

太平洋西部漁業研究委員會

太平洋西部水域湖沼學研究指南

E. B. 波魯茨基

B. H. 格列捷

E. A. 雅勃隆斯卡婭



北 57

1962

56.377
06
52

太平洋西部漁業研究委員會

E. B. 波魯茨基, B. H. 格列捷, E. A. 雅勃隆斯卡婭

太平洋西部水域湖沼學研究指南

(用中、俄、朝、越文分別出版)

北 京

1962

目 录

湖沼学野外調查方法	2
Ⅰ 初步工作計劃的編制	2
Ⅱ 野外普查	4
(一) 水域的自然地理情况	4
(1) 以获得地貌資料为目的的調查工作	5
(2) 以获得水文資料为目的的調查工作	8
(3) 以获得水化学資料为目的的調查工作	10
(二) 水层生物和水底生物的种类和数量調查	17
1. 浮游生物	17
2. 底棲生物	25
3. 水底植物和植丛生物	33
4. 自游生物	39
5. 腐屑	40
6. 气生昆虫	40
(三) 水域中的魚类	41
Ⅲ 定期調查或重复調查	42
Ⅳ 定点調查	42
(一) 水域的原始生产量	42
(二) 餌料生产量	46
室内整理資料的方法	47
参考文献	51

太平洋西部水域湖沼学研究指南

以漁業为目的的河流、水庫、湖泊和池塘的研究，应以生物水文学的观点为基础。这种研究方法的特点是：研究者并不是把水域本身作为一个地理环境对象来考察，也不只注意水域中棲息的各种生物的特性，而主要的研究对象是水域中的各种規律，而这些規律是生活于水域中的各种生物的种的特性与在水域中占統治地位而以水域作为一个完整自然体的特点的各项条件之間的相互作用下发生的。在这样情况下，我們要研究的只是水域中能帮助了解水域魚类生产力基础的那些过程，即决定着有經濟价值的产品—魚类增殖水平的那些过程和規律。

在以水域的漁業评价和漁業开发利用为目的而进行的湖沼学研究中，应在每个具体情况下針對具体的研究任务編制計劃。

根据所进行的湖沼学研究的目的是任务，可有以下几种調查方式：

1. 普查，一般帶有勘測、考察的性質，一年进行一次，大多在夏天进行；

2. 定期調查，根据一定的湖沼学研究（湖沼学調查）計劃，一年进行几次；

3. 定点調查，是比較深入的調查，一般常年进行，目的在于解决某一个別問題，如为了了解魚类餌料的产量，对餌料生物的数量变动和生物量进行研究。

不論研究計劃和研究方法有何特点，具体材料的收集和整理最好按标准方法进行，每次均取得必須入手的最低限度的一

些指标。各种研究方法必須标准化，因为：

1. 太平洋西部地区的水域很多，对它們将进行类似的調查，其結果应该能互相比較。

2. 逐步积累这些同一标准的資料，以后就可对太平洋西部地区內陆水域进行分类和定型。

在制定湖沼学調查标准方法时，必須注意到，亚洲大陆东南部所有內陆水域均受季风气候的影响，以致各水域，特别是河流和水庫的文水、水化学和生物状况均有独具的特点。由于有这种因素，就不得不对欧洲和亚洲北部水域的調查中通用的一套湖沼学調查以及調查方法作某些修改。

此外，还必须注意到这一地区水域中鱼类区系种类組成的特点。河流，水庫和湖泊的鱼类中有大量的草食性鱼类，它們又是主要的經濟鱼类。由于有这一因素，在作评价調查时，不仅应该注意水中的微型植物以及大型植物，而且要注意浸水地带內干露岸边上的这些植物。

一、湖沼学野外調查方法

1. 初步工作計劃的編制

不管調查規模的大小(短期考察、长期調查、定点調查)，均应編制初步工作計劃，以便对預定調查的断面数和站数有明确的概念，并据此規定必要的取样器皿数量，自备或借用所需的各种运输工具和劳动力等等。

一切必要的問題应閱讀有关調查水域过去研究情况的文献資料(已发表的文章和未发表的手稿)調查清楚。取得的資料再口头或書面征求当地机构或居民(地志学家、教师、漁民)的意見加以补充。需要闡明的有以下几个主要問題：

1. 水域本身及其沿岸和流域的自然地理特点；

2. 水域地形測繪材料，水深測量資料及以水深图的有

无；

3. 过去和现在以及在未来的远景规划中对水域的经济利用；鱼类群体、渔获量和渔业利用的资料；

4. 过去进行的水文、水化学和水生生物调查材料的有无；

5. 水域本身及其支流中水电站、所和气象站的有无，并注明这些站所的工作时期。

地形图是编制水域（池塘、湖泊、水库、河流或其某一河段）水深图的基础，而水深图是分析和整理水文、水化学和生物观察资料所必需的。

测绘面积超过 250 平方公里的仪器测绘，应委托专业的测绘机构进行，面积不超过 250 平方公里的水域测量应利用水文气象站的人力物力。

为了减轻测绘工作，必须尽量利用已有的现成测绘资料和计划资料，特别是大比例尺的地形图。如有大比例尺地形图，在大多数情况下就无须再测量沿岸，这时水文测量只须进行一些水深测量的复查和底质取样工作。

图上（如有必要的资料）应在水域周围画入主要的等高线，注明沿岸形状的特性（断崖、陡壁、斜坡、岩石、沙质、泥炭质、粘土等）和植被（草地、沼泽、森林、耕地等），河流和小溪的流入位置，泉水和河源的出口，河流、湖面、岛屿、河湾等的名称，沿岸的某些居民点、道路、码头等。在水域平面图上注明水深、底质和近岸植被的资料。除了水域及相邻地区的平面图（尽可能包括所有集水面积）外，还要有几份研究对象水域的大比例尺平面图。

根据所获得的一切资料，编制初步工作计划，拟订湖沼学调查的断面和站位。

由水域选取水样，必须采取适当的方式，以便使水文、化学和生物资料的定量整理结果足以代表整个水域和水域的单位

面积或体积。

II · 野外普查

湖沼学調查的主要方法應該是生物水文断面法（метод биогидрологических поперенных разрезов），在水域（河流、水庫、湖泊、池塘）的整个范围或特定的有代表性地段比較均匀地設站，进行調查。这种方法，或称湖沼学勘测法，結合进行最主要的水文和水化学因素的測定，再有生物分佈的資料，如果有足夠数量的断面，就可最完全地說明魚类餌料生物的数量分佈及生物量情况，并部分地說明水域中的魚类本身及其幼魚的情况。

調查結果最后應該能說明水域的生物水文状况及編制合理漁业計劃所必須的該水域天然資源的情况。

以此为目的的調查应分为以下各部分进行：

1. 水域的自然地理情况（地貌、水文、水化学）；
2. 水层区到水底区生物群体（小型和大型植物、无脊椎动物）的定性定量調查，它們的生物量、生产量、被魚类利用的情况；
3. 水域中的魚类群体（組成、数量、主要生物学指标，資源及其利用情况）。

（一）水域的自然地理情况

如果測繪資料和文献中缺乏自然地理情况的資料，就应在野外湖沼調查工作中取得。为此目的，可先进行初步調查工作，如目測、測量水深、查明底質特性、植被分佈状况、水源等，然后定出生物水文断面，或者同时定出进行湖沼学調查的断面和站位；在后一种情况下，根据測量的結果，如有必要，可再作补充觀察。

(1) 以获得地貌資料为目的的調查工作

目測調查。在进行小型水域的初步調查时，目測調查可用巡行的方法进行，在巡行时划定干綫，干綫的拐角用罗盘測定，距长則用步量。对中型水域的測量，其距长可用簡易的測距仪或是用平板仪远程測量。在初測大型水域时，可定下相距75—100公里的天文点，依据这些点进行測量。

測量工作。在現場划定所測断面。首先要在地形底稿图上草描出这些断面，这地形底稿图或是根据地图資料，或是根据目測的資料繪出。

測量断面的数目和位置决定于水域的大小和形状，以及对測繪底形所要求的精細程度。在河流和形状細长的緩流水域，測量断面应在橫的方向上画出，大致与水域的縱軸垂直。如果水域（湖泊、水庫、池塘）的形状近乎圓形，則断面可在相互垂直的两个方向划出。如果水域是由几部分组成，通过窄长的水道相互連通，則对每部分应单独加以研究。測量断面的起点和終点应以某种易于辨識的物体联系起来，并在地图（平面图）上标出；当然也可以設定临时标帜和导标，这些也应在地图上标明。

断面相互間的距离随底形的特点而定。如水底形状复杂，所設断面間隔不要超过50米，对具盆状平坦水底的水域，断面可相隔200—500米。断面測量点应有足夠的数目，能夠据以通过相应的断面画出等深綫和等高綫，这样来表現出水域的底形。在底形复杂的小型水域，測量点相互間应相距約5到10米，在底形平坦的小型水域，这个距离可加到10—20米以上。在水域的近岸地带可进行較多的測量，在中央部分測量点的数目可以减少。

太平洋西部北部地区的大陆水域，冬季均有复冰，在冰上

进行测量工作更为方便。

测量点的距离可用各种不同方法确定（Близняк，1936，1952；水文气象站工作指南，1952，1957）。

使用汽艇时，测量点相互间的距离可按螺旋桨的轉数确定，在个别的点用各种测角仪测定位置，核对距离。

水域中测量点的位置可用下述办法来确定：

1. 从小船或汽艇上，以交会法利用测角器根据在地图上标出的可見岸上方向标测定；

2. 用經緯仪从在地图上已标示的河岸点向当时有汽艇（小船）停靠的测定点测定。

测量工作从划船或摩托艇，或者从輪船或汽艇上进行。测定水深需用测竿、测深锤、漁用测深锤、泥底上用的湖泊专用测深锤、漏斗形测深锤、回声测深仪。

經過测量可得出說明水域地貌的一系列数值。为了描繪水域的底形，应画出等高綫或等深綫；等高綫或等深綫的間距如下：

水深5.00米以內时相隔1.00米；

水深5.00至15米时相隔2.00米；

水深15米以上时相隔5.00至10.00米。

在近岸地带，有时每隔0.5米画出中間等深綫或等高綫較為适宜。

最重要的地貌数值是：

1. 水域长度：河流为全长，水庫、湖沼、池塘为从水面上計算的两个最远点之間的最短距离；

2. 水域寬度：（1）鼓大寬度：与水域长度綫相垂直的对岸之間的最大距离；（2）平均寬度：水域面积与水域长度之比；

3. 水域面积；

4. 水域的容水量;
5. 岸綫的长度;
6. 岸綫的发展程度及水底的平均坡度;
7. 水域的最大水深和平均水深。

这些数值的計算, 利用专门手册中 (Верещагин, 1930; Близняк, 1936, 1952)。

以漁业为目的研究水域, 特别是静水水域时, 一定等深綫范围内的水底面积和水的体积的資料, 以及重要等深綫之間的水底面积和水层体积是极为重要的地貌数据。这些資料可按下列格式列出:

深度(等深綫)米	面 积		体 积		水层 (米)	等 深 綫 之 間			
	平方 公里	%	立方 公里	%		面 积		体 积	
						平方 公里	%	立方 公里	%
0	64110	100.0	1023	100.0	0~5	9750	15.2	323	31.6
5	54360	84.8	700	68.4	5~10	10090	15.8	216	21.1
10	44210	68.9	484	47.3	10~15	9410	14.7	184	18.0
15	34850	54.4	300	29.3	15~20	10760	16.8	153	14.9
20	24100	37.6	147	14.3	20~30	21540	33.6	115	11.2
30	2560	3.9	32	3.1	30~40	1380	2.1	18	1.8
40	1180	1.8	14	1.4	40~50	560	0.9	9	0.9
50	620	0.96	5	0.5	50~60	320	0.5	4.5	0.45
60	300	0.46	0.5	0.05	60	300	0.4	0.5	0.05
合 計	64110		1023			64110		1023	

为了計算整个水域中某种元素的含量, 可取得单位体积或面积的数据, 然后乘以整个地带的体积或面积, 再把各个深度

地带(0—5, 5—10等等)的数值加起来。这样就得出该种元素在水域中的总含量。用水域的体积或面积除此数, 就得出该元素的单位体积或单位面积平均含量。

底質的分佈。用漏斗式測錘測量水域时, 为了編制土質分佈图, 按以下主要的类型进行底質分析: 块石(к)、卵石(г)、砾石(гр)、粗砂(пк)、細砂(пм)、粘土(гл)、湖矿石(р)、淤泥(н)。沿岸水生植物残渣所形成的淤泥叫做腐屑(Детрит)(д), 以便有别于由浮游生物残骸所形成而結構較細的腐泥(сапропель)(с)。含有某种数量砂粒的淤泥可注明为含泥砂(пи)。

底質用图例符号列入图中, 划出各种底質所占面积的輪廓, 并用常用的方法算出其面积。

水生植物。当調查和測量水域时, 最好同时对挺水和沉水植物进行調查, 因为有許多魚类(喜植物性的魚)利用这些植物丛进行产卵和幼魚肥育, 草食性魚类还直接以之为食。在水域平面图上应标明植物丛的范围并算出它的面积。植物种类組成和植物丛密度的鑑定均包括在一整套水生生物研究工作范围之内。

(2) 以获得水文資料为目的的調查工作

以漁業为目的进行水域調查时, 水文研究工作中最重要的观察項目是: 观察水温、水的透明度和水色、水位的变化、流速和流向, 計算逕流量、流进和带出水域的泥砂量, 冬季状况的調查(特别是太平洋西部北方地区)和水量平衡的研究。

除水文調查外, 还要进行气象观测(气温、降水量、风速和风向等等)。

水域(河流、水庫、湖泊、池塘)的水文調查, 根据水域的大小和形状, 設置若干固定的断面。断面应将水域中最有代

表性的各地区以及各种深度和底質包括进去。在每一断面，根据其长度和水底的坡度，設若干固定的站（点）。

温度状况。研究温度状况有以下的几个目的：

1. 查明不同時間的水温变化情况（一昼夜，一个月，全年）；

2. 研究一年四季随水深而不同的水温变化情况；

3. 温度的区域性的变化。

測量表层水温，可将温度表盛入嵌框內直接沉入水中进行，或用水桶从水域中汲水，将温度表放在水桶中进行。測量不同水深的水温，应用顛倒式水銀溫度計。

水温按下列水深进行測量：

垂直水深 (米)	标准水深 (米)							各种水深的設点数
	0.5	2.0	5.0	10.0	25.0	50.0	水底	
3	×						×	2
3.0~7.0	×	×					×	3
7.0~15.0	×	×	×				×	4
15.0~30.0	×	×	×	×			×	5
30.0~100.0	×	×	×	×	×		×	6
100.0	×	×	×	×	×	×	×	7

測量底部水温时，如果水域深度小于10米，在水底以上0.5米处进行，如果深度为10—30米，在水底以上1.0米处进行，如果深度大于30米，在水底以上1.5—2.0米处进行。

进行水温观察的断面和点的位置应在平面图上精确地标出。在这些地方同时也进行其他各种观察，如水色和透明度，气象和水化学观察等。

重复观察在同一断面和点上进行。

在已进行的水温调查的基础上填列表格并编制以下图表：

1. 各断面的温度分佈情况（垂直和断面）；
2. 整个水域平面温度（等温线）的分佈情况。

对太平洋西部北方地区各水域（河流、水库、湖泊和池塘），还应掌握结冰和解冰期以及冰层厚度。在冬季时，对冰下的温度和气体情况进行几次调查，因为这些因素对鱼的越冬有最重大的影响。

水量平衡。水量平衡的入水部分为：进入水域的表面逕流，落在水面上的雨雪，地下水水源；出水部分为：由水域流出的表面逕流，水面的蒸发，水域的水的渗漏。

测定水域进出的表面逕流，要进行测流工作，其中包括流出流入该水域的大河的河水流量的测定。流量的数据可用测定流速的方法获得，为此可使用河川流速计。测定流速在水底和水面进行。

水域的地下水流出和流进，可依照专门手册中所述，观察井和钻孔内地下水位的变化、方向和流速来测算。（Близняк，1936、1952。水文气象工作站指南，1952—57）。

水域水面的蒸发，可在专设的蒸发点上进行观测。这些蒸发点可设在气象站内或单独设置之。

为了测定降水量，除了岸上水文气象站所设雨量计外，再装设水上雨量计。在某一湖泊或河流观察站所获得的降水量和蒸发量的数值（当不可能在每一调查水域组织这样的观察时），在一定程度上也可作为近似值适用于这一地理区的其它相应的水域（洩水缓慢的水域或河流）。

对于灌溉和其它事业用水量也需要加以计算。

水的透明度和水色。水的透明度和水色的测定，在作其它水文观察的各观察站和断面上同时进行。水的透明度用白色圆

盘（透明度板）测定，将其用有标记的绳索放入水中；圆盘达到不能看见的深度时，该深度即作为水的透明度（以厘米计）。测定水色用比较法，即将白色圆盘沉入等于透明度一半的水深处，将所见的圆盘上方的水色与费氏（Ферель-Уле）标准比色管或克林捷克—瓦列（Клингзик-Вале）纸制色阶中的水色进行比较。水色是用此时与沉在水中的白盘颜色最接近的水色标准的号码表示。

泥砂。流出和流入水域的悬浮泥砂和流动泥砂的计算，也在观测流进和流出水域河水流量的观测站、点上进行。观测时可用各种不同的采水器。在野外考察的条件下，最好使用茹可夫斯基采水器（图14），这种采水器在河中也可用于水生生物学和水化学工作。测定悬浮物的数量可用这种采水器将水采出，静置后过滤，即可得每一单位体积水内悬浮泥砂的数值。

水位的变化情况。观测水位的变化对以渔业为目的的水域研究具有重要的意义，因为沿岸地带的干露或浸水对在沿岸植物和土壤上产卵的鱼类的繁殖是不利的。特别在水库中，为了计算不同时期的进水量，并从渔业的利益出发决定水电站工作条件，这些观测具有更大意义。

测量水位的变化要设立测水站，对水位的变化进行详细研究，可安装自计水位计。

（3）以获得水化学资料为目的的调查工作

为了评价作为水生生物栖息环境的河流、湖泊、水库、池塘的水质，应取得下列水化学资料：

1. 盐类组成及其矿化程度，这些因素决定着水的渗透压，影响着生物的渗透调节；
2. 水域的气体情况，这个因素与水生生物的呼吸代谢有直接关系；

3. 水域的生命元素情况，它是水生植物形成初级有机质的基础。水域中所有异养性生物（无脊椎动物、鱼，若干爬虫类和哺乳动物，两栖类，许多微生物）的生存，都依靠在营养过程中对这些有机物质的循序利用。

根据这些任务，下面列举水化学工作中必须包括的各种要素。水的成分需要测定的有以下几个最主要的项目：

阴离子： Cl' , SO_4'' , HCO_3' , CO_3''

阳离子： Na' , K' , Mg'' , Ca'' , H'

气 体： O_2 , CO_2 , H_2S

取样地点。水化学样品是在进行水文，气象，水生生物观测的断面各点上采取。

测定水的离子（盐类）组成所用水样可在某些断面的中心站采取，甚至可利用以前做过的测定。以渔业为目的的水域调查，要求最详细最完全的项目是：水中溶解气体的含量，氢离子（pH）的浓度，主要生命元素的数量（P, N, Si），有机物（耗氧量）的含量。水中的含氧量（ O_2 ），游离二氧化碳量（ CO_2 ），pH，生命物质和有机物质的含量都随水层深度，地点，季节和昼夜而有很大的变化。因此，测定这些要素的水样应取自不同水深，水域的不同部分和不同季节。对浅水和植物丛生的水域，观测 O_2 和pH在一昼夜中的变化是很重要的。在河上，在断面的1—3个站上对表层和底层测定这些成分即可，但在水泛区，流动性小或完全不流动的水域调查，则应更详细地研究这些化学指标的分层现象。在深于10米的水库和湖泊中，应了解其温度和气体指标的分层情况，如氧（ O_2 ），游离二氧化碳（ CO_2 ），水底有否硫化氢（ H_2S ）和沼气（ CH_4 ），pH值。如果水浅，则只在水底和水面，或仅在水面进行这些测定。

水化学样品必须在河口和水源处采取，以便说明进入水域

(湖泊、水庫、池塘)和流出水域的水的水化学性質，并測定其對水域鹽度、氣體狀況及生命元素的影响。

取样的方法。由表層(0.2—0.5米)很小心地用某些量器(盆或水桶)采水，量器應專用于這個目的，以免染污水樣。採取深水水樣，應使用特制的采水器：在河上使用茹可夫斯基采水器(圖14)，在流動性小和靜水水域則用裝有傾水用活栓的各種變型的卢特聶爾(Рутнер)采水器。迅速發生變化的各要素應在取样地點當時測定：如水中溶解氧，游離二氧化碳，碳酸離子和水的氫離子濃度(pH)。至于其它化学分析，为了提高精確度，可運往實驗室或在相近的條件下進行。

化学要素含量的測定

氫離子濃度(pH)的測定。在野外條件下測定pH，用比色法進行。使用緩沖溶液的方法是可靠的。

用由緩沖液所制的差距0.2 pH的色階，將待測定的水的反應顏色與之比較，就能容易地測出pH值至0.1。

溶氧(O_2)量的測定。按照溫格爾(Winkler)碘量法來測定。

除了算出氧的絕對數量外，還要算出其對當時的溫度和壓力下標準含氧量的百分比數值。為此可使用水中溶氧正常數量(毫克/升)與溫度的關係的現成對照表。當水中有大量能被碘所氧化的有機物和無機物，以及有亞硝酸鹽(大於0.1毫克/公升)和鐵(大於25毫克/公升)時，此項方法應加修改，如何修改在專門手冊均有說明(Алекин, 1954; Драчев и др., 1953)。

硫化氫(H_2S)含量的測定。當有機物在水底分解時，通常有硫化氫和沼氣產生。硫化氫的定性測定可用鉛紙，鉛紙受硫化氫的作用而發黑。硫化氫的定量測定是利用定性反應的原

理：将在一定条件下所获得的变色鉛紙与在同一条件下事先制成的色阶加以比較。

測定游离碳酸 ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{CO}_3$)。用苛性鈉或苏打滴定法測定。指示剂采用当 PH 在 8.3 以上时带玫瑰色的酚酞进行。

实验室内的測定

运到实验室的水样，应尽快进行分析。在头一昼夜內应測定耗氧量和 NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , P, Fe 含量。在以后的两三天內，应进行 SO_4^{2-} 和 Cl^- 以外的其他測定， SO_4^{2-} 和 Cl^- 可以过較长的一段时期后再測定。

如水质极为混浊而顏色深时，先通过凝聚作用使水澄清。如需将水保藏一昼夜以上，应采用各种不同的貯藏方法（加硫酸，氯仿）。

測定水的氧化力。水的氧化力数值通常用氧化一公升水中的物質（主要是有机物質）所需氧的毫克数表示（毫克 O_2 /升）。水的氧化力可用两种方法——高錳酸鉀法和重鉻酸盐法測定。

采用重鉻酸盐氧化法可使有机物达到比較完全的氧化，因此，在測定氧化力时，应首先使用这种方法。重鉻酸盐法的氧化力数值与“真正的”数值相近，超出高錳酸鉀法的氧化值。此法測定氧化力是用鉻酸氧化以浓硫酸蒸煮干的残渣的有机物。

用重鉻酸盐測定浮游物(сестон)(浮游生物，微生物，腐屑)的耗氧量时，将水样用鋪有一层玻璃粉的膜濾器過濾。濾器烘干后，玻璃粉和上面的浮游物极易由濾器上抖落进入离心玻璃試管中或坩堝中，以后再用重鉻酸盐混合使其氧化(Сивко, 1959; Винберг, 1960)。

磷(P)含量的測定：在天然水中磷化合物为正磷酸(无