



研究简报

莱州湾沿岸地下浓缩海水微量元素地球 化学异常及其成因的研究*

周仲怀 徐丽君 刘兴俊

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

我们在 1986—1988 年调查研究莱州湾沿岸平原地下浓缩海水中的铀浓度时,发现该地区铀的浓缩倍数与海水浓缩倍数不成正比,有的要比后者高出几十倍^[1]。这种异常现象不仅是铀,其它微量元素也存在。研究地下浓缩海水中微量元素的地球化学异常行为,对研究地下浓缩海水形成的原因及扩大地下浓缩海水和化学资源的来源、开发利用均具有重要的意义。

一、水样采集及测试方法

1. 采集时间和地点

于 1986 年 2 月—1987 年 9 月,1988 年 10 月,在山东羊口、岔河、寒亭、莱州等盐场的地下浓缩海水中采集水样。

2. 水样的处理

(1) 测铀的水样盛于 50ml 塑料瓶中,不酸化,放置自然澄清。测铀时注意不要将水样搅混。

(2) 测其它微量元素的水样用 5L 塑料桶采集。为防止放置一定时间后的吸附,水样进行酸化 (pH~2)。

3. 水样中微量元素的分析

用激光铀分析仪测定铀浓度,详见文献 [1]。其它微量元素用等离子体发射光谱 (ICP) 测定。

二、结果与讨论

莱州湾沿岸有关盐场地下浓缩海水中铀与其它微量元素浓度的分析结果,见表 1。

由表 1 可知,有关盐场地下浓缩海水中的微量元素浓缩倍数绝大多数比大洋水中的高,最高的钴约为大洋水中的 5 000 余倍。一般地说,海水的浓缩倍数增加,微量元素的浓缩倍数也随之增加。但是地下浓缩海水中微量元素的浓缩倍数与地表水(含江、湖、河、海等)中的不同,受不同类型沉积物的影响较大。有的微量元素易被沉积物吸附(有许多

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第 1852 号。

收稿日期: 1987 年 12 月 22 日。

表 1 莱州湾沿岸地下浓缩海水微量元素浓度

Tab. 1 Concentrations of the minor elements in the concentrated underground seawater of the Laizhou Bay

| 采样地点 | 锰 | 铜 | 钴 | 镍 | 钼 | 钨 ($\times 10^{-3}$) | 硼 | 铀 ($\times 10^{-3}$) |
|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|------|---------------------------|
| 大洋水 | 2.75×10^{-4} | 2.54×10^{-4} | 1.77×10^{-6} | 4.70×10^{-4} | 1.06×10^{-3} | 1.17 | 4.54 | 3.3 |
| 莱州市莱州盐场 | 0.508 | 8.0×10^{-3} | 9.3×10^{-3} | 0.282 | 4.5×10^{-3} | 2.6 | 5.52 | 35 |
| 潍坊市寒亭盐场 | 0.219 | 0.201 | 7.6×10^{-3} | 5.1×10^{-3} | 6.4×10^{-3} | 1.5 | 4.34 | 32.5 |
| 寿光县岔河盐场 | 0.237 | 0.067 | 5.7×10^{-3} | 3.3×10^{-3} | 8.1×10^{-3} | 3.7 | 2.34 | 90 |
| 山东羊口盐场 | 0.002 | 5.1×10^{-3} | 1.5×10^{-3} | 1.7×10^{-3} | 6.5×10^{-3} | 2.6 | 1.98 | 54 |

沉积物本身就是天然吸附剂)或发生某种化学作用,使它们在地下浓缩海水中的浓度降低。如硼在弱碱性的地下浓缩海水中易被沉积物吸附。有些微量元素的浓度或浓缩倍数比同一波美度($^{\circ}\text{Bé}$)的海水高几十到几千倍,这一现象用海水自然蒸发浓缩及冷冻结冰浓缩均不能圆满解释。根据目前的资料分析,我们认为,它与莱州湾沿岸平原沉积物类型有较大的关系,即在沉积物中存在高含量的某些微量元素。据报道^[2],在具有地下浓缩海水的下部承压层中,铁锰结核较多。铁锰结核中重金属元素浓度较高,在漫长的地质年代里,经长期不断的淋滤作用,沉积物中部分重金属元素进入地下浓缩海水中,使其中的某些微量元素浓度增加。地下浓缩海水中存在高浓度铀,说明在沉积物中可能存在铀源。由于淋滤作用程度的差别和含铀沉积物分布的不均匀,造成了该地区地下浓缩海水中铀的浓缩倍数高低不匀。从表 2 中所列的莱州湾近岸(羊口)海水中某些微量元素的浓度来看,多数均较高。其原因为,微量元素经长期的潮汐作用的影响,不断地被沉积物吸附而得到富集,又经过漫长的地质年代,在一定的物理化学作用的条件下,经过反复的吸附和解吸作用,使地下浓缩海水中的某些微量元素浓度增加,浓缩倍数偏高。

莱州湾沿岸地下浓缩海水的补给问题,也是一个关系到盐业及海洋化工发展远景的重要研究课题。补给的实质可以说是地下浓缩海水储量“有限”与“无限”(相对地说)的问题。所谓“有限”,即目前所说的静储量,所谓“无限”,即为动储量。根据莱州湾沿岸主要盐场 30 余年来大规模使用地下浓缩海水的经验证明,地下浓缩海水水位虽略有下降,但

表 2 莱州湾羊口沿岸海水微量元素浓度^①Tab. 2 Concentrations of the minor elements in seawater of the Laizhou Bay Yangkou nearshore ($\times 10^{-6}\text{g/L}$)

| 地 点 | 碘 | 锰 | 铁 | 锂 | 铍 | 硼 | 铜 |
|--------|-----|----|-----|-----|--------------------|--------------------|-----|
| 羊口近岸海水 | 160 | 50 | 600 | 110 | 5.36×10^3 | 4.60×10^3 | 2.7 |

^① 山东省制盐工业科学研究所汇编,1984。莱州湾沿岸地下卤水资料文集。第 40 页。

变化并不太大。有人作过估算¹⁾,在20余年的开采中,静水位下降 3.45m,开采区地下浓缩海水减少的体积为 $607.2 \times 10^4 \text{m}^3$,含盐量减少 $66.8 \times 10^4 \text{t}$,而实际在这 20 年中生产的盐为 $221.2 \times 10^4 \text{t}$,按静水位下降估算的盐比实际生产的盐低 2 倍多。多生产的盐从何而来?毫无疑问可以说明地下浓缩海水有补给来源。

30 年来,地下浓缩海水浓度虽有增有减,但总的看来,变化幅度较小。我们对地下浓缩海水铀浓度进行近两年的调查也证实了这一点。由此也可判定它有补给来源。

地下浓缩海水究竟是如何进行补给的?一些学者认为²⁾:(1)涨潮时海水的水平补给及海水自上而下的渗入;(2)雨水的渗入;(3)天然地下径流的侧向流入与越层补给。其中以海水的补给为主。然而,这些推测都不能解释地下浓缩海水浓度 30 余年来变化不大这一事实。从我们对铀浓度的调查研究来看,莱州湾羊口近岸海水铀浓度约 $5 \times 10^{-6} \text{g/L}$,则这种补给来源必将使原来地下浓缩海水中的铀浓度受到稀释而降低。那么,为什么地下浓缩海水的水位、浓度及铀浓度在较长时间内变化不大呢?我们认为,在漫长的地质年代里,近海(含潮滩)底下和沿岸平原沉积物中都埋藏着大量浓缩海水,沿岸近海底本来也是属于广阔海滩的一部分,而后由于海平面的多次升高,成为目前近海的海底,原来埋藏在潮滩底下的浓缩海水在海平面升高后,仍埋藏在海底沉积物中,而且埋藏较深,受海水渗入稀释的影响较小。近海海底沉积物中浓缩海水与沿岸平原沉积物中的浓缩海水很可能有某种联系。当平原沉积物中浓缩海水水位下降时,近海海底下的浓缩海水即可通过迁移、扩散、渗入平原沉积物中进行补充,补充的过程有快慢,它决定于含岩层的富水性(即与沉积物类型有关)。在这过程中,上述的三个补给途径同时起到一定的补给作用。已证明,刮东北风时,井水位上升较快,海水的侵入非常明显,可以确认莱州湾沿岸地下浓缩海水有补给来源。

三、结 论

1. 本文在报道莱州湾沿岸地下浓缩海水中微量元素地球化学异常现象的基础上,进行了较全面的探讨。得出了造成微量元素异常不是由于简单的海水蒸发浓缩结果的结论。并由微量元素地球化学异常现象研究了地下浓缩海水形成的原因。

2. 由于含有地下浓缩海水的承压层中存在铁锰结核,故某些重金属元素浓度异常高(或浓缩倍数偏高),与此有密切的关系。铀浓度高(或高浓缩倍数)也是与莱州湾沿岸沉积物中可能存在铀源有关。

3. 根据多年来莱州湾沿岸地区主要盐场地下浓缩海水水位、浓度和铀浓度变化不大这一事实,推测了莱州湾沿岸近海海底下(含潮滩)也可能存在浓缩海水,以保证该地区平原沉积物中的浓缩海水可以得到不断补充。

参 考 文 献

- [1] 周仲怀、徐丽君、刘兴俊,1989。莱州湾沿岸地下浓缩海水中高浓度铀的发现及其地球化学异常。海洋与湖沼 20(1): 52-57。

1) 山东省制盐工业科学研究所汇编,1984。莱州湾沿岸地下卤水资料文集,第 301 页。

2) 系山东省制盐工业科学研究所汇编,1984。莱州湾沿岸地下卤水资料文集。第 63 页。

- [2] 傅美兰, 1985。莱州湾滨海平原地下卤水化学形成特征及形成机理。水文地球化学理论与方法的研究。地质出版社, 126—130 页。

THE GEOCHEMICAL ANOMALY AND ITS CAUSES IN THE CONCENTRATED UNDERGROUND SEAWATER OF LAIZHOU BAY*

Zhou Zhonghuai, Xu Lijun and Liu Xingjun

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

ABSTRACT

Investigation from 1986 to 1988 in the concentrated underground seawater of the area found geochemical anomaly of the minor elements. The causes are related to the sediments and the minor elements concentration in underground seawater of the Laizhou Bay.

Because of the existence of ferromanganese nodule, the concentration of some minor elements in the concentrated underground seawater is much higher. The high uranium concentration in the concentrated underground seawater of the Laizhou Bay is probably due to the existence of uranium in the sediments.

Because of the relative constancy of water level and concentration, the concentrated underground seawater must have constant supplement.

* Contribution No. 1852 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.