

藏北色林错流域的水文特征

陈毅峰¹ 陈自明^{1,2} 何德奎¹ 蔡斌³ 巴珠³

(1:中国科学院水生生物研究所,武汉 430072; 2:中国科学院昆明动物研究所,昆明 650223;

3:西藏自治区水产局,拉萨 850000)

提 要 本文报道了1997年和1998年夏季对藏北色林错等水体水文特征的考察情况。结果表明,色林错是一个大型深水湖泊,表层水温在下午4:30左右达到最高,清晨7:30左右时最低。浅水区域表层湖水在6月份的极端最高水温为21.2℃,极端最低水温为11.0℃,而日平均水温变幅仅5.6℃,其幅度大于在同一时段湖区内不同区域之间表层水温的变化。色林错湖水的pH值较高,为9.19~9.66;表层水的pH昼夜变化较小,仅0.15,最高值出现在凌晨,同时水体不同区域及深度的pH值基本一致。其溶解氧变化在4.62~5.12mg/L,而且不同深度水层之间的变幅较小,仅0.03~0.35mg/L;但其湖汉浆东如瑞溶解氧的昼夜变幅为4.58~5.59mg/L;盐度的日变幅为1.60%~2.20%。考察表明,藏北水体的盐分有一个从河流到湖泊、以及由流水向静水富集的趋势;鱼类的分布与水体盐分的含量密切相关,即鱼类随着水体盐分的增加而消失,代之以嗜盐性昆虫的出现及大量繁衍。

关键词 水温 溶解氧 盐度 pH值 色林错 青藏高原

分类号 P344.275

水温是影响水体中各种理化过程和动力现象的主要因素,它直接影响着生物的新陈代谢和物质分解的速率,因而是水体生态系统的重要环境条件之一^[1],也是决定水体生物生产力的重要指标。水中溶解氧含量的高低直接影响到水体生物的生长、发育以及水体的自净能力;而水体中盐度的增加还迫使鱼类增加对渗透及离子调节的能量消耗,盐度的突然变化甚至可以导致鱼类的死亡。尽管pH在许多情况下不是鱼类分布主要的限制性因素,但是通过与水体其他非生物因子的协同作用,同样能影响鱼类的生长、发育和繁殖。晚第三纪青藏高原的急剧隆起为高原生物提供了一个前所未有的特殊的环境条件和生活空间,而由高原隆起造成的水体环境条件的改变,首先就体现在水体的温度、溶解氧、盐度和pH等环境因子的变化中。

色林错(88°33'~89°21'E, 31°34'~31°51'N,海拔4530m)位于青藏高原中部,湖泊面积1640km²,是西藏第二大湖^[2],流域面积45530km²,是西藏最大的内陆湖水系^[2]。1997年6至8月及1998年5至8月在该地区野外考察期间,利用机动橡皮船,对色林错及其附属河流和湖泊的水深、温度、溶解氧、pH及盐度等水体理化性质进行了实地测量,并着重根据湖泊形态及其附属河流与湖泊等情况^[2],选择了色林错的北端(I)、东侧(II)、东端的浆东如瑞(III)、东南端(IV)、西南端(V)和西端(VI),主要入湖河流扎根藏布、扎加藏布、波曲藏布的河口,以及错鄂的南端、北端,恰规错的东南端等为工作站点(图1)。

• 中国科学院“九五”重点项目(K2952-31-101)、国家重点基础研究发展规划项目(G1998040803)、国家自然科学基金(39970096)和农业部“九五”重点项目(渔95-B-96-10-01-05)联合资助。

收稿日期:2000-06-02;收到修改稿日期:2000-09-27 陈毅峰,男,1963年生,博士,研究员。

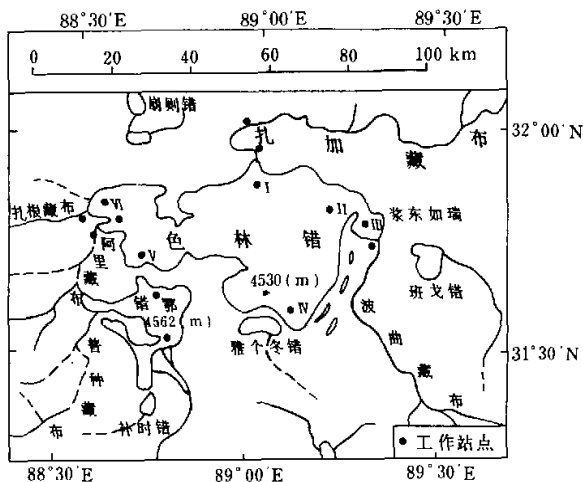


图1 色林错流域工作站点分布示意图

Fig. 1 Distribution of working stations in Serling Co basin

1 材料与方

水温等各项数据的测定均采用常规方法进行,水深梯度的测量采用定向、匀速和定时(每5min)的方法。所使用的仪器主要包括:美国产 YSI50B 型溶氧仪、日本产便携式盐度计 ATA-GO S-28、国产 PHB-4 型便携式酸度计和国产黄河牌深度探测仪(最大探测水深为 100m)等;其中部分水样的溶解氧还用碘量法重复测定^[3]。

2 水深及湖盆形态

沿扎加藏布进入色林错湖区之北侧,在河水与湖水的交接带测得最大水深为 11.0m;东行,在距交接带 2.8km 处的水深为 21.0m,距交接带 5.6km 处测得水深 25.0m。由波曲藏布河口入湖,向西偏北贯穿整个色林错东侧的凸出部分(即浆东如瑞),测得浆东如瑞的最大水深为 31.0m,此距波曲藏布入湖口之西北 6.0km;通过浆东如瑞与色林错主体湖区的峡口,西行约 6km,测得水深 10.3m,再向西南行 7.0km,测得水深 21.0m。由错鄂与色林错接壤最近的一侧进入色林错,测得最大水深 28.4m,此距色林错的西南岸为 5.0km。从扎根藏布南侧进入色林错之西北端,东北方向航行 5.0km,测得最大水深 19.0m。

从雅个冬错的北面进入色林错的东南端,在进入湖区 5km 的范围内,对色林错东南侧的水深梯度进行了测量(图 2),其最大水深为 36.0m。

1997 年 7 月,还对浆东如瑞的水深梯度进行了实地测量。结果表明,浆东如瑞的湖盆形态总体上呈现为阶梯式的台面升降,其中,其东、南及西南方向上的坡度较缓(图 3),东北和西南(与色林错主体湖区相通的峡口)坡度较大。浆东如瑞的最深区域(30.0-31.0m)位于波曲藏布汇入口之西北 6km 处,其范围不足 10m²,而其与主体湖区之间的峡口宽不足 20m,水深仅 7.0-8.0m。

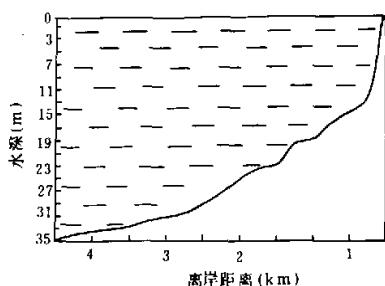


图2 色林错东南侧5km范围内的湖盆梯度变化

Fig.2 Southeast gradient within 5km of bottom shape of Serling Co

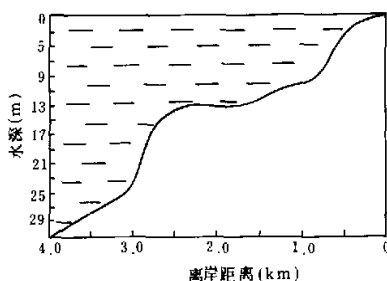


图3 浆东如瑞最大水深区域至波曲藏布河口的湖盆梯度变化

Fig.3 Gradient of bottom shape from the deepest region of Jiangdongrurui to Boquzangbu outlet

郑绵平等曾根据1980年8月在色林错东北和南部的实地测量,并结合以往调查和美国1976年12月1日的卫星照片资料,对色林错的水深梯度进行了分析^[4].从作者实地的测量结果来看,仅扎加藏布水下冲积扇波及区和浆东如瑞等少数区域与其结果相悖;因此,他们将色林错按水深划分成四个区域基本上是可信的(图4).

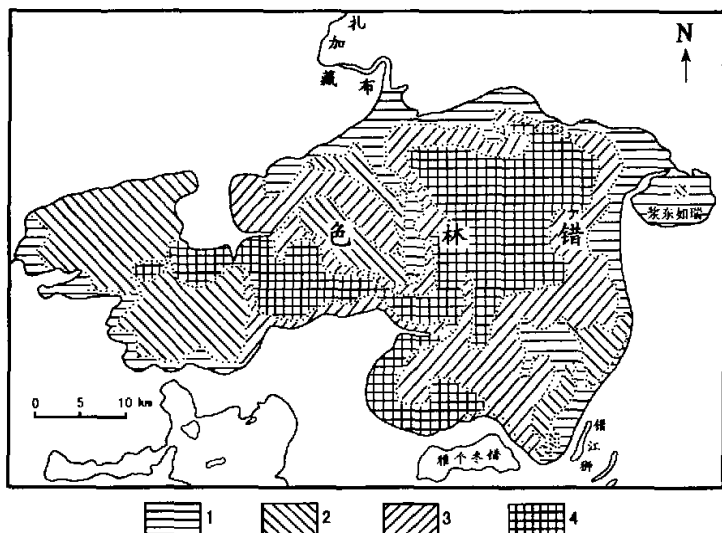


图4 色林错水深梯度(依郑绵平等^[4],有改动)

1:浅水区(1~10m);2:次浅水区(10~30m);3:深水区(30~40m);4:最深水区(>40m)

Fig.4 Gradient of water-depth of Serling Co (modified slightly from Zheng Jingping, et al^[4])

1:shallow region; 2:less deep region; 3:deep region; 4:the deepest region

3 温度及变化

3.1 色林错不同区域的表层水温

对色林错湖区不同区域表层水温进行测定的结果(表 1),揭示了色林错的深水区、次浅水区以及浅水区表层水温的变化情况.表 1 表明从 7 月上旬至 8 月上旬,色林错不同区域之间表层水温的最大变幅为 1.3℃,而在 10–15m 水深的温度最大变幅为 1.7℃,25m 以下底层水温的最大变幅是 1.5℃.说明在同一时间段内,色林错不同区域同一水层中的温度相对稳定.

表 1 色林错不同区域和水深(m)的水温(℃)、pH 及溶解氧(mg/L)

Tab.1 Temperature (℃), pH and dissolved oxygen (mg/L) of different regions and water depth (m) in Sèrling Co

	站点Ⅰ		站点Ⅱ		站点Ⅲ		站点Ⅳ			站点Ⅴ			站点Ⅵ		
日期	1997-07-05		1997-07-13		1997-07-13		1997-07-27			1997-08-02			1997-07-30		
时刻	14:30		14:20		18:30		14:40			16:00			15:20		
水深	表层	10m	表层	20m	表层	15m	30m	表层	15m	35m	表层	15m	25m	表层	15m
水温	14.0	10.9	12.9	11.2	14.2	12.0	9.0	13.0	12.2	8.0	14.0	11.7	9.5	14.0	10.5
pH	9.44	9.44	9.45	9.45	9.46	9.48	9.49	9.45	9.44	9.42	9.20	9.19	9.20	9.45	9.45
DO	4.62	5.05	4.62	4.62	4.93	4.99	5.12	4.75	4.81	4.95	4.64	4.67	4.64	5.02	5.08

3.2 深水区表层水温的昼夜变化

采用国产最高、最低温度计,1997 年 7 月在浆东如瑞的深水区(水深 30.0–31.0m)作表层水温昼夜变化测定,结果如表 2.从浆东如瑞表层的水温记录中,可以看出其内部深水区域的表层水温相当稳定,昼夜温差的最大变化仅有 1.0℃.

表 2 浆东如瑞深水区表层水温的昼夜变幅(℃)

Tab.2 Temperature changes of epilimnion at the deep region of Jangdongrurui(℃)

日期	1997-07-20	1997-07-21	1997-07-22	1997-07-23	1997-07-24
最高温度	13.8	14.0	13.8	14.0	14.0
最低温度	13.5	13.0	13.0	13.0	13.0
温差	0.3	1.0	0.8	1.0	1.0

3.3 气温与表层水温的昼夜变化

3.3.1 气温与水温的昼夜变化 由于持续的干旱,波曲藏布的水量逐渐减少,在风、浪的作用下,从 1998 年 6 月 12 日至 27 日波曲藏布的河口一直被砂堤阻隔.在 16 日至 17 日每隔 3h 对浆东如瑞(离波曲藏布河口砂堤 7.0–8.0m,水深 1.0–1.5m)、波曲藏布河口、波曲藏布下游(距河口约 2km,水深 0.6–1.2m)的表层水温,以及驻地气温的进行了测定(图 5).

图 5 表明浆东如瑞浅水区域的表层水温在下午 4:30(北京时间,以下同)左右达到最高,清晨 7:30 左右时最低,昼夜温差为 7.5℃;波曲藏布河口及下游的最高和最低水温出现的时间完全与之相同,分别为 19.8℃和 12.0℃,以及 26.0℃和 6.8℃.湖内浅水区的温差稍大于河口,为 7.8℃;但是河流中的温差由于水浅、水量少,其温差甚至达到 19.2℃.

3.3.2 气温与水温的日变化 1998 年 6 月连续 27d 对浆东如瑞的浅水区(离岸 2.0–3.0m,水深 1.0–1.5m)、波曲藏布下游(距河口约 2.5km,水深 0.4–0.6m)的表层水温,以及驻地的气温进行了测定(图 6).

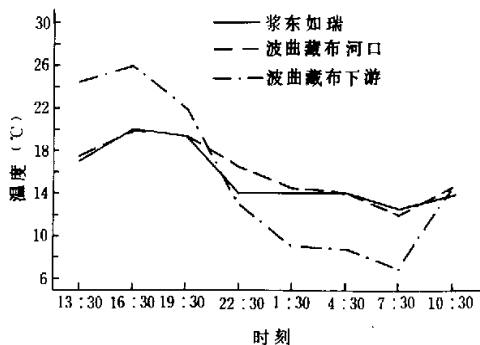


图5 浆东如瑞和波曲藏布表层水温的昼夜变化(°C, 1998年6月16-17日)

Fig.5 Hourly temperature of epilimnion in Jiangdongrurui and Boquzangbu River (°C, 16-17, June, 1998)

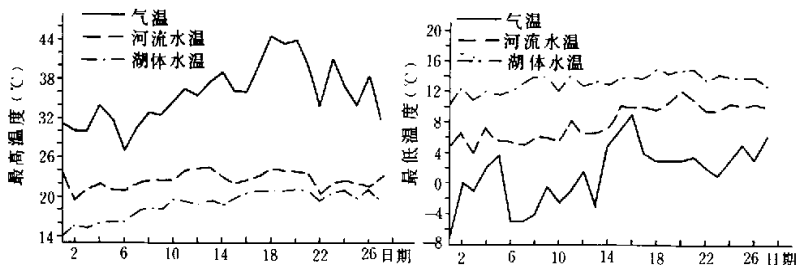


图6 6月气温及浆东如瑞浅水区和波曲藏布表层水温的日变化曲线(°C)

Fig.6 Daily temperature of camp ground and epilimnion for shallow region in Jiangdongrurui and Boquzangbu River in June (°C)

图6表明,色林错近岸浅水区域表层在6月份的极端最高水温为21.2°C,极端最低水温为11.0°C,日均温为16.3°C;水温变化幅度可达3.2-7.5°C,日平均水温变化幅度5.6°C,其幅度大于在同一时间段湖区内不同区域之间表层水温的变化。同时,波曲藏布下游6月份的极端最高水温为24.5°C,极端最低水温为4.0°C,日均温为15.3°C;水温变化幅度为11.0-19.0°C,日平均水温变化幅度达到14.5°C。

由此还可以看出,色林错周边环境气温的升降变化极为迅速,在1998年6月18日一天内的温差就达到41.5°C,平均每小时升温达到3.46°C之多。6月份在色林错东岸的极端最高气温可以达到44.5°C,而极端最低气温仅有-7.0°C,日均温为18.5°C;气温变化幅度达26.0-41.5°C,日平均气温的变化幅度为34.4°C。此外,3种温度之间的升降关系还进一步表明,色林错河流与湖泊的表层水温,都有随着气温的升高而上升的大致趋势,但湖水温度的变化幅度远低于河水,而且水温的升降较之于气温有一个滞后的过程。

4 pH值

对色林错湖区各站点的水样进行pH值测定的结果表明(图7),色林错湖区内最低的pH

值为 9.19, 最高为 9.49, 分别位于色林错的西南部和东部(1998 年在浆东如瑞测定的最高值为 9.66); 其表层水的 pH 值变化在 9.20–9.46 之间, 次浅水区为 9.19–9.48, 深水区为 9.20–9.49. 总体上看色林错湖区水体的 pH 值偏高, 且较稳定, 同时其水体不同深度水层的 pH 值也基本保持一致. 但是色林错西南部各水层的 pH 值均较其他区域为低, 说明这一区域地下水的补给比较充足.

对浆东如瑞和波曲藏布 3 个点进行 pH 昼夜测定的结果表明, pH 的昼夜变化较小; 其中湖口昼夜的 pH 变幅为 0.15, 河口为 0.19, 河流为 0.23. 因此, pH 的昼夜变化又存在着随水量的增加而减少的趋势. 但是与长江中下游及云贵高原的湖泊相比^[5], 色林错 pH 的昼夜变化有着明显的不同, 其湖水及河口 pH 的最高值出现在凌晨, 并没有由于藻类的光合作用而出现在下午或傍晚(图 7).

5 溶解氧

对色林错湖区各站点的水样进行溶解氧测定的结果表明(表 1), 色林错湖区内最低的溶解氧为 4.62mg/L, 位于扎加藏布入湖口及与浆东如瑞相接的东侧; 而浆东如瑞深水区的溶解氧最高, 为 5.12mg/L; 主湖区表层水的溶解氧变化在 4.62–5.02mg/L 之间, 次浅水区为 4.67–5.08mg/L, 深水区为 4.64–5.12mg/L. 总体上看色林错湖区水体的溶解氧相对稳定, 同时其水体不同深度水层的溶解氧变幅较小, 仅 0.03–0.35mg/L.

浆东如瑞以及波曲藏布 3 个点溶解氧的测定结果表明(图 8), 色林错流域不同水体中的溶解氧既受水温的影响, 又受到水体生物活动的影响. 浆东如瑞和波曲藏布溶解氧的最低值都出现在水温最高时的下午 4:30, 分别为 4.85mg/L 和 4.54mg/L, 说明此时生物活动所消耗的氧已远远大于因温度上升而增加的溶解氧; 但波曲藏布河口溶解氧的最低值出现在水温最低时的上午 7:30, 为 4.58mg/L. 3 个点的溶解氧最高值出现的时间也各不相同, 其中, 湖周浅水区在晚上 10:30, 河口在傍晚 7:30, 而河流则在上午 10:30. 此外, 溶解氧的昼夜变化还表明, 溶解氧的日变化幅度同样与水流的速度密切相关^[6], 如湖泊中的变化仅为 0.74mg/L, 河口为 0.79mg/L, 而河流为 1.52mg/L.

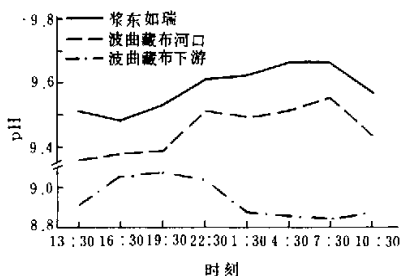


图 7 浆东如瑞和波曲藏布表层 pH 的昼夜变化

Fig. 7 Hourly pH of epilimnion in Jiangdongrurui and Boquzangbu River

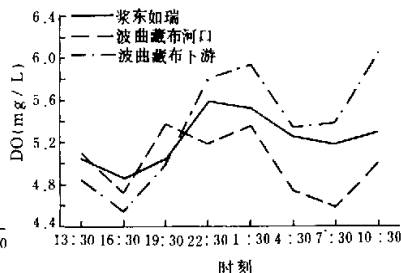


图 8 浆东如瑞和波曲藏布表层溶解氧的昼夜变化

Fig. 8 Hourly dissolved oxygen of epilimnion in Jiangdongrurui and Boquzangbu River (mg/L)

6 盐度

1998 年对浆东如瑞等站点的水样进行盐度测定,其中,波曲藏布测点距河口约 2km,扎加藏布约 6km,扎根藏布约 1km。结果表明藏北 4 个湖泊中湖水的盐分含量的变化较大(表 3),其中,除了错鄂因盐度较低而未测出外,纳木错湖水的盐度最小,仅 0.18%,其香错最高,达到 6.70%。在河流中,扎加藏布由于流程长、流量大,其湖口乃至下游的相当一部分实际上都已经与湖水连成一体;加之在取样测定之前的一个月里一直没有降雨,因此其河水含有 0.30% 的盐分。

表 3 藏北几种水体的盐度(%)

Tab. 3 Salinity of epilimnion of water bodies in North Tibet(%)

水体 ¹⁾	1	2	3	4	5	6	7	8
日期(月/日)	6/14	6/14	6/15	6/15	6/25	6/25	7/1	6/12
时刻	20:30	12:40	21:00	—	13:00	21:00	11:50	—
盐度(%)	2.00	—	0.30	—	—	3.60	0.18	6.70

1) 浆东如瑞深水区;2) 波曲藏布;3) 扎加藏布;4) 扎根藏布;5) 错鄂;6) 雅个冬错;7) 纳木错;8) 昆香错

对浆东如瑞、波曲藏布下游及其河口进行盐度昼夜测定的结果说明,3 个样点盐分含量的最大值均出现在凌晨 4:30 到 7:30,而湖周浅水区盐分的最小值在傍晚 7:30,河流的最低值出现在水量有所增加的中午及下午(图 9)。

上述盐分含量的测定结果还表明,藏北水体的盐分存在从河流到湖泊、以及由流水向静水富集的趋势。从水生生物区系的组成来分析,其香错没有鱼类分布,但卤虫十分丰富;新近与色林错相隔离的雅个冬错无鱼,却有卤虫存在;而色林错、错鄂和纳木错等湖泊都没有卤虫分布,但有鱼类。因此,与水体盐分含量的变化相适应,水体的生物区系组成也发生了根本性的改变,即鱼类随着水体盐分的增加而消失,代之以嗜盐性卤虫的出现及大量繁衍。

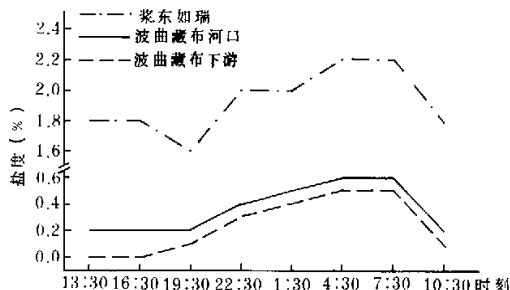


图 9 浆东如瑞和波曲藏布表层盐度昼夜变化
Fig. 9 Hourly salinity of epilimnion in
Jiangdongrurui and Boquzangbu River

参 考 文 献

- 1 Wootton R J. Fish Ecology. New York: Chapman & Hall, 1992
- 2 关志华, 陈传友, 区裕雄等. 西藏河流与湖泊. 北京: 科学出版社, 1984
- 3 中国医学科学院卫生研究所. 水质分析法. 北京: 人民卫生出版社, 1974
- 4 郑绵平, 向 军. 青藏高原盐湖. 北京: 北京科学技术出版社, 1989
- 5 施成熙. 中国湖泊概论. 北京: 科学出版社, 1989
- 6 徐小济. 水环境. 见: 刘建康编. 高级水生生物学. 北京: 科学出版社, 1999. 19-25

Hydrographic Features of Sêrling Co, North Tibetan Plateau

CHEN Yifeng¹ CHEN Ziming^{1,2} HE Dekui¹ CAI Bin³ BA Zhu³

(1: Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430072, P. R. China;

2: Kunming Institute of Zoology, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650223, P. R. China;

3: Bureau of Aquatic Products, Xizang Autonomous Region, Lhasa 850000, P. R. China)

Abstract

The area of lakes in Qinghai-Tibetan Plateau is one of the largest and the highest lake district in the world, most of which lie on the north Tibetan Plateau (Qiangtang Plateau) with an average altitude of more than 5000m a. s. l. In the summers of 1997 and 1998, we investigated the hydrographic features of Sêrling Co, north Tibetan Plateau. The hourly maximum temperature of epilimnion occurred at 4:30 a. m. and the minimum was at 7:30 p. m. The maximum temperature of epilimnion shallow region could reach at 21.2°C and the minimum was 11.0°C in June. The range of daily mean temperature of epilimnion was only 5.6°C and was larger than the difference of that was correspondingly tested among different regions in Sêrling Co. The water pH value of epilimnion in the lake varied from 9.19 to 9.66. However, the range of hourly pH value in shallow region was only 0.15 and the maximum occurred in the early morning, which differs from other lakes such as the lowland lakes in east China. The dissolved oxygen varied from 4.62 mg/L to 5.12 mg/L and the changes among different deep regions were only 0.03 - 0.35 mg/L in Sêrling Co. Hourly gradient of dissolved oxygen of epilimnion varied from 4.85 mg/L to 5.59 mg/L in Jiangdongrurui (a quene of Sêrling Co), 4.72 - 5.35mg/L in the mouth of Boquzangbu and 4.54 - 5.93 mg/L in the lower reaches of Boquzangbu. The hourly minimum of dissolved oxygen in Jiangdongrurui and Boquzangbu occurred at 4:30 p. m., and in the outlet of Boquzangbu at 7:30 a. m. The times that maximum dissolved oxygen observed were so different and occurs respectively at 10:30 p. m., 7:30 p. m. and 10:30 a. m. in the regions above-mentioned respectively, which proved that the dissolved oxygen could be influenced by water temperature and hydrobiological activities. The hourly salinity of epilimnion in the lake varied from 1.6 - 2.2‰ and the maximum occurred at 4:30 to 7:30 a. m. In the inland water bodies of north Tibetan Plateau, it is obvious that there is a concentric tendency of salinity from streams to lakes and from running water to still water. The distribution of fishes is correlative with the salinity of waters. Consequently, fishes disappear and are replaced by salinella with the increasing salinity in water bodies.

Key Words Temperature, dissolved oxygen, salinity, pH value, Sêrling Co, Qinghai-Tibetan Plateau