

研究简报

施肥主养鲢鳙非鲫高产池塘的水化学

WATER CHEMISTRY IN INTENSELY MANURED FISHCULTURE HIGH-OUTPUT PONDS WITH SILVER CARP, BIGHEADS AND TILAPIA AS THE MAJOR CULTURE SPECIES

姚宏禄 仇 丽 唐庆宁

(江苏省水产局,南京 210003)

Yao Honglu, Qou Li and Tang Qingning

(*Jiangsu Provincial Bureau of Fisheries, Nanjing 210003*)

关键词 施肥,主养鲢鳙非鲫,高产鱼池,水化学

KEYWORDS manure, with silver carp bighead and tilapia as the major cultured fish, high output fish ponds, water chemistry

养鱼池水化学组成是评价水体营养状态、初级生产力和鱼产潜力的重要指标,已引起国内外学者的重视。在主要离子含量、总硬度、总碱度、矿化度、主要营养物质、耗氧量、pH及主要溶解气体等方面都做过不同程度的研究与报道[Boyd,1990;Hepher,1968;Schroeder,1978、1987;Yao Honglu 1993;松井魁,1978年中译本;雷衍之等,1983;姚宏禄,1988、1993;姚宏禄等,1987、1990;钟功甫等,1987](顾月兰,1986)。但关于施用有机肥主养滤食性鱼类的高产鱼池水化学周年的系统分析,则尚未见报道。现将我们对主要施用猪粪或引用生活污水养鱼高产池塘分产量水平的周年的系统的对比分析作一报道,以期对池塘养殖水化学和水质管理提供有关水化学质量指标和理论依据。

1 材料和方法

1.1 鱼池情况

试验点为南京市刘家圩养鱼场,实验期间(1979、1980、1981年)太阳能的总辐射量分别为44266、37578、43577GJ/hm²·a,年平均气温分别为15.8、15.5、15.7℃。试验池为土池,1、2、8、9号池均为主养鲢鳙非鲫高产池,依鱼池产量高低分为净产7.5吨/公顷·年、10吨/公顷·年、15吨/公顷·年三个鱼产量级别。1、2、8号池以施猪粪为主,9号池以引用居民点的生活污水为主。

1.2 观测方法

1.2.1 采 样

收稿日期:1994-09-05。

(1)顾月兰,1986。苏州市郊区两个鱼场养青鱼高产池塘水化因子的分析。江苏水产科学,(1):16-19。

每月采样分析主要营养物质、pH、DO和COD等。每个季节采样,并进行pH、DO、主要离子、主要营养物质及总硬度、总碱度和矿化度等系统水化学分析。一般分上层(0.5m)和底层(离底0.2~0.3m)采样。在测定主要营养盐类、COD、pH、碱度及DO的昼夜垂直、水平分布情况时,每昼夜采水5次(即06:00、12:00、18:00、24:00、06:00时各1次)或5次以上,分5层(表层、1m、1.5m、2m及离底0.2~0.3m)或5层以上。采样按常规处理分析。

1.2.2 测定方法

pH用比色法,溶解氧用碘量法,铵氮用纳氏试剂法,亚硝酸盐用 α -萘胺、对氨基苯磺酸法,硝酸盐用还原法(硝酸试粉),磷酸盐用钼蓝法,耗氧用碱式高锰酸钾法。其余各项均采用一般通用的测定方法。

2 结果和讨论

2.1 主要离子、总硬度、总碱度和矿化度

主养鲢鳙非鲫高产鱼池,池水中的阴离子以 HCO_3^- 最多,各池含量为159.32~306.00mg/L,平均为214.94mg/L,占阴离子总量的69.9%;其次是 Cl^- ,各池含量为38.64~62.97mg/L,平均为48.44mg,占阴离子总量的15.75%;再次为 SO_4^{2-} ,各池含量为27.23~94.43mg/L,平均为43.02mg/L,占阴离子总量的14.00%。 CO_3^{2-} 最少;各池含量常为零,平均为1.07mg/L,占阴离子总量的0.35%。

阳离子中以 Ca^{2+} 最多,各池含量为33.03~66.15mg/L,平均为55.76mg/L,占阳离子总量的45.15%;其次是 Na^+ ,各池含量为28.00~43.20mg/L,平均为32.84mg/L,占阳离子总量的27.58%;再其次为 Mg^{2+} ,各池含量为2.19~29.88mg/L,平均为19.78mg/L,占阳离子总量的16.61%; K^+ 最少,各池含量为7.2~23.25mg/L,平均为12.69mg/L,占阳离子总量的10.66%。

主施猪粪的1、2、8号鱼池的平均总硬度4.47me/L、总碱度3.91me/L、矿化度455.6mg/L,按阿列金分类法[O.A.阿列金,1960年中译本],池水的化学类型主要为: $\text{C}_{\text{II}}^{\text{Cl}}_{0.46}$ 。引用生活污水为主的9号池的平均总硬度3.72me/L、总碱度3.36me/L、矿化度407.26mg/L,池水的化学类型变化为: $\text{C}_{\text{II}}^{\text{Cl}}_{0.34}$ 、 $\text{C}_{\text{II}}^{\text{Cl}}_{0.43}$ 、 $\text{C}_{\text{III}}^{\text{Cl}}_{0.50}$ 。

上述主要水化学组成和含量适宜,平衡缓冲性能良好,pH7.8左右,适宜于养鱼稳产高产。

2.2 氮磷硅营养元素

不同鱼产量水平的5口次施肥养鱼池塘中氮磷硅等主要营养元素含量和 NO_2-N 在三态氮中的比值依单位面积鱼产量水平的高低呈显著差异:15吨/公顷·年鱼产量级的1号池的平均含量为 SiO_2 12.28mg/L,有效氮3.83mg/L,其中 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N 分别占39.60%、24.40%、36.00%;10吨/公顷·年鱼产量级的平均含量为 SiO_2 8.8mg/L,有效氮2.13mg/L,其中 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N 分别占42.96%、12.68%、44.36%;8.5吨/公顷·年鱼产量级,引用生活污水养鱼池水平均的 SiO_2 8.13mg/L,有效氮2.14mg/L,其中 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N 分别占18.22%、8.01%、73.77%。5口塘次的年平均N/P比值为13~112,最高值达366~635,表明磷是初级生产力的限制因子。

有效氮的消长包括增氮和耗氮。增氮包括勤施匀施猪粪或引用生活污水、鱼类及其他水生生物的代谢废物、固氮藻类及细菌的固氮作用、含氮有机物的分解矿化作用以及地表径流、注水等增氮过程;耗氮包括生物吸收、脱氮作用、排水流失等耗氮过程。各池的有效氮含量普遍较高,且在季节上呈明显的波浪式起伏。这正是上述增氮和耗氮相互作用的结果,也是高度施肥养鱼高产池塘的一个水化学通性。

氮是藻类所必需的一种大量营养元素。对有效氮含量(X,mg/L)与初级生产量(Y, $\text{O}_2\text{g}/\text{m}^2$)的相关分析表明两者显著相关[姚宏禄,1993]:

$$Y = 13.877 \exp(-0.0658X), n = 24, RR = 0.2432, (P < 0.0001).$$

关于有效氮含量(X,mg/L)与鱼产量之间的相关分析:

$Y = 5.4575 + 2.0485X, n = 6, r = 0.6684, t$ 检验差别不明显($P < 0.2$)。这表明有效氮含量是一个基本的生态因素,对鱼产量有影响,但两者的相关程度则不及有效氮对初级生产力的影响那样直接和明显。

各池中硅(SiO₂)的平均含量变动在 6.86 ~ 12.84 之间,总铁含量变动在 0.01 ~ 0.32 之间,都属适宜范围。

2.3 有机物耗氧量

水中有机物含量常以有机物耗氧量或化学需氧量(COD)表示。其主要存在的形态有:溶解有机物质、有机碎屑、浮游植物、浮游动物、异养微生物(主要为细菌)等。其重要作用:作为肥源,提供 C、N 和 P 等植物营养元素;作为鱼类和其它水生生物的饵料及营养;有助于稳定 pH,络合缓冲微量金属离子,改良水质。所以综合养鱼高产池塘都建立在高有机负荷上,有机物耗氧量的变动范围常为 5 ~ 25mg/L,平均为 13 ~ 17mg/L。养殖结构不同的鱼池有机物耗氧量呈明显差异:本试验施肥主养鲢鳙非鲫等滤食性鱼类高产(11.25 ~ 15 吨/公顷·年)池塘的平均耗氧量 15.28mg/L;而主养青鱼、草鱼高产(11.25 ~ 15 吨/公顷·年)池塘的平均耗氧量 11.29 ~ 15.3mg/L,主养青鱼、鲤鱼高产(15 吨/公顷·年)鱼塘的平均耗氧量 13.3mg/L[姚宏禄等,1990];河埭口以滤食性鱼与非滤食性鱼并重养殖的高产(11.25 ~ 15 吨/公顷·年)鱼塘的平均耗氧量 13mg/L[雷衍之等,1983]。养殖结构相同而鱼产量水平不同的鱼池间,鱼产量常依耗氧量的增减而增减,如本试验的鱼产量(Y,t/hm²·a)与耗氧量(X,mg/L)之间的关系呈正相关:

$$Y = -1.82 + 1.08363X, n = 26, r = 0.9581 (P < 0.01).$$

2.4 水化学因素的季节、昼夜变化与垂直、水平分布

根据测定所得上万个数据查明:池水主要离子含量、营养盐类(有效氮及 SiO₂ 等)在季节上呈波浪式的起伏,保持收支动态平衡(图 1-5),形成高度施肥养鱼池塘的一个水化学特征和水化学基础。

由于各主要试验池的大小、水深、放养鱼类大体相宜,水阔水活,加之经常注水和开增氧机,故水的上层、中层、下层的水化学成分变异不大,且较稳定。只有溶氧量始终呈现极为明显的昼夜垂直水平差异。溶氧变化周期乃是高产鱼池最重要的一个水化学限制因素,作者已作了专题报道[姚宏禄,1988]。

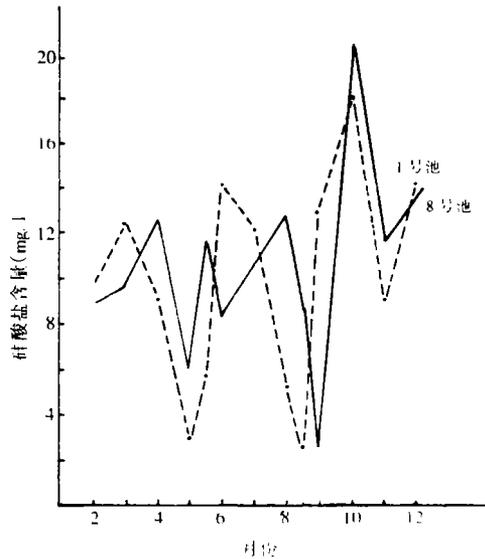


图 1 施肥主养鲢鳙非鲫池塘硅酸盐含量的季节变化
Fig.1 Seasonal changes of siO₂ concentration in intensely manured fishculture high - output ponds with silver carp, bigheads and Tilapia as the major culture species

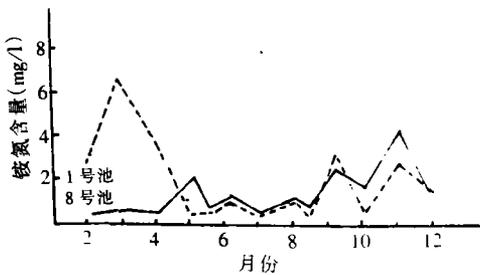


图 2 施肥主养鲢鳙非鲫池塘铵氮含量的季节变化
Fig.2 Seasonal changes NH₄ - N concentration in intensely manured fishculture high - output ponds with silver carp, bigheads and Tilapia as the major culture species

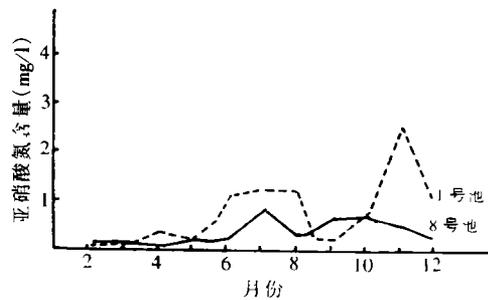


图 3 施肥主养鲢鳙非鲫池塘亚硝酸氮含量的季节变化
Fig.3 Seasonal changes of NO₂ - N concentration in intensely manured fishculture high - output ponds with silver carp, bigheads and tilapia as the major culture species

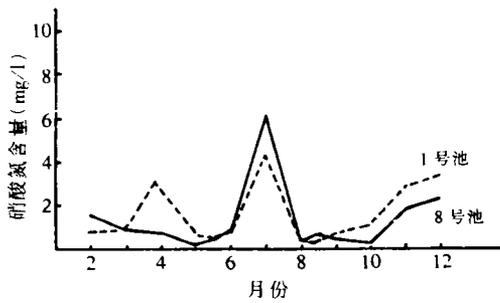


图4 施肥主养鲢鳙非鲫池塘硝酸氮含量的季节变化
Fig. 4 Seasonal changes of $\text{NO}_3 - \text{N}$ concentration in intensively manured fishculture high-output ponds with silver carp, bigheads and tilapia as the major culture species

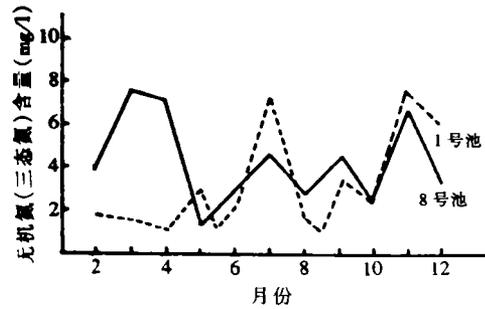


图5 施肥主养鲢鳙非鲫池塘无机氮含量的季节变化
Fig. 5 Seasonal changes of inorganic nitrogen in intensively manured fishculture high-output ponds with silver carp, bigheads and Tilapia as major culture species

本研究为江苏省水产局和江苏省科委资助的重点科研项目内容的一部分。

参 考 文 献

- [1] 钟功甫等,1987.珠江三角洲基塘系统研究,58-71.科学出版社(京)。
- [2] 姚宏禄,1988.综合养鱼高产池塘的溶氧变化周期.水生生物学报,12(3):199-211.
- [3] 姚宏禄,1993.主养鲢鳙非鲫高产鱼塘的初级生产力与能量转化效率的研究.生态学报,13(3):272-279.
- [4] 姚宏禄等,1987.池塘主养青鱼生态因子与综合技术的研究.水产养殖,(2):1-7.
- [5] 姚宏禄等,1990.主养青鱼高产池塘的初级生产力及其能量转化为鲢鳙产量的效率.水生生物学报,14(2):114-128.
- [6] 雷衍之等,1983.无锡市河埭口高产池水质研究(I,水化学和初级生产力).水产学报,7(3):185-199.
- [7] 松井魁等(刘海金等译),1978.鳊鲃生物学和人工养殖,82-117.科学出版社(京)。
- [8] O. A. 阿列金著(张卓元等译),1960.水文化学原理,18-123.地质出版社(京)。
- [9] Boyd, C. E., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama agriculture experiment station, Auburn University. Printed by Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama, 25-99, 131-181, 337-392.
- [10] Hefner, B., 1968. Some Aspects of the Phosphorus Cycle in Fishponds. Verh. Limnol., 16:1293-1297.
- [11] Schroeder, G. L., 1978. Autotrophic and heterotrophic production of micro-organisms in intensively manured fish ponds and related fish yields. Aquaculture. 14:303-325.
- [12] Schroeder, G. L., 1987. Carbon and nitrogen budgets in manured fishpond on Israel's Coastal Plain. Aquaculture. 62:259-279.
- [13] Yao Honglu, 1993. Primary productivity in integrated fishculture high-output ponds and its status in energy flow. Ecological Engineering. The Journal of Ecotechnology. 2(1993) 217-229. Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam.