河北省地下咸水资源特点及渔业开发潜力

王凤敏[1]　李中科[1]　杨　凯[2]

(1.河北省水产技术推广站,河北 石家庄 050011;2. 河北师范大学生命科学学院,河北 石家庄 050016)

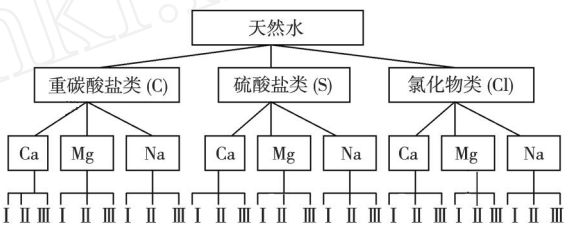
摘　要　河北平原是严重缺水地区,由于长期超采地下水,致使河北平原产生一系列的环境地质问题。河北平原同时也藏有大量的地下咸水,合理开发利用地下咸水以及盐碱地资源,是解决河北平原水资源短缺的关键问题,同时也有利于河北省水产养殖的进一步发展。本文综述了河北省咸水资源的分布、储量、离子构成等与渔业养殖的关系,以期对渔业开发利用有所裨益。

关键词　咸水资源　渔业养殖　开发利用

长期以来,咸水被当作灾害性物质,是因为它是土地盐渍化和地下咸水入侵污染淡水资源的主要物源。随着社会经济发展和科技进步,咸水作为未被利用的天然资源正逐步进入人们的视野,而对于河北缺水地区来说,合理开发利用地下咸水资源进行水产养殖,不仅可以有效防止每年 9 亿 m^3 咸水自然蒸发,而且有利于农村区域经济发展,对促进农渔民持续稳定增收、保障人民生活水平不断提高具有重要意义。

1　咸水的命名及分类

咸水是陆地上广泛分布的一种天然资源。关于咸水等天然水及其分类方法,不同研究领域有所不同。根据原苏联学者 O. A 阿列金(1970)按照水中离子总量的分类方法,离子总量在 1～25 mg/L 之间的天然水称为微咸水,25～50 mg/L 的为具有海水盐度的咸水,50 mg/L 以上称为盐水或卤水。国际湖沼学会(1958)的分类方案是:0.5～30 mg/L 称为混盐水,30～40 mg/L 为真盐水,40 mg/L 以上为超盐水。《中国内陆水域渔业资源调查与区划》(1990)从渔业利用角度把我国湖泊和水库划分为:3 mg/L 以下为淡水湖,3～10 mg/L 为半咸水湖,10～40 mg/L 咸水湖,40 mg/L 以上称为盐湖。在水的化学类型方面,应用较多的是 O. A 阿列金分类法,即:首先按优势阴离子将水划分为三类:重碳酸盐类、硫酸盐类、氯化物盐类;然后在每一类中再按优势阳离子划分为钙质、镁质、钠质三组;每一组再按离子的物质的量浓度比例关系划分为四个水型:



我省较为常见的咸水(包括半咸水或微咸水,下同)主要有 Cl^{Na} Ⅲ、Cl^{Na} Ⅱ、Cl^{Na} Ⅰ、S^{Na} Ⅱ、C^{Na} Ⅰ、Cl^{Mg} Ⅰ、Cl^{Mg} Ⅲ七种类型。

2　河北省地下咸水资源的分布及特点

2.1　分布

咸水(半咸水)主要分布于京津以南的廊坊—辛集—魏县一线以东及冀东丰南—乐亭一线以南的广大低平原地区,分布面积 390 万 hm^2,约占平原区总面积的 54 %。咸水体的空间形态近似于一个由咸水边界向渤海湾方向倾斜的楔形体,自西向东逐渐加厚,上覆浅层淡水或无淡水,下伏为深层淡水,咸水体顶界埋深 0～70 m,底界埋深从咸淡水边界 30 m 增大到沿海地区的 200 多 m,局部地带大于 500 m[1]。由于地理及人为因素的影响,地下咸水界限逐步东移,最多东移了 12 km,见图 1(自郭永海)。

2.2　储量及可开采量

盐碱地区地下蕴藏大量咸水,据测算,地下咸水总储量 1 700 亿 m^3,浅层咸水分布区补给资源量为 38 亿 m^3/667 m^2,其中 2～3 g/L 的咸水分

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

布区补给资源量 22.5 亿 m^3/667 m^2,占浅层咸水分布区补给量的 59 %[1]。

由于河北省淡水资源匮乏,矿化度 2～3 g/L 的微咸水被纳入水资源战略化管理,并逐步得到开发。据测算,我省平原区多年平均地下微咸水资源量 21.01 亿 m^3,可利用资源量 15.36 亿 m^3,分别占淡水资源量的 19 %和 14 %[2]。如图 2、图 3。

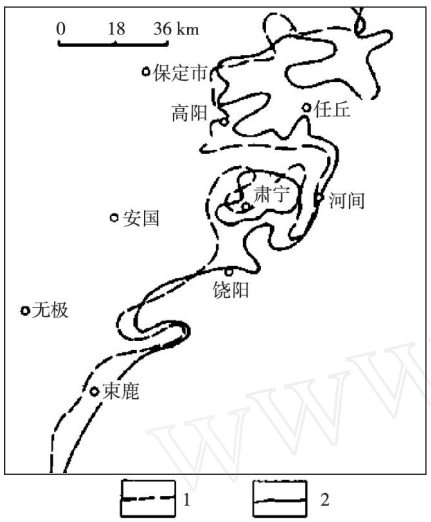


图 1　咸淡水界线变化示意图

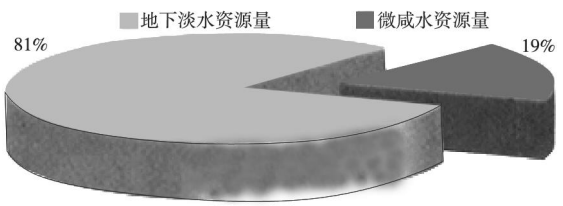


图 2　河北省平原区多年平均地下水资源构成

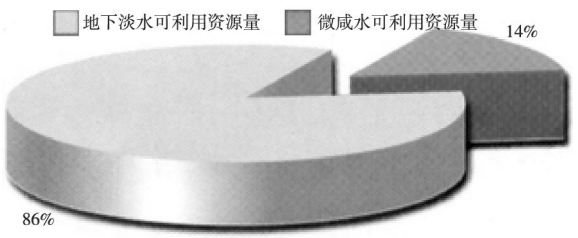


图 3　河北省平原区多年平均地下水可利用资源量构成

沧州是河北省地下咸水分布的重要地区,地下咸水区总面积 85.3 万 hm^2,水资源量为 10.598 9亿 m^3,可开采量 7.430 3 亿 m^3。其中矿化度 2～3 g/L 的微咸水分布面积 45.3 万 hm^2,水资源量 5.675 4 亿 m^3,可开采量 4.038 8 亿 m^3;矿化度 3～5 g/L 的半咸水分布面积 20.7 万 hm^2,水资源量 2.587 亿 m^3,可开采量 1.761 亿 m^3;矿化度大于 5 g/L 的咸水分布面积 19.3 万 hm^2,水资源量 2.336 5 亿 m^3,可开采量 1.630 5 亿 m^3[3]。

2.3　离子组成及水化学类型

地下咸水受地质变动、水系变迁等诸多因素的影响,矿化度一般为 2～20 g/L,在水平分布上,由西向东表现为逐渐增高。中部平原咸水 2～10 g/L 左右,水化学类型因地域不同而不同,主要以重碳酸盐型、混合类型水(HCO_3 - Na、HCO_3Cl - Na)为主,随着矿化度增高,SO_4^{2-} 离子增加,水型出现硫酸盐型等混合类型水(HCO_3SO_4 - Na、HCO_3ClSO_4 - Na、SO_4 - Na、),甚至出现氯化物型水(Cl - Na、$ClSO_4$ - Na),如任丘碳酸盐型,高阳、永年、献县为氯化物型,衡水、辛集为硫酸盐型水,阳离子中以 Na^+、Mg^{2+} 居多。东部滨海地区咸水矿化度 5～35 g/L,最高达 52 g/L,水化学类型主要是氯化物型(Cl - Na),阴离子中 Cl^- 占绝对优势($Cl^- > SO_4^{2-} > HCO_3^- + CO_3^{2-}$),阳离子中 Na^+ 占优势($Na^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} > K^+$),$K^+$ 含量普遍较低,且越靠近滨海,K^+ 含量越低。在垂直分布上,表现为低 - 高 - 低。一般埋深 35 m 以内的咸水体其 2～10 g/L,埋深 35～100 m 范围内为咸水体的最咸段,10 g/L 以上,100 m 以上的咸水体其又降为 10 g/L 以下。水化学类型与水平分布有关,与垂直分布关系不大。池塘咸水的盐度,受季节、气候的影响,有十分明显的变化特征。

3　咸水化学性质及对渔业的影响

咸水介于海、淡水之间,但又与海、淡水的离子组成及化学性质明显不同,具有高碱度、高 pH 值以及低缓冲性等特征,不但对农作物生理产生影响,而且对水生动物生长也有较强的抑制作用。咸水碳酸盐碱度大多在 4～10 me/L 之间,变动范围 3.3～9.1 me/L,极限值分别为 2.91 me/L 和 13.86 me/L。适宜的碳酸盐碱度是水产养殖所必需的(5 me/L 以下),但碳酸盐碱度太高,容易对水生生物产生毒性(主要指 CO_3^{2-})。一般情况下,盐度高的水质往往碱度低,而盐度低的水质碱度高。pH 值也与碱度相互影响,碱度高的水

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

质,pH 值也高,而高 pH 值会使这一毒性明显加重。当 pH 值 > 8.3 时,水中 CO_3^{2-} 增多,碱度增大,毒性增强。在水产养殖业,pH 值既是一个重要的生态因子,也是重要的化学因子。在未养殖的咸水域中,pH 值一般在 8.2～9.0 之间(海水 7.8～8.6,淡水 6.5～7.5),最高值 9.4,普遍高于天然淡水。而在养殖水域中,pH 值还受光合作用、生物活动等影响,呈现明显的昼夜变化。池塘水中测定的 pH 值远远高于未养殖咸水域。造成以上高碳酸盐碱度、高 pH 值("双高")的根本原因是咸水水质的缓冲性能较差。众所周知,自然海水具有良好的缓冲性能,主要因为海水具有良好的碳酸盐缓冲机制,其 CO_3^{2-}、HCO_3^- 离子与阳离子形成的离子对在水中相互制约,使海水 pH 值较为稳定,碳酸盐碱度较低。而咸水质由于缺乏限制性因子 Ca^{2+},使得 CO_3^{2-} 含量保持在较高水平,而出现"双高"现象。

在滨海地区,大多数咸水域呈现海水类型,但其主要离子含量和比值并不具备海水的恒定性,Ca^{2+}/ Mg^{2+}、Cl^- / SO_4^{2-} 等远远大于海水比值,甚至 SO_4^{2-} 超出正常海水 4 倍,而 Ca^{2+} 则仅为海水的 1/3,特别是在甲壳类养殖中有重要意义的 K^+,高时超出海水 2～4 倍,低时不能满足养殖动物需要。即使同一水型,因离子含量或比值的不同,其性质也有较大的差异,如高碱度型与低碱度型,高 K^+ 型与低 K^+ 型、缺 Ca^{2+} 型等(王惠)。由此可见,咸水化学组成的多样性使其化学性质极其复杂,这一特点给开展水产养殖带来极大影响。

尽管地下咸水具有一系列特殊性质,但大部分还是可以进行渔业利用,只是适宜的渔业种类不同,咸水的载渔量也受到一定限制。

2003 年以来,中国水科院东海所王惠研究员等针对沧州滨海咸水类型,成功研制出盐碱水质改良剂,通过降碳酸盐碱度、降 pH 值、增加水的缓冲能力,减少水中硫离子向 H_2S 转化及解决主要离子比例失衡等技术,可以有效改良水质,甚至使部分难以利用的咸水通过改良可以被渔业利用,并根据不同的咸水属性,建立了南美白对虾、红罗非鱼等多项养殖模式和技术,从理论和实践上解决了利用地下咸水进行水产养殖的关键问题,其技术已经达到国际领先水平,这为规模化开发利用盐碱地及地下咸水奠定了基础。

4　河北省地下咸水开采利用现状及渔业开发潜力

截止 20 世纪末,我省咸水开采率只有 9.98 亿 m^3/667 m^2[1],不足 1%,且 95%以上用于农业灌溉。由于农业作物耐盐范围 2～3 g/L,超过这个指标,生长受到抑制,所以,大部分开采用水是 2～3 g/L 的微咸水,3～5 g/L 咸水开采量只有 0.45 亿 m^3/667 m^2,5 g/L 以上的咸水几乎未开采。

进入 21 世纪,以中国水产科学研究院东海水产研究所为首的"滨海型盐碱地水产养殖技术研究与应用"的成功,开辟了咸水渔业开发利用的新领域,也为当地农民开辟了增收新渠道。据推算,2003 年至今,渔业开发利用咸水约 1.0 亿 m^3,其中 3 g/L 以上的咸水占一半以上。咸水的渔业开发潜力较大。

河北省地处华北平原中部,是国内地下咸水资源分布较大的省份,不仅储量大,而且分布浅,技术条件日趋成熟,建议政府加强引导,组织有关专家进行实地调查、分析、论证,制定相关政策措施,鼓励企事业单位和个人开发适宜渔业利用的地下咸水资源,积极开展水产养殖,使咸水资源最大程度地为经济发展服务。

参　考　文　献

[1]连进元,赵彦红,王观枝. 河北省咸水资源的利用与开发. 石家庄职业技术学院学报,2004,16(2):18 - 21

[2]姜文来,唐曲,雷波,等. 水资源管理学导论. 北京:化学工业出版社. 2005

[3]代文元,张俊杰. 实施南水北调加大微咸水、咸水非传统水资源的利用,南水北调与水利科技,2004(4):1 - 5

(收稿日期:2008 - 04 - 15)

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net