

渤海莱州湾滨海地区海水入侵主要特征及其灾害

季明川

(山东省环境保护监测站, 济南 250011)

海水入侵是在特定的滨海地区由于气候干旱、地下水补给不足和人为超采地下水等原因带来的一种区域性环境灾害,是与经济和社会发展关系重大的资源与环境问题。海水入侵的标准是入侵区地下水中氯离子含量 $\geq 300\text{mg/L}$,矿化度 $\geq 1\text{g/L}$ 。近20年来,海水入侵灾害已在世界上50余个沿海国家出现,并呈发展态势。我国环渤海经济圈的山东半岛、辽东半岛、冀东以及长江三角洲等地区也先后发生海水入侵,尤以渤海莱州湾滨海地区海水入侵灾情最为严重,具有典型性。已对这一地区的开发和开放构成了巨大的潜在威胁,影响了经济和社会持续、稳定的发展。根据近两年的调查研究,本文对海水入侵的特征及其灾害进行分析和总结。

1 区域基本特点

渤海莱州湾滨海地区地处 $118^{\circ}17' \sim 120^{\circ}45' \text{E}$, $36^{\circ}25' \sim 37^{\circ}47' \text{N}$,包括山东的龙口市、招远县、莱州市、昌邑县、潍坊市寒亭区、寿光县、平度市及广饶县,土地总面积 $10\,022\text{km}^2$,耕地 6.521×10^6 亩,人口约 4.553×10^6 人。

本区自然气候属暖温带季风型大陆性气候区,因濒临海洋,具有海洋性气候特征。区域年降雨量约 589mm 。近十余年来,连续发生干旱,自然降雨量比正常年份约少 $1/3$ 。以莱州市虎头崖为界,本区西及西南部属华北地台沉降区,近海岸地带是由海相沉积物与河流冲积物叠次覆盖而成的滨海平原,地下埋藏卤水;本区东和东北部属鲁东地盾抬升区,为基岩海岸。本区资源丰富,特别是黄金、卤水、煤、建材等资源具有得天独厚的优势,已成为著名的黄金、盐和盐化工、海煤、建材等

基地,同时还是海水养殖、蔬菜、粮棉、果品等基地。但区域淡水资源不足。随着经济的发展,由于大量超采地下水,导致海淡水平衡破坏,发生海水入侵。

表1 莱州湾滨海地区海水入侵面积

类别	地点	海(咸)水入侵面积 (km^2)
海水入侵	莱州市	169.6
	龙口市	88.7
	招远县	11.3
咸水入侵	莱州市	68.6
	平度市	80
	昌邑县	90
	寒亭区	61.5
	寿光县	54
	广饶县	14.5
共计		638.2

2 海水入侵的主要特征

70年代中期以来,随着干旱性气候的持续发展和大量超采地下水,莱州湾滨海地区发生海水入侵并逐渐酿成了破坏经济建设、危及人民生存的重大自然灾害。据1989年监测统计,莱州湾滨海地区海水入侵面积达 638.2km^2 ,其中咸水扩散(入侵) 368.6km^2 (表1)。

海水入侵的主要特征是:

2.1 区域分布

2.1.1 表1表明,海水入侵主要发生在基岩海岸的山前平原、河口冲积平原地带。基岩裂隙发育的地段也有分布,但面积较小。咸水入侵主要发生在泥质海岸的滨海平原地区。

2.1.2 在莱州市虎头崖以西至广饶县小清河以南的莱州湾滨海地区,历史上形成了比较稳定的咸淡水接触界面,在大量超采地下水的情况下咸水入侵淡水层,其面积约占莱州湾海水入侵总面积的58%;在虎头崖以东及东北地区,为基岩海岸,海水入侵面积占莱州湾海水入侵总面积的42%。

2.1.3 以县级行政区分布看,莱州市海水入侵面积最大,占海水入侵总面积的37.3%;依次为昌邑县、龙口市、平度市、潍坊市寒亭区、寿光县、广饶县及招远县等,分别占海水入侵总面积的14.1%,13.9%,

12.5%,9.6%,8.5%,2.2%和1.8%。这与各县超采地下水的情况基本吻合。

2.2 海水入侵速度变化特征

1976年莱州湾滨海局部地段发生海水入侵,随后10余年的时间整个沿岸普遍发生。海水入侵速度最初较慢,其后越来越快,成倍增长。以莱州市为例,1976~1979年间,海水入侵面积仅有15.8km²,年均海水入侵速度46m;1980~1982年,海水入侵速度增长到92m/a,比1976~1979年平均入侵速度增加1倍;1983~1984年海水入侵速度达到177m,比1980~1982年平均入侵速度增加92%,比1976~1979年入侵速度增长2.85倍;1984~1987年海水入侵年均速度达到345m;1987~1988年海水入侵年均速度高达404.5m,比刚开始发生入侵时速度高7.78倍(见表2)。

表2 莱州湾沿岸(莱州市)海水入侵速度变化特征

时间 (年.月)	入侵面积(km ²)			入侵速度 (m/a)
	分段值	累计值	年平均值	
1976~1979	15.8	15.8	4	46
1980~1982	23.4	39.2	7.8	92
1983~1984	31.9	71.1	16	177
1984.6~1987.8	98.5	169.6	31.07	345
1987.9~1988.8	32.36	201.96	32.36	404.5
1988.8~1989.9	36.24	238.20	36.24	/
1984~1989	167.1	—	31.3	348
1976~1989	238.20	238.20	14.8	168

表3 渤海莱州湾沿岸(莱州市)海水入侵与自然降水丰度的关系

时间 (年.月)	降雨量 (mm/a)	地下水超采量 (×10 ⁶ m ³ /a)	地下水位下降 (m)	海水入侵	
				面积(km ²)	速度(m/a)
1976~1979	571.3	0.6	0.87	15.8	46
1980~1982	429.9	0.91	1.31	23.4	92
1983~1984	312.3	0.72	1.33	31.9	177
1984.6~1987.8	482.5	—	0.51	98.5	345
1987.9~1988.8	486.2	—	1.22	32.36	404.5

2.3 海水入侵与自然降水丰度的关系

渤海莱州湾滨海地区海水入侵与区域自然降水关系密切,海水入侵是在降水减少情况下发生的,并随自然降水的持续减少呈加快发展态势。在干旱发生初期,

区域水资源短缺矛盾较小,超采地下水现象较少发生,因此海水入侵速度、范围均较轻;随干旱的不断发生,水资源供需矛盾加大,超采地下水增加,地下水位下降幅度增加,海水入侵加快。以莱州市为例进行分析,海水入侵开始发生的最初4a(1976~1979年),平均年降雨量

571.33mm,与1952~1988年平均降雨量597.6mm相对差值不足5%。1981年以后,滨海河流无入海径流,1984~1987年年均降雨量减少至482.5mm,比1976~1979年降雨量少18.3%,但海水入侵速度比刚开始发生的4年增加4.54倍。1987~1988年,年降雨量486.2mm,与1984~1987年年均降雨量基本相同,但由于地下水资源的持续超采,海水入侵速度却增加17.2%(见表3)。

3 海水入侵灾害

渤海莱州湾海水入侵给区域资源与环境带来了严重破坏,制约了资源与环境的良性循环及其与经济社会的协调发展。

3.1 滨海地下淡水水质恶化,区域淡水资源加剧匮乏

海水入侵前,滨海地下淡水中 Cl^- 含量 $\leq 80\sim 100\text{mg/L}$ 。海水入侵的第二年,地下淡水中 Cl^- 含量则达到 450mg/L ,随后急剧增加到几千甚至上万 mg/L ,变成咸水。在这种形势下,迫于生产和生活用水的需要,一是就地超量开采地下水,使得地下水位急剧下降,出现地下漏斗及负值区;二是移向内陆腹地开采地下水,直至出现新地下漏斗区和负值区,结果导致区域发展中形成了水资源短缺 \rightarrow 超采地下水 \rightarrow 地下水位下降 \rightarrow 海水入侵 \rightarrow 地下水水质恶化 \rightarrow 淡水资源进一步匮乏 \rightarrow 移地(或深层)超采地下水 \rightarrow 海水入侵扩展的恶性循环^[2]。在这种恶性循环中,从1976年到1989年,莱州湾滨海地区累计超采地下水达 $3.8\times 10^9\text{m}^3$,地下水位普遍下降了 $7\sim 15\text{m}$,地下水负值区扩展到 2400km^2 余,海水入侵面积由最初的十几平方公里扩大到 672.9km^2 。

3.2 滨海耕地资源退化,农业产量降低

海水入侵区,原是重要的粮、棉、油生产基地,亩产多在 750kg 以上。海水入侵后,由于地下水变咸,不能用于农业灌溉,使水田变成旱田。同时,地下水沿毛细管上升进入耕作层土壤使耕地土壤中 Cl^- 含量增加,土壤结构变差,理化性能恶化,生态肥力降低。随着耕作层土壤盐分的不断积累,耕地生产力退化,严重的由耕地变成了盐荒地。据初步调查统计,渤海莱州湾滨海地区因海

水入侵危害已报废农田机井达7000余眼。 $4\times 10^6\text{m}^2$ 耕地受到严重危害,年减产粮食约 $(2\sim 3)\times 10^8\text{kg}$,累计损失粮食达 $(3\sim 4.5)\times 10^8\text{kg}$ 。已有 $3.3\times 10^7\text{m}^2$ 变成了盐荒地。经过多年改造的滨海盐碱地在海水入侵的作用下,盐碱危害加重,重新变成了盐荒地。

3.3 滨海工业陷入困境,设备受损,效益下降

受海水入侵的危害,使莱州湾滨海工业供水源地水质恶化、水井报废,工业用水不得不移地建井或采取其它措施供水,从而既增加了建井及供水工程费用,又增加了生产成本,同时加剧了建井地区水资源的超采量。无力采取远距离调水的工矿企业,使用咸化的地下水造成工业设备严重锈蚀,缩短了设备的使用寿命,降低了工业产品的质量和投入资源的效益,给工业企业造成很大的损失。有些企业由于海水入侵的影响被迫停产、转产或搬迁。海水入侵既给滨海工业的发展带来威胁,也影响着整个沿海工业的规划和布局,对滨海城镇生态也产生明显的影响。如莱州市,79个市属以上企业中有18个所在地被海水入侵,每年损失工业产值 0.6×10^8 元。整个莱州湾滨海工业因受海水入侵影响每年损失工业产值达 $2\sim 3\times 10^8$ 元,累计损失已达 $30\sim 45\times 10^8$ 元。

4 滨海居民饮水困难,健康水平受到影响

由于海水入侵污染了饮食水源,滨海区居民吃水发生困难。长期饮用劣质咸水,影响了居民的身体健。据调查,近几年居民患甲状腺肿大、氟中毒等病症的人数明显增多。因此,渤海湾沿岸海水入侵造成的危害亟待解决。

参考文献

- [1] 季明川,1991.山东沿海区域环境与灾害.科学出版社,223~240.
- [2] 季明川,1991.海水入侵引起的某些资源与环境变化.环境科学丛刊12(5):62~66.