污染来源	海港区	山海关区	北戴河区	青龙县	昌黎县	抚宁县	卢龙县	海域
COD	种植业	—	—	—	—	—	—	—	—
	畜禽养殖业	218.05	264.68	51.11	1 701.99	3 541.27	4 340.78	2 829.72	12 947.60
	水产养殖业	150.87	145.38	26.88	1 644.41	7 887.20	1 981.80	88.62	11 925.16
	农村生活源	619.25	369.05	258.34	3 445.99	3 384.21	3 180.71	2 637.96	13 895.51
	合计	988.17	779.11	336.33	6 792.39	14 812.68	9 503.29	5 556.30	38 768.27
TN	种植业	168.26	35.82	29.21	1 050.66	3 024.18	1 368.18	2 024.37	7 700.67
	畜禽养殖业	93.92	108.19	25.04	690.87	1 755.66	1 816.12	1 253.24	5 743.04
	水产养殖业	8.04	7.71	1.42	86.55	421.60	105.28	4.66	635.25
	农村生活源	71.56	42.65	29.85	398.19	391.06	367.54	304.82	1 605.67
	合计	341.77	194.37	85.52	2 226.27	5 592.50	3 657.12	3 587.09	15 684.63
TP	种植业	140.30	36.26	27.46	875.04	2 834.74	1 533.36	1 265.36	6 712.54
	畜禽养殖业	11.70	14.65	2.86	95.00	186.43	228.06	152.59	691.30
	水产养殖业	0.81	0.79	0.15	9.05	42.18	10.70	0.49	64.15
	农村生活源	15.74	9.38	6.57	87.59	86.02	80.85	67.05	353.19
	合计	168.55	61.08	37.04	1 066.68	3 149.37	1 852.97	1 485.49	7 821.18

## 2.2 北戴河及相邻地区近岸海域污染物的贡献率

分别计算了 2011 年种植业、畜禽养殖业、水产养殖业和农村生活源 4 种污染源对 COD、TN 和 TP 排放总量的贡献率。由图 1 可知,4 种污染源除种植业外对 COD 排放量贡献率由大到小依次为农村生活源(35.84%)>畜禽养殖业(33.40%)>水产养殖业(30.76%)。4 种污染源对 TN 排放量的贡献率由大到小依次为种植业(49.10%)>畜禽养殖业(36.62%)>农村生活源(10.23%)>水产养殖业(4.05%)。可见,不同的污染源对污染的贡献差别较大,种植业和畜禽养殖业对 TN 污染的贡献都明显大于农村生活源和水产养殖业。4 种污染源对 TP 排放量的贡献率由大到小依次为种植业(85.83%)>畜禽养殖业(8.84%)>农村生活源(4.52%)>水产养殖业(0.80%)。显然,种植业对 TP 污染的贡献明显大于其他 3 种污染源。由此可以看出,种植业是 N、P 污染的主要来源,农村生活源、畜禽养殖业和水产养殖业对 COD 污染的贡献相差不大。因此,在制定针对性防控措施的同时,必须重视 4 种污染源综合治理,才能控制和减少农业面源污染物排放总量。

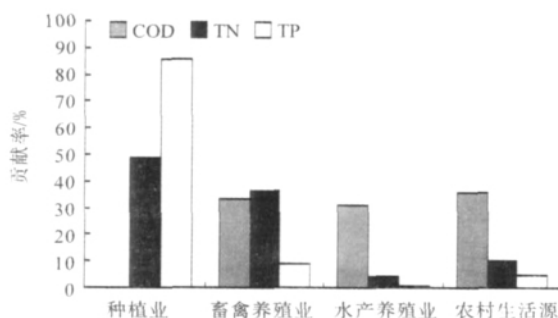


图 1 2011 年北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染物贡献率

## 2.3 北戴河及相邻地区近岸海域污染物区域分布

由表 1 可知,COD 排放总量由高到低依次为昌黎县>抚宁县>青龙县>卢龙县>海港区>山海关区>北戴河区,其中昌黎县 COD 排放量最高,占 COD 总量的 38.21%,其次为抚宁县、青龙县和卢龙县,分别占 COD 总量的 24.51%、17.52% 和 14.33%,3 个城区 COD 排放总量仅占 5.43%。

TN 排放总量由高到低排序依次为昌黎县>抚宁县>卢龙县>青龙县>海港区>山海关区>北戴河区,其中昌黎县 TN 排放量最高,占 TN 总量的 35.66%,其次为抚宁县、卢龙县和青龙县,分别占 TN 总量的 23.32%、22.87% 和 14.19%,3 个城区 TN 排放总量仅占 3.96%。

TP 排放总量由高到低依次为昌黎县>抚宁县>卢龙县>青龙县>海港区>山海关区>北戴河区,其中昌黎县 TP 排放量最高,占 TP 总量的 40.27%,其次为抚宁县、卢龙县和青龙县,分别占 TP 总量的 23.69%、18.99% 和 13.64%,3 个城区 TP 排放总量仅占 3.41%。

由图 2 可以看出,2011 年在北戴河及相邻地区近岸海域 7 个县(区)中,4 个县农业面源污染物排

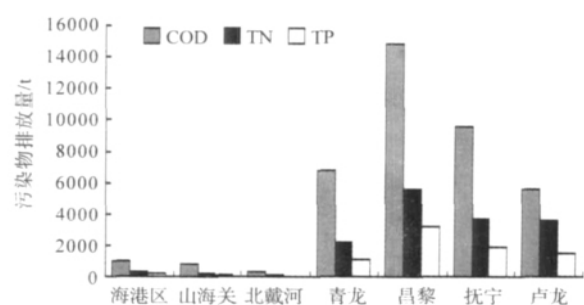


图 2 2011 年北戴河及相邻地区近岸海域 7 个县(区)污染物排放量

放总量明显高于3个城区,其中昌黎县农业面源污染最重,北戴河区污染最轻,4个县是引起北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染的主要区域。

### 3 结论与讨论

2011年农业面源向北戴河及相邻地区近岸海域排放COD为38 768.27 t, TN为15 684.63 t, TP为7 821.18 t, 其中COD排放量最大,是秦皇岛市同年工业废水中COD排放量的6倍。农业面源污染是该海域水质污染物质的主要来源,控制和减少农业面源污染是改善和提高北戴河海域水质环境质量状况的重要措施。

农村生活源、畜禽养殖业和水产养殖业对COD排放总量的贡献差异很小,依次为35.84%、33.40%和30.76%;对TN的排放量贡献最大的是种植业(49.10%)和畜禽养殖业(36.62%);种植业对TP的排放量贡献高达85.83%,远远超过其他污染源。综合来看,需要重视4种污染源综合治理,才能控制和减少农业面源污染物排放总量。

北戴河及相邻地区近岸海域4个县农业面源污染明显高于3个城区,因此农业面源污染防治重点区域为4个县,其中昌黎县为该海域农业面源污染的最重污染区域。

源强系数法是测算农业面源污染的有效方法。由于农业面源污染排放的不确定性和监测困难,通过理论测算十分必要。本研究采用源强系数法,对北戴河及相邻地区近岸海域农业面源污染进行测算,测算过程充分考虑了各区域农业生产特点和环境特征,测算结果与实际基本相符。

农业面源污染物排放量测算方法需要进一步完善。由于测算方法需要一些参数(如污染物流失系数),而这些参数受环境条件(温度、湿度、土壤、微生物等)和经济条件(生产规模、品种和生产方式等)影响较大。同时,基于研究条件等方面的局限性,并未对面源污染入海过程的机制及影响因素等方面进行研究。今后需加强基础研究工作,建立科学完善的农业面源监测与环境统计核算体系,对北戴河及相

邻地区近岸海域农业面源污染进行深入研究。

参考文献:

- [1] 薛利红,杨林章.面源污染物输出系数模型的研究进展[J].生态学杂志,2009,28(4):755-761.
- [2] 王建英,邢鹏远,袁海萍.我国农业面源污染原因分析及防治对策[J].现代农业科技,2012(11):216-217.
- [3] 黄克良,黄玲.扬中市农业面源污染调查与防控对策[J].现代农业科技,2007(18):134,136.
- [4] 张绍冰.农业面源污染的来源及防治措施[J].现代农业科技,2007(8):110-111.
- [5] 崔海英.农业面源污染的成因与治理措施[J].现代农业科技,2008(11):356,358.
- [6] 陶梅,萨仁娜.植被过滤带防治农业面源污染研究进展[J].山西农业科学,2012,40(1):91-94.
- [7] 古丰.辽宁省农业面源污染的监控方法初探[D].大连:大连理工大学,2009.
- [8] 冉江华,黄洁.农业面源污染研究现状及发展趋势[J].山西农业科学,2009,37(3):7-10.
- [9] 马国霞,於方,曹东,等.中国农业面源污染物排放量计算及中长期预测[J].环境科学学报,2012,32(2):489-497.
- [10] 张飞,孔伟.洪泽湖周边地区农业面源污染负荷变化分析[J].农业环境与发展,2012(2):65-68.
- [11] 李宝堂.山西岚漪河上游流域典型区段农业面源污染特征[J].东北林业大学学报,2010,38(10):85-87.
- [12] 蔡金洲,范先鹏,黄敏,等.湖北省三峡库区农业面源污染解析[J].农业环境科学学报,2012,31(7):1421-1430.
- [13] 高翔照,李贵宝,李新慧.化肥手册[M].北京:中国农业出版社,2000:56-62.
- [14] 蒋桂炳.浙江省农业生态环境现状评价及防治对策[J].农业环境与发展,2001(3):42-44.
- [15] 刘庄,李维新,张毅敏,等.太湖流域非点源污染负荷估算[J].生态与农村环境学报,2010,26(增刊1):45-48.
- [16] 张维理,武淑霞,冀宏杰,等.中国农业面源污染形势估计及控制对策[J].中国农业科学,2004,37(7):1008-1017.