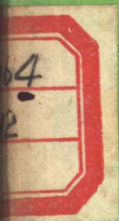


淡水渔业水质分析法

金有坤 主编



上海科学技术出版社

DANSHUI YUYE SHUIZHI FENXIFA

淡水渔业水质分析法

金有坤 主编

上海科学技术出版社

淡水渔业水质分析法

金有坤 主编

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 无锡县人民印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 5.5 字数 116,000

1986年2月第1版 1986年2月第1次印刷

印数: 1—3,800

统一书号: 16119·874 定价: 1.05 元

编 者 的 话

“养鱼先要养水”，这是我国渔民的经验总结。多年来的实践也证明，渔业的稳产、高产和水质的科学管理有着密切的关系。《淡水渔业水质分析法》就是为此目的而编写的。它主要用于养殖水的理化成分分析，是为淡水渔业水质管理工作服务的。

本书共分两个部分：第一部分是养殖水的常规项目分析，第二部分是一些常见有害物质的检验。

各项项目的分析方法大都选自生产、调查、教学或科研工作中经常使用的一些方法。选择的原则是：操作简便，行之有效；结果稳定，准确度较高；不用或少用剧毒试剂；设备条件力求大众化。同时选进了一些目前仍在研究发展中的方法，提供读者选择使用。

本书由上海水产学院分析化学教研组的教师们编写，金有坤为主编。具体编写分工如下：“一”由王国昌编写；“二、三、四、五”由金有坤、欧月爱编写；“六、七、八、九”由郑元维编写；“十、十一、十二”由董其蓊编写；“十三”由姚野梅编写；“十四、十六”由吴淑英编写；“十五”由吴淑英、姚野梅编写；“十七”由金有坤编写。

限于我们的水平，错误在所难免。希望广大水产工作者在使用这本书的过程中，不断完善，并提出修改意见。我院池塘养鱼教研组的教师们对本书的编写提出了宝贵的建议，在此表示谢意。

编 者 1984.4.

目 录

I. 水质常规分析法

一、水质分析与淡水渔业增、养殖的关系	1
二、水样采取与保存	3
(一) 概说	3
(二) 采水器	5
(三) 水样保存	5
三、色度	8
(一) 概说	8
(二) 色度的测定——稀释倍数法	9
四、透明度	10
(一) 概说	10
(二) 透明度的测定——萨氏板法	11
五、pH 值	12
(一) 概说	12
(二) pH 值的测定——pH 电位计法	13
六、碱度	16
(一) 概说	16
(二) 碱度的测定	17
1. 盐酸滴定法	17
2. 硼酸返滴定法	19
七、溶解氧	21
(一) 概说	21

(二) 溶解氧的测定	22
1. 碘量法	22
2. 膜电极法	25
八、硬度	27
(一) 概说	27
(二) 硬度的测定——络合滴定法	28
九、化学耗氧量	29
(一) 概说	29
(二) 化学耗氧量的测定	31
1. 碱性高锰酸钾法	31
2. 改良重铬酸钾法	33
十、氮的化合物	36
(一) 概说	36
(二) 铵(氨)氮的测定	37
1. 奈氏试剂比色法	37
2. 离子选择电极法	39
3. 氮含量的计算法	41
(三) 亚硝酸盐氮的测定	43
1. 1-萘胺盐酸盐比色法	43
2. 试剂粉法	45
(四) 硝酸盐氮的测定	46
1. 还原比色法(固体试剂粉半定量法)	46
2. 离子选择电极法	48
十一、总磷和磷酸盐	50
(一) 概说	50
(二) 总磷和磷酸盐的测定——钼蓝比色法	50
1. 总磷测定	50
2. 磷酸盐的测定	52
十二、硅酸盐	53

(一) 概 说	53
(二) 硅酸盐的测定——硅钼黄比色法	53

II. 水质污染分析法

十三、石油	56
(一) 概 说	56
(二) 石油含量的测定	57
1. 重量法	57
2. 紫外分光光度法	59
十四、有机氯农药(六六六, 滴滴涕)	62
(一) 概 说	62
(二) 有机氯农药(六六六, 滴滴涕)的测定——气相色谱法	63
十五、若干有害阴离子	67
(一) 氰化物的测定	68
1. 检知管快速法	68
2. 离子选择电极法	71
(二) 硫化物的测定	72
1. 检知管快速法	73
2. 碘量法	75
3. 对氨基二甲苯胺比色法	78
(三) 硫酸盐的测定	81
1. EDTA 滴定法	82
2. 硫酸钡比浊法	85
(四) 氯化物的测定	87
1. 法扬司法	87
2. 离子选择电极法	91
(五) 氟化物的测定	93
1. 离子选择电极法	93
2. 氟试剂比色法	97

十六、重金属	100
(一) 概说	100
(二) 汞的测定	105
1. 冷原子吸收法	105
2. 双硫脲比色法	108
(三) 铅的测定	111
1. 双硫脲比色法(不用氰化钾)	111
2. 二甲酚橙比色法	115
3. 原子吸收分光光度法	117
(四) 镉的测定	124
1. 双硫脲比色法	124
2. 原子吸收分光光度法	128
(五) 总铬的测定	128
1. 二苯碳酰二肼比色法	128
2. 原子吸收分光光度法	131
十七、底泥分析	135
(一) 概说	135
(二) 样品采集和处理	136
(三) 氧化还原电位的测定	138
(四) 硫化物的测定	139
(五) 有机物耗氧量的测定	140
(六) 油类的测定	144
(七) 重金属的测定	146
1. 样品前处理	147
2. 总汞的测定	148
3. 有机汞的测定	149
4. 铅的测定	151
5. 总铬的测定	152
6. 镉的测定	154

附录	155
一、常用元素原子量表	155
二、一些化合物的分子量表	156
三、常用酸等的当量浓度表	157
四、不同温度、压力下水中溶氧的饱和度(ppm)表	158
五、渔业水质标准表	159
(一) 我国渔业水域水质标准(试行)	159
(二) 无锡地区精养鱼池常见水质类型	160
(三) 我国地面水质分级标准	161
(四) 苏联渔业水域水质要求	162
(五) 美国生活供水和保护淡水生物的水质评价标准	163

I. 水质常规分析法

一、水质分析与淡水渔业增、养殖的关系

我国淡水面积很大,池塘、湖泊、水库很多,再加上气候条件优越,雨量充足,正是发展淡水鱼业的理想条件。在淡水渔业生产中,为了创造良好的水质环境,水的理化成分的研究是不可缺少的部分。

为了充分发挥池塘、湖泊、水库的渔业生产能力,合理开发与利用其资源,就必须从各个方面研究增、养殖水体中的顶级生物——鱼类及其与诸环境条件(各种外部地理要素)和环境因素(无机的和有机的)之间相互制约的规律,以选择最佳的渔业措施,通过科学管理达到稳产高产的目的。

近年来,国内外学者都相继地提出了渔业已进入生态学时代,传统的经验管理必将逐步让位于生态学管理等论点。渔业和生态学的结合,是渔业发展的必然趋势。我们应当尽快改变乃至结束单靠行政和经验管理渔业生产的落后局面,用生态学的理论和方法,广泛深入地开展淡水渔业增、养殖的研究工作,不断提高渔业的科学和生产水平。具体说来,水质分析与淡水渔业增、养殖的关系表现如下。

首先,为了保证鱼种的充分供应,必须设立鱼苗及鱼种繁殖场。在选择鱼苗、鱼种繁殖场的地点时,就要对周围的水源进行一系列的化学分析,依据分析的资料来决定所选地点是否合适。另外在放养前也要对水质进行分析,根据分析结果,

判断水中营养成分的多少，从而进一步决定放养鱼的种类与数量。

其次，在生产过程中，若能经常地测定鱼池中溶解气体的状况，特别是溶解氧的数量，那么，我们就可以掌握鱼类呼吸的恶化时间，以及水质变坏的原因，这样就能较好地控制生产过程。举个例子：池塘里有水，有植物，有微生物和鱼类，它们相互联系、相互制约。在一定的条件下保持着自然的、暂时的、相对的平衡关系。这里小虾吃浮游生物，鱼吃虾，也吃浮游生物，凶猛的鱼类吃普通的鱼，鱼死了以后，水里的微生物把它分解成简单的无机物，微生物在分解过程中消耗了水中溶解氧。简单的无机物又成为浮游生物的营养源，而浮游植物、藻类通过光合作用又产生氧气来补充氧的消耗……这样在池塘里，浮游生物——鱼——微生物之间就建立一定的依存关系。但是，在自然界中，生态系统不是静止不变的，而是不断运动、不断变化的。譬如向池塘注入少量生活污水，各种生物新陈代谢加快，注入的污水过多，池内藻类等大量繁殖，便会形成水华。有机质的分解及藻类和其他水生生物大量消耗水中氧气，鱼类因没有足够的溶解氧而大批死亡。这种因营养物质（氮、磷等有机质）过多，而引起水生生物大量繁殖或大批死亡的不正常现象，也叫富营养化过程。直到污水里的有机物分解殆尽，溶解氧恢复，塘内生态系统又在新基础上建立平衡。由此可见，在生产过程中，经常测定水的理化成分，随时掌握溶解氧的变化情况，对于淡水渔业增、养殖确保稳产、高产是异常必要的。

再次，在水质改良方面，水质分析亦起着很大的作用。水是鱼类的生活环境，同时又是生物饵料的栖息场所。因此，改良水质就包括两个方面的内容：一是创造鱼类更适合的生存

条件,即消除水质中的有害因素;二是创造鱼类的饵料——水生生物的良好生长、发育环境。鱼类的主要饵料是水生生物,而水生生物的多寡完全决定于水质的好坏,也就是决定于水中的氮、磷、钾、硅等营养物质的数量。水生生物对环境都很敏感,当水质稍有变动时,其生长发育就会受到影响。这就给我们提供了通过改良水质来改变水生生物的可能性。

另外,水化学成分的研究,将对水质污染作出判断,从而能及时地采取预防和治理措施,否则鱼类中毒而死亡是不可避免的。目前因水质污染而引起鱼类中毒,使之不能食用或导致渔业产量大幅度下降的事例,世界上是屡见不鲜的。从这里也可以看出,水化学研究的重要意义之一,是可以正确地解决增、养殖水面的施肥问题。

最后应该指出,水质分析不仅对于池塘养鱼是需要的,即使对河湖养鱼及大规模人工养鱼的合理管理,以及为发展淡水渔业增、养殖目的而进行的水产资源调查和科学研究上,都是必不可少的手段。

水质分析与淡水渔业增、养殖的密切关系已如上述。为此,在渔业生产管理中,需要经常进行水的理化分析测定,以便更好地控制水质或利用水域,为发展渔业生产服务。

二、水样采取与保存

(一) 概说

采集供分析的水样前,必须首先明确水质分析的的目的性和采样的代表性,并作出周密的设计然后进行采样。

所谓分析的的目的性是指要明确为了解决什么问题而进行水质分析的,例如,对江河、湖泊、水库、池塘的水质作全面

了解以开辟新渔场；或在生产中控制管理水质变化，如研究合理施肥和防止自家污染的关系；或对某些特殊项目的调查研究，如预防泛塘事故，防治外来污染、总结高产稳产经验而进行的水质分析等。在整个分析工作中，二者要密切一致，而且分析目的不同，则分析项目、采样方法、站位设置、采样量、采样周期和频率都有所不同，必须心中有数。

其次是采样要注意它的代表性：指所取部分水样中的理化成分要能够代表待研究水体的全部状况。因此，不论为了哪种目的而进行分析的水样，切忌在水体表面或岸边任意舀取。同时更要注意养殖用水中各种成分是在不断地变化着，既要考虑采样的时间，也要关心采样后到分析前的保存，否则，后继工作做得再好，也达不到分析的目的，或得不到真实的数据，甚至得出一些谬误的结论来，贻害非浅。

在采样工作出发前，最好编写水样说明书，建议以下格式作参考。

水样说明书

水样编号_____。共_____瓶。

采样地点：_____。

采样日期：___年___月___日___时。

水源种类：(河水、池塘水、水库等)。

采水样时水温___°C，大气温度___°C。

物理性质描述：(色、嗅等)。

水源有无污染状况：(农田、工厂、堆肥、电站等)。

分析目的：_____。

分析项目：_____。

加过什么保存剂、固定剂_____。

采样者(签名)_____。

(二) 采水器

水样采集的方法有自动采样和人工采样。自动采样器是多种多样的,挑选自动采样器要以进样装置、泵速、样品汇集系统,电源动力控制,样品储存系统及适应特殊采样条件所需附件的工作稳定性进行评定。

人工采样工具,市售也有多种可供选择。

本节推荐一种实验室自装的采水器,见图1。它的优点是可以就实验室取材,装卸简单;既可采集测定溶解气体的水样(下瓶),也可采集测定一般项目的水样(上瓶)。缺点是水温要另行测量。

使用前须将上下两个样瓶刷洗干净,(测铬水样瓶不得用铬酸洗液)。测重金属的水样瓶须用 INHNO_3 浸泡过夜,然后冲洗干净。采集水样时,除油类水样外,再将两个样瓶用现场水冲洗2~3次,然后将其投入水中,使之迅速下沉并达到所需要的深度。此时水样进入样瓶并赶出空气,继而进入大瓶,又赶出大瓶的空气,直到大瓶不再存有空气时为止。提出水面后,将样瓶取下,迅速用塞盖紧。

水样采集完毕,要把样瓶编上号数,以免错乱,并填写上节所准备的水样说明书。需要就地处理的工作(如固定溶解氧等)或需要加保存剂的试样(参考下节),也应立即做好。

(三) 水样保存

取得水样后,原则上应尽快进行分析,以避免水中各成分

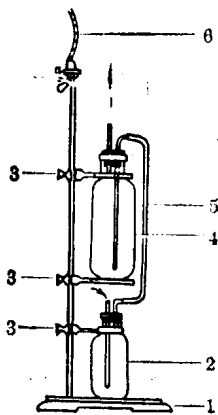


图1 采水器

1. 铁台;
2. 250毫升广口瓶;
3. 铁环;
4. 500毫升广口瓶;
5. 橡胶管;
6. 有深度标记尼龙绳

表1 保存水样的容器和方法

分析项目	水样容器	保存方法	备注
pH, CO ₂	玻璃瓶或聚乙烯瓶	现场测定	
溶解 O ₂	玻璃瓶	最好现场测定, 必要时现场固定, 4~8 小时内测完	固定液: 碱性碘化钾和硫酸锰溶液参阅第七章
透明度	现场测定		
总碱度	玻璃瓶	4℃, 24 小时内分析完	
总硬度	玻璃瓶或聚乙烯瓶	不加固定剂, 数天内测完	
化学耗氧量	玻璃瓶	每100毫升水样加 1:3H ₂ SO ₄ 3 毫升, 0~3℃ 保存, 7 天内测完	
铵氮 硝酸盐氮 亚硝酸盐氮	玻璃瓶或聚乙烯瓶	1. 于 0~3℃ 保存, 1~3 天内测完 2. 加 2~4 毫升氯仿/升水样 1~2 天内测完 3. 调节 pH=2, 1~7 天内测完	
总磷	聚乙烯瓶或玻璃瓶	1. 0~3℃ 保存, 数天内测完 2. 加浓 H ₂ SO ₄ 1 毫升/升水样, 数天内测完 3. 加 2~4 毫升氯仿/升水样, 数天内测完 4. 4℃ 24 小时内测完	
磷酸盐	>100 微克 P/升时用聚乙烯瓶, <100 微克 P/升时则用玻璃瓶	加 2~4 毫升氯仿/升水样, 或 4℃, 当天测完	

续表

分析项目	水样容器	保存方法	备注
硅酸盐	只能用聚乙烯瓶	1. 现场过滤, 4℃ 保存, 7天内测完 2. 加 1:3H ₂ SO ₄ 1 毫升/升水样 1~3 天内测完	
石油	玻璃瓶, 用合成洗涤剂洗涤冲洗干净, 烘干	用 H ₂ SO ₄ 调 pH < 2, 4℃ 下保存, 7 天内分析完	
汞	玻璃瓶	加 HNO ₃ 使 pH 为 1±0.2, 1 个月内测完	在聚乙烯瓶中只能保存 2 周
铅	聚乙烯瓶	加 HNO ₃ 使 pH 为 2, 6 个月内测完	
铜	聚乙烯瓶或玻璃瓶	加 HNO ₃ , 1~2 毫升/升水样, 6 个月内测完	
锌	聚乙烯瓶或玻璃瓶	加 HNO ₃ , 1~2 毫升/升水样, 6 个月内测完	
镉	聚乙烯瓶	加 HNO ₃ 使 pH 为 2, 6 个月内测完	
总铬, 六价铬	聚乙烯瓶或玻璃瓶	加 HNO ₃ 调节 pH=2, 6 个月内测完	
砷	聚乙烯瓶或玻璃瓶	加 HNO ₃ 1~2 毫升/升水样, 6 个月内测完	
有机氯农药六六六, DDT	玻璃瓶	加 2~4 毫升氯仿/升水样, 数天内测完	
硫化物	玻璃瓶		
硫酸盐	玻璃瓶或聚乙烯瓶	4℃ 保存, 7 天内测完	
氰化物	玻璃瓶或聚乙烯瓶	冷至 4℃ 加 NaOH 使 pH 为 12, 24 小时内测完	
氯化物	玻璃瓶或聚乙烯瓶	不用保存剂, 7 天内分析完	
氟化物	聚乙烯瓶	4℃ 保存, 7 天内测完	

因存放而造成的损失。

在不得已的情况下，则应先在现场完成温度的测量，pH值和溶解气体的测定，例如溶解氧可在现场加完固定剂后带回实验室再完成滴定，其余项目的测定，可在水样中加适当的保存剂，或低温保存送往实验室完成，但也不应拖延过久。

选择保存剂或采用低温等措施的原则是围绕以下几个作用来进行的：

- (1) 减缓生物的作用；
- (2) 防止化合物的水解、沉淀、氧化或还原等作用；
- (3) 减少组分的挥发。

此外，保存水样容器的质量也应注意选择，一般常用玻璃瓶或聚乙烯瓶两种，选用的原则是：不因容器的溶解、吸附等作用而干扰待测成分。例如分析铅的水样不能保存在玻璃瓶中，分析滴滴涕农药的水样则避免使用聚乙烯瓶，前者造成分析结果偏高，后者偏低。

综上所述，保存水样应结合分析项目，同时考虑容器的质量和相应的措施，表1可供选择参考。

三、色 度

(一) 概 说

纯净水，在水层浅时为无色，深时为浅蓝绿色。

水中如含有杂质，则发生一些淡黄或棕黄色，形成水的色度。

水的色度主要由两类物质形成。一类是溶于水的胶体腐殖物，来自天然植物性的物质，如鞣酸、腐殖酸、腐败的浮游生物或其他水生植物等，经过不断分解溶入水中。由这种胶体