

用地下卤水养虾的几个技术性问题*

SOME TECHNOLOGICAL PROBLEMS OF SHRIMP CULTURE WITH UNDERGROUND BRINE

刘明星 夏 娃 王永良 曹登宫

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

关键词 地下卤水,中国对虾,井水活化

目前,对虾养殖由于受到病毒病害的影响,仍处于低迷不振状态,生产形势十分严峻,国家及个体经济损失严重。这些年来近岸海水各种污染没有得到严格控制,水质普遍富营养化、赤潮频有发生,海洋的自然生态平衡受到破坏。虽然国家也投入一定力量进行虾病防治和水环境改良,但收效不大。由于形势所迫,广大的养殖工作者在不断地试探改进养殖模式。

为了避开海水所带入病毒的影响,作者采用地下卤水养虾,并对我国北方部分沿海地区、山东沿海地区及胶州湾周边地下卤水性质,进行走访和调查了解,并取样分析。通过对资料分析对比,认为上述沿海地下卤水与天然海水的主要组成和化学特征基本一致,为 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型水,并且北方沿岸地下(井)卤水十分丰富,含卤浓度高,一般矿化度均在 $50 \sim 150$,有的高达 270 g/L ,贮存量,而且卤水层浅薄易提取,具有较大的开发利用价值。用地下卤水养虾从理论上讲是可行的。但从地下提取的新卤水,最好不要立即用于养殖,待卤水经活化处理后,再用效果会更好。

1 沿岸地下卤水主要物理化学特性

1.1 北方沿海、胶州湾沿岸、莱州湾沿岸地区地下卤水的主要组成及化学特征

由表 1 ~ 3 示出^[1]。

从表中可见,北方沿岸及胶州湾岸边地下卤水属于 $\text{Cl}^- \text{Na}^+$ 型水,地下卤水的化学组成与自然海水基本相似。海水中 11 种元素为主要成分,它们的存在形式为 Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} , Cl^- , Br^- , F^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , H_3BO_3 。这些成分占海水总量的 99.9%。自然海水中离子含量固定次序是 Na^+ , K^+ > Mg^{2+} > Ca^{2+} , Cl_4^- > SO_4^{2-} > HCO_3^- > CO_3^{2-} 。其中一些地下卤水的化学元素如 K^+ , Na^+ , Ca_4^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , I^- 是低于同浓度的浓缩海水,而 Mg^{2+} , Mn^{2+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Br^- 等离子含量却又高于海水。从地下卤水总的分布情况看,卤水中主要元素含量存在着区域性的差异,而同一个卤水源又有层次之间的差别,其微量元素的含量也有较大的不同^[1]。

另外,从沿海地下卤水的主要离子含量与标准海水相比,两者的含量差别不大。卤水中阳离子 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} 平均含量分别为 44.6, 1642, 48.3,

* 中国科学院“九五”院重大项目 KZ95-A1-102 资助课题。

中国科学院海洋研究所调查研究报告第 4122 号。

第一作者:刘明星,出生于 1938 年,副研究员。目前在研课题:对虾健康养殖。

收稿日期:2000-09-18;修回日期:2000-12-22

表 1 中国北方沿海地下卤水可溶性盐含量

地区	S	pH	CaSO ₄ (g/L)	MgSO ₄ (g/L)	MgCl ₂ (g/L)	KCl (g/L)	NaCl (g/L)
正常海水	32	8.25	1.26	1.66	3.81	/	27.21
营口	70	/	5.50	2.09	14.47	/	53.26
南堡	91	7.05	1.51	6.87	15.14	0.97	73.3
黄骅	56	7.37	2.74	2.70	8.83	/	42.36
东风港	70	7.10	1.39	3.39	9.05	0.90	63.6
广饶	89	7.57	2.51	8.03	14.49	1.87	99.7
羊口	134	7.11	3.02	11.30	16.57	2.42	11.20
寒亭	131	6.62	2.89	8.42	15.07	2.84	115.5
麻里	117	7.80	4.60	7.35	16.92	1.31	104.1
莱州	185	6.51	2.92	14.87	23.15	3.11	161.2
南万	70	7.25	3.98	3.35	10.90	0.71	70.3

作者对红石崖、琅琊、胶州湾河套、龙口(黄河营)地下卤水进行溶解氧现场测定,含量范围一般在 1.79 ~ 3.04 mg/L,自然海水平均含量约为 8.5 mg/L,卤水中氧的含量是自然海水的 1/3 左右。地下卤水接触空气少,不见阳光,大多处在还原地带,必然含氧少。地下卤水 pH 的范围一般在 7.2 ~ 7.4,个别有低于这个范围,比自然海水偏低 0.6 ~ 0.8。地下卤水三氮的含量与自然海水相比,约为海水的 1/4 ~ 1/2。磷酸盐的含量比海水约低 50% 左右。卤水营养盐的组成与自然海水的量基本相一致。地下卤水 COD 的含量稍低于自然海水,其范围一般在 0.58 ~ 1.42 mg/L。

1.3 地下卤水重金属离子含量

所测的部分地下卤水重金属离子 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 的含量范围,分别为 4.8 ~ 6.8, 0.060 ~ 0.072, 1.130 ~ 0.050, 0.65 ~ 0.78 $\mu g/L$, Sn 与 Bi 在卤水中未检出。前 4 种痕量金属离子含量与自然海水相比,基本一致,胶州湾沿海附近地下卤水的含量稍高于自然海水,而龙口的黄河营地下卤水的含量稍低于自然海水,这是由各地下卤水所处的地质环境不同而有所差别。

1.4 地下卤水的温度

地下卤水的水温比较恒定,一般在 13.5 ~ 20 $^{\circ}C$ 。与同期自然海水相比夏低冬高,可用于一些养殖种类度夏,又可以让一些养殖生物越冬。这对人工养殖既节能又方便。

1.5 地下卤水的浓度(盐度)

不同地区,不同深度的卤水,其浓度也不相同。从走访调查,样品分析得知,沿岸地下卤水的浓度一般在 36 ~ 183,有些卤水的浓度要高出这个范围。可根据养殖种类的需要,选择不同浓度的卤水井,有条件还可兑入淡水,调至适宜的养殖盐度。

269.9 mg/L,标准海水的上述离子含量分别为 63.7, 1699, 69.5, 217.7 mg/L。卤水中阴离子 Cl^{-} , Br^{-} , SO_4^{2-} , HCO_3^{-} 的含量分别为 3229, 11.2, 813, 18.3 mg/L, 而标准海水的上述阴离子含量分别为 3197, 10.4, 888, 25.6 mg/L (羊口盐场资料)。

表 4、5 示出了河套、红石崖、琅琊、龙口黄河营沿海地下卤水营养盐,溶解氧, pH, COD 及一些重金属离子的含量,并与自然海水含量作对比。

1.2 地下卤水的溶解氧、pH 值、营养盐、COD 含量

2 用地下卤水养虾应注意的问题

2.1 地下卤水受地表各方面的污染较少,而且又远离大气,病害微生物含量低,不带白斑病毒等,对防病有利。但在养殖过程中,各种致病微生物会逐渐增加,及时预防消毒不可忽视。

2.2 地下卤水含氧很低,对水产养殖不利,可采取一些增氧措施:如(1)在养殖池、贮水池加设增氧机等对池水进行搅动增氧;(2)挖大口井,扩大井口水面,增加与大气接触交换量;(3)增加贮水池面积;(4)尽量多繁殖养殖池内单胞藻。

2.3 根据当地条件,多打几口含不同盐度的卤水井,如果淡水丰富可用调节虾池盐度,对养虾有

表 2 胶州湾南万盐场地下卤水化学成分

卤水成分	样品 ZK5	样品 ZK6	样品 ZK7
主要元素			
K^{+} ($\times 10^2$ mg/L)	1.909	4.58	3.74
Na^{+} ($\times 10^3$ mg/L)	18.93	36.11	27.64
Mg^{2+} ($\times 10^2$ mg/L)	19.97	44.78	34.59
Ca^{2+} ($\times 10^2$ mg/L)	7.29	12.82	11.71
Cl^{-} ($\times 10^3$ mg/L)	34.65	66.63	51.08
Br^{-} ($\times 10$ mg/L)	3.19	3.06	2.92
可溶性盐			
CaSO ₄ (g/L)	2.476	4.355	3.978
MgSO ₄ (g/L)	0.926	4.309	3.353
MgCl ₂ (g/L)	7.09	14.13	10.90
KCl (g/L)	0.364	0.837	0.713
NaCl (g/L)	48.12	91.81	70.27
NaBr (g/L)	0.041	0.039	0.038
pH	7.25	7.25	7.25
水温 ($^{\circ}C$)	14.5	13.5	14.5
S	46	90	70

表 3 莱州湾沿岸地下卤水与海水化学特征对比

化学成份	莱州 地区	廠里 地区	寒亭 地区	羊口 地区	广饶 地区	正常 海水	近岸 海水
主要元素							
K ⁺ (×10 ² mg/ L)	14.9	9.5	13.7	11.0	12.2	3.83	3.20
Na ⁺ (×10 ³ mg/ L)	53.35	46.89	49.21	48.21	51.0	10.76	8.77
Mg ²⁺ (×10 ² mg/ L)	67.7	64.8	61.9	77.7	7.03	12.94	11.10
Ca ²⁺ (×10 ² mg/ L)	11.0	12.3	8.8	13.4	8.2	4.13	3.70
Cl ⁻ (×10 ³ mg/ L)	99.5	86.4	89.4	91.12	92.6	19.35	15.80
SO ₄ ²⁻ (×10 ³ mg/ L)	75.9	99.2	94.0	107.9	106.0	27.12	22.40
HCO ₃ ⁻ (×10 mg/ L)		57.3					
微量元素							
Sr (mg/ L)	12.5	17.0	11.32	16.83	14.15	8.00	5.36
B (mg/ L)	6.12	3.76	/	/	7.03	4.50	/
Fe (mg/ L)	1.76	0.10	1.38	1.21	1.35	0.34	0.16
Mn (mg/ L)	5.03	5.75	1.94	3.62	2.96	0.04	0.05
Cu (mg/ L)	0.002	0.48	0.049	0.011	0.018 3	0.000 9	0.002 7
Br (×10 mg/ L)	36.0	35.0	33.0	34.0	33.0	6.70	6.70
I (mg/ L)	0.21	0.22	0.49	0.56	0.77	0.64	0.16
Li (mg/ L)	0.25	/	0.24	0.24	0.22	0.17	0.11
主要离子比值							
Cl ⁻ / Br ⁻	276.6	246.9	271.1	268.0	280.7	288.8	263.3
Na ⁺ / Mg ²⁺	7.88	7.34	7.95	6.20	7.25	8.32	7.90
Ca ²⁺ / Mg ²⁺	0.162 5	0.189 8	0.142 2	0.172 5	0.116 6	0.319 2	0.333 3
rNa ⁺ / rCl ⁻	0.826	0.836 6	0.849	0.816	0.849	0.859	0.838
rMg ²⁺ / rCl ⁻	0.099	0.218 7	0.101	0.124	0.111	0.159 1	0.25
rCa ²⁺ / rCl ⁻	0.009 7	0.025 2	0.008 7	0.013	0.007 8	0.037 8	0.041
S	145	134	140	144	143	32	25
pH	6.5 ~ 7.6	6.5 ~ 7.6	6.5 ~ 7.6	6.5 ~ 7.6	6.5 ~ 7.6	8.25	7.80

注:各含量均为地下卤水平均值。

表 4 胶州湾沿岸及附近地下卤水营养盐等与自然海水含量对比

水类型	琅琊地区 地下卤水	红石崖地区 地下卤水	河套地区 地下卤水	自然海水
NO ₃ ⁻ N(μg/ L)	22	31	/	28
NO ₂ ⁻ N(μg/ L)	1.1	1.6	/	2.0
NH ₄ ⁺ N(μg/ L)	16	19	13	21
PO ₄ ⁻ N(μg/ L)	3.4	4.5	/	10
COD(mg/ L)	1.30	1.42	1.40	1.44
O ₂ (mg/ L)	2.41	2.21	1.79	8.5
pH	7.5	7.4	7.4	8.08
S	14.0	16.1	25.7	30.1
Zn ²⁺ (μg/ L)	6.8	6.0	5.3	4.7
Cd ²⁺ (μg/ L)	0.072	0.065	0.070	0.068
Pb ²⁺ (μg/ L)	0.050	0.40	0.034	0.025
Cu ²⁺ (μg/ L)	0.78	0.85	0.68	0.46

利。

2.4 地下卤水中 Fe、Mn 离子含量比自然海水高几十至几百倍，Mn 离子含量高对对虾生长不利。可在水中加入一定量的次氯酸钠，在弱碱性水中产生 Mn(OH)₂ 棕色沉淀，以除去部分 Mn 离子。

2.5 关于用地下卤水的费用问题，地下卤水大都要从地下 10 ~ 20 m 处提取，成本较高,如胶州一个养虾户有 1 ha 虾池，用于提水的电费 30 000 元。因此，(1)用地下卤水养虾，较适合于小水体，高密度精养，不适于粗养；(2) 应考虑到地下水的重复使用,即养虾排出的水经消毒沉淀后,再抽加原虾池；(3) 若地下水位较高，可考虑

表5 山东龙口沿岸(黄河营)地下卤水与海水化学特征对比

水类型	龙口沿岸 地下卤水	自然海水	测定方法
S	18.8	30.6	电导法
O ₂ (mg/ L)	3.04	7.86	Winkler 法
pH	7.26	8.10	电位法
浊度	0	0	比色法
色度	0	0	比色法
硬度(mg/ L)	880		EDTA 溶量法
COD(mg/ L)	0.58	0.93	高锰酸钾法
阴离子洗涤剂(mg/ L)	未检出	<0.03	亚甲兰光度法
挥发酚类(mg/ L)	未检出	<0.005	4-氨基安比林光度法
K(mg/ L)	252	342	ICP- 原子吸收
Na(mg/ L)	3 917	9 234	ICP- 原子吸收
Ca(mg/ L)	196	353	ICP- 原子吸收
Mg(mg/ L)	688	100.9	ICP- 原子吸收
Sr(mg/ L)	11.5	6.6	ICP- 原子吸收
B(mg/ L)	2.7	4.0	ICP- 原子吸收
Cl ⁻ (mg/ L)	10 501	16 581	银量法
SO ₄ ²⁻ (mg/ L)	1 472	232.5	硫酸钡重量法
Br ⁻ (mg/ L)	360	58	碘量法
F ⁻ (mg/ L)	6	11	茜素磺酸锆比色法
HCO ₃ ⁻ (mg/ L)	97	122	碱度法
NO ₃ ⁻ N(mg/ L)	0.02	0.04	镉柱还原法
NO ₂ ⁻ N(mg/ L)	0.002	0.007	重氮偶氮氧化法
NH ₄ ⁺ N(mg/ L)	0.04	0.1	次溴酸盐氧化法
PO ₄ ³⁻ P(mg/ L)	0.015	0.035	磷钼兰法
Fe ³⁺ (μg/ L)	133	2	ICP- 原子吸收法
Mn ²⁺ (μg/ L)	2 500	4	ICP- 原子吸收法
Zn ²⁺ (μg/ L)	48	5.0	极谱分析
Cd ²⁺ (μg/ L)	0.06	0.08	极谱分析
Pb ²⁺ (μg/ L)	0.030	0.030	极谱分析
Cu ²⁺ (μg/ L)	0.065	0.07	极谱分析
Sn ⁴⁺ (μg/ L)	/	0.99	极谱分析
Bi ³⁺ (μg/ L)	/	0.18	极谱分析

除池底、坝坡底栖甲壳类,如深居洞内美人虾及各种小型虾、蟹类,在清池时必须用药将其彻底杀灭。这些虾、蟹是病毒的携带者,不清彻底会感染病毒性虾病。

3.4 没有健康的虾苗也不可能养好虾,因此,放苗时必须慎重,不经检疫的虾苗不准入池。另外,要求放苗的密度要适宜,有条件尽可能放养健康的暂养大苗(体长3 cm左右)。

3.5 为了防止池底污染,在养殖中、后期要适量使用一些水环境保护剂,如沸石粉、膨润土之类的铝硅酸盐矿石。沸石内含有许多大小不一的孔隙,可吸收腐败的有机质、氨氮、硫化氢等,又可以增氧,加

打大口井。

3 结果与讨论

用地下卤水养虾从理论上讲是可行的,特别是在防病方面,直接避开海水与海洋生物带入的病害,也隔离了由虾池排污而入的交叉感染,从而降低了养虾的发病率。如能严格规范养虾技术和科学管理,可以将虾养成,而且产量高,经济效益好。如去年胶南一虾场用上述地下卤水养虾模式,试养了3.3 ha(7个虾池),平均1/15 ha放苗30 000尾,养成日期各池不一,但都在120 d以上。各地平均每1/15 ha单产分别在298~412 kg,产值为870 000元,获纯利400 000元。

目前沿海地区用地下卤水养虾,已引起广大虾农的普遍关注,为进一步提高地下卤水养虾的成功率和产量,以下配套措施需认真考虑和采用:

3.1 从地下提取的新卤水最好先经过阳光照射、曝气氧化、消毒处理及净化沉淀等活化过程,使水-气交换尽量处于动态平衡,通过氧化还原过程使地下卤水处于热力学稳定状态,才可进入养殖池或作为循环用水,否则难以将虾养好。

3.2 虾池面积不可过大,一般在2/3 ha为宜,池水深度要求在2~2.5 m,小水体消毒易控制,日常管理也方便。要尽量2/15~1/5 ha配备一台增氧机,以提高水体氧含量,确保对虾健康生长。

3.3 老虾池改造要彻底清污,清除池水中有有机物氧化分解,是改良水质,清除池底污染很有效的环境保护剂。

3.6 养成后期,有的养虾户从经济利益出发,为促进快长,投入一些鲜活饵料,如卤虫、蓝蛤等。但鲜活饵料许多是病毒、病菌的携带者,不经消毒或消毒不彻底,盲目投喂可能使养殖对虾在3~5 d内全军覆没,这种惨痛教训屡见不鲜,建议养成期间不投鲜活饵料。

参考文献

- 1 韩有松等.中国北方沿海第四纪地下卤水.北京:科学出版社,1996.198

(本文编辑:刘珊珊)