

中国科学院生物资源调查与评价系列专著

西南地区藻类资源考察专集

施之新 魏印心 陈嘉佑 李尧英
朱蕙忠 李仁辉 姚 勇

科 学 出 版 社

1 9 9 4

序

生物资源是人类赖以生存的物质基础。本世纪以来,由于人口的急剧增长,生态环境受到严重破坏,生物资源无计划地利用而遭到大量消耗,使其再生性受到巨大的影响,许多生物已经绝灭或者处于濒危状态。生物多样性保护和合理的开发利用已经成为世界性的战略问题。

我国国土辽阔,自然条件十分复杂,生物种类极为丰富,就生物多样性而论,是世界上任何一个国家所不能比拟的,这是我国社会主义四个现代化建设的巨大的潜在财富。

有鉴于此,中国科学院曾经组织了多项大规模的地区性生物资源调查,为我国生物资源的开发利用和保护,生物分类学、区系学、资源学、生态学的研究做了大量的基础工作。但是,还有许多地区缺乏系统全面的调查,生物资源的家底不清;过去调查过的一些地区,由于环境发生了很大的变化,也有必要作进一步的调查,对资源状况重新作出评价。为此,我院在“七五”期间设置了“中国生物资源调查与评价”重大项目。

该项目是由本院动物研究所、植物研究所、微生物研究所联合主持,路安民、宋大康、宋大祥三位研究员组织实施并分别负责植物、微生物、动物资源调查与评价三个二级课题。参加本项目工作的有我院 13 个研究所的 500 多位科技人员。

自 1987 年立项以后,1988 年到 1990 年三年时间重点对湘、黔、川、鄂接壤的武陵山地区进行了生物资源的全面调查和评价;对桂、滇、黔接壤的红水河上游地区进行了植物资源调查和评价;对西南、华南的一些地区进行了微生物和动物资源的调查和评价;对国民经济中急需的资源植物专项进行了调查、化学分析和引种栽培。经过项目组全体成员三年多艰苦的野外调查、室内鉴定、化学分析和引种栽培及菌种保藏,采集了数十万份生物标本,发现了大量我国或地区新分布,数百个新分类群;基本上弄清了重点调查地区的生物种类、分布和生态环境。象这样规模的全面系统的生物资源调查,在我国尚系首次。

这项调查为生物系统与演化、中国生物区系发生和发展的研究积累了宝贵资料和证据,为调查地区生物资源的合理开发利用与保护提供了科学依据,为生产提供了一批极有开发利用价值的生物种类,保存了一批重要的资源植物种质或菌株。

本系列专著是我院这一“七五”重大项目研究成果的总结,共包括 12 本:《西南武陵山地区动物资源和评价》、《西南武陵山地区脊椎动物》、《西南武陵山地区昆虫》、《西南武陵山地区无脊椎动物》、《武陵山地区植物检索表》、《武陵山地区植物调查研究报告集》、《红水河上游地区植物调查研究报告集》、《植物资源专项调查研究报告集》、《中国樟科资源及精油研究》、《西南地区大型经济真菌》、《茶树害虫病毒防治》、《西南地区藻类资源考察专集》。由于该项研究涉及学科多、层次复杂,时间仓促,本系列专著中难免有错误和不足之处,请读者批评指导。

中国科学院生物科学与技术局

1991年10月

前 言

我国西南地区地域辽阔,包括青藏高原的大部分、云贵高原和四川盆地,其地势由西向东大幅度地倾斜,是我国地势第一和第二阶梯的主要地带,因此地形非常复杂:有高原平原,河谷平原,盆地平原,并多崇山峻岭和深壑高峡。本区的河流众多,其落差大而多数水流湍急。

本地区的气候大部分属于温暖湿润的亚热带;西部的西藏高原属半干旱或干旱的高原温带或寒带。云南和西藏二省区南部的局部地区为我国少有的热带雨林区。

由于本地区独特的自然环境,孕育了丰富的生物类群和生物群落类型,其中有不少是古老和孑遗种类。为了研究西南地区生物资源的数量和质量及其合理开发利用和保护的途径,中国科学院对本区组织了多次科学考察,藻类资源也是考察的内容之一。

对于西南藻类资源大规模的考察,已进行三次:即 1961—1976 年,对西藏进行的综合科学考察;1981—1982 年,对横断山地区进行的调查;1988—1990 年,对武陵山区及云南高原三大湖泊——滇池、洱海、抚仙湖的考察。

西藏高原藻类考察的结果,已整理成《青藏高原科学考察丛书》之一的《西藏藻类》及有关论文发表,因此本书仅收集武陵山地区、横断山地区及云南三大湖藻类资源考察的研究结果。

武陵山区位于我国地形第二阶地边缘的黔、湘、鄂、川交界处。该地区的藻类研究长期处于空白状态。到 60 年代初,饶钦止教授组织了对湘西小部分地区的藻类采集,随后作了双星藻的鉴定和研究(已收进《中国淡水藻志》第一卷:双星藻科)。1983—1984 年黎尚豪等配合环保部门也对该区的武陵源自然保护区的藻类背景作了调查(见《湖南武陵源自然保护区水生生物》一书)。本次对武陵山区的考察在 1988 年 4 月到 5 月进行,考察范围是在它的主体部分——湘西及黔东北。此次考察是在总结了以往工作的基础上以及在积极扶助山区发展经济的宗旨下进行的,所以在考察内容上除了区系外,还进行了浮游藻类的定量分析、初级生产力及水体理化特性的测定。参加该项研究的陈嘉佑、施之新、姚勇和李仁辉诸同志亲自进行了野外工作,对考察环境有较深刻的体验。因此,对该区藻类资源的研究不仅在区系的组成和特点,生态分布方面有较系统的论述,同时还对藻类资源的开发利用、提高渔业生产及其与环境质量的关系进行了较全面的评价。

横断山区地处青藏高原的东部边缘,海拔高,大部分为高山峡谷,山河南北纵贯且相间并列,高差悬殊。有关本区的藻类研究,可追溯到本世纪初,首先是 Handel-Mazzetti, 于 1914—1918 年进行了藻类标本的采集,尔后经 Skuja 鉴定和研究,于 1937 年报道了该区的藻类 700 多种。随后,1940 年饶钦止教授报道了西康(今川西)藻类 48 种。此次(1981—1984)中国科学院所组织的考察,无论规模和范围均超过以往。1981 年的调查范围主要在滇西北并兼及西藏和四川的一小部分,1982 年主要在川西并包括西藏的一小部分。由于种种原因,藻类的野外工作只能由水生生物的非藻类学专业人员——陈宜瑜、伍焯田和陶为民诸同志兼顾。由于人员及时间的限制,占重要地位的硅藻类的整理工作尚未完

成,因此本书仅对该区各主要门类(除硅藻外)的藻类进行区系及分布方面的论述,至于对全区整体藻类的区系、分布与环境的关系及其资源的评价等方面的问题本册暂不能讨论。

云南高原湖泊调查,最早见于1940年肖之的有关洱海调查的报道。随后在40年代后期,张玺等人对滇池作了调查。接着在1957年,黎尚豪等对云南的许多湖泊进行包括地理、理化特征、水生生物及开发评价等项目的全面考察。尔后水产、环保及中国科学院南京地理研究所等单位从不同的角度对高原湖泊(特别是大型湖泊)陆续进行了调查。我们此次对云南三大湖的藻类调查,则着重于这些湖泊藻类群落的现状及其数十年来的变化状况,由此对这些湖泊目前的营养类型、环境质量以及与渔业生产的关系进行评价。参加此项调查的野外工作人员有姚勇、施之新、李仁辉、俞敏娟、刘以东诸同志。

每次考察,均得到了当地政府、各级环保和水产部门的大力支持和帮助;毕列爵教授审阅全书,并提出许多宝贵的意见,特此一并表示深切的谢意。

陈嘉佑同志在西南藻类资源考察中,承担了重要的任务,付出了辛勤的劳动。不幸他英年早逝,未能看到全部工作的完成,令人倍感痛惜,仅以此书表达我们对他的永远怀念。

由于人力和物力上的限制,以及认识水平上的局限性,虽经努力,难免存有缺点乃至错误,敬请广大读者予以指正。

1991年10月

目 录

序
前言

第一部分 武陵山区

武陵山区藻类资源的考察与评价·····	
····· 施之新 李仁辉 魏印心 朱蕙忠 <u>陈嘉佑</u> 李尧英	(1)
武陵山区蓝藻的研究·····	李尧英 (51)
武陵山区硅藻的研究 ·····	朱蕙忠 <u>陈嘉佑</u> (75)
武陵山区裸藻的研究·····	施之新 (131)
武陵山区绿藻的研究·····	魏印心 (156)
武陵山区红藻、隐藻、甲藻、金藻、黄藻、绿胞藻和轮藻的初步调查 ·····	
····· 施之新 魏印心 李尧英	(210)
武陵山区水生维管束植物的调查报告·····	姚 勇 (222)

第二部分 横断山区

横断山区蓝藻的研究·····	李尧英 (228)
横断山区裸藻的研究·····	施之新 (245)
横断山区绿藻的研究·····	魏印心 (283)
横断山区的红藻门、甲藻门、金藻门、黄藻门和轮藻门植物 ·····	
····· 魏印心 施之新 李尧英	(361)

第三部分 云南湖泊调查

云南三大高原湖泊的浮游植物调查以及水质和营养特征的评价·····	
····· 魏印心 李仁辉 施之新 朱蕙忠	(371)

Contents

Introduction

Preface

Part I The Wuling Mountain Region

- A Survey and Assessment of Algal Resources in the Wuling Mountain Region
..... Shi Zhixin Li Renhui Wei Yinxin Zhu Huizhon
..... Chen Jiayou and Li Yaoying (47)
- Study on the Blue-Green Algae of Wuling Mountain Region.....Li Yaoying (72)
- Study on the Diatoms of the Wuling Mountain Region
..... Zhu Huizhong and Chen Jiayou (128)
- Study on Euglenophyta of the Wuling Mountain RegionShi Zhixin (152)
- Study on Chlorophyta of the Wuling Mountain Region..... Wei Yinxin (200)
- A Preliminary Investigation on Rhodophyta, Cryptophyta, Pyrrophyta, Chryso-
phyta, Xanthophyta, Chloromonadophyceae and Charophyta from the Wuling
Mountain Region, China Shi Zhixin Wie Yinxin and Li Yaoying (218)
- The Vascular Hydrophytes of the Wuling Mountain RegionYao Yong (227)

Part II The Hengduan Mountain Region

- Study on the Blue-Green Algae of Hengduan Mountain Region.....
.....Li Yaoying (242)
- Study on Euglenophyta of the Hengduan Mountain Region.....Shi Zhixin (277)
- Study on Chlorophyta of the Hengduan Mountain Region..... Wei Yinxin (343)
- Investigation on Rhodophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta, Xanthophyta and Charo-
phyta of the Hengduan Mountain Region
.....Wei Yinxin Shi Zhixin and Li Yaoying (369)

Part III Survey of Lakes in Yunnan Plateau

- A Survey of the Phytoplankton and Assessment of the Water Quality and Tro-
phic Characteristics of Three Big Lakes from Yunnan Plateau
..... Wei Yinxin Li Renhui Shi Zhixin and Zhu Huizhon (404)

第一部分 武陵山区

武陵山区藻类资源的考察与评价*

施之新 李仁辉 魏印心

朱蕙忠 陈嘉佑 李尧英

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

武陵山区是我国湘、黔、川、鄂交接处的一大片山地地区,也是我国生物资源丰富的区域之一,但总体来说还远未探明,尤其是藻类资源,过去仅做过小范围的调查研究,大部分地区尚处于空白状态。为了开发、利用和保护本地区的生物资源,促进山区的经济发展,加强山区的环境保护,中国科学院水生生物研究所藻类考察组于1988年4—5月对武陵山区进行了藻类资源的实地调查。

一、考察工作简况

1. 考察区域

考察是在武陵山脉的主体部分(黔东南和湘西)进行的,区域范围涉及2个省的12个县市:湘西有吉首、古丈、永顺、凤凰、麻阳等县市;黔东南(铜仁地区)有松桃、铜仁、江口、石阡、印江、思南、沿河等县市。整个考察工作主要以武陵山脉的主峰——梵净山为中心,在其周围几十至150km的范围内展开的,且主要是沿沅江和乌江两大水系的众多支流的两侧进行的(图1)。

2. 考察时间和路线

考察于1988年4月初开始,首先在湖南省的湘西地区进行,以吉首市为中心,向南北呈线状展开工作,北至永顺县和古丈县,南至凤凰县和麻阳县。其间考察了沅江水系的峒河、武水、酉水、辰水、沱江及其该水系上的黄石洞水库、风滩水库、黄土溪水库、河溪水库。湘西考察于4月底结束。

在5月初进入黔东南的松桃县,然后以主峰梵净山为中心呈环形展开工作,依次调查了松桃县—梵净山保护区北麓—铜仁市—江口县—石阡县—梵净山保护区南麓—印江县—思南县—沿河县。调查的河流属沅江水系的有松江河、响水河、淘金河、锦江、瓦窑河、谢家河、黑弯河、太平河、德旺河、凯土河,一条无名暗河及该水系上的东方红水库、龙升水库、王家山水库、大龙桥水库;属乌江水系的有乌江、凯狭河、肖家河、合水河、车家河、木黄

* 本文撰写分工: 施之新执笔一、三、四节,李仁辉一、五、六节,魏印心第二节。

河、印江河、一条无名暗河及该水系上的官舟水库和肖水坑水库。考察于5月底结束。

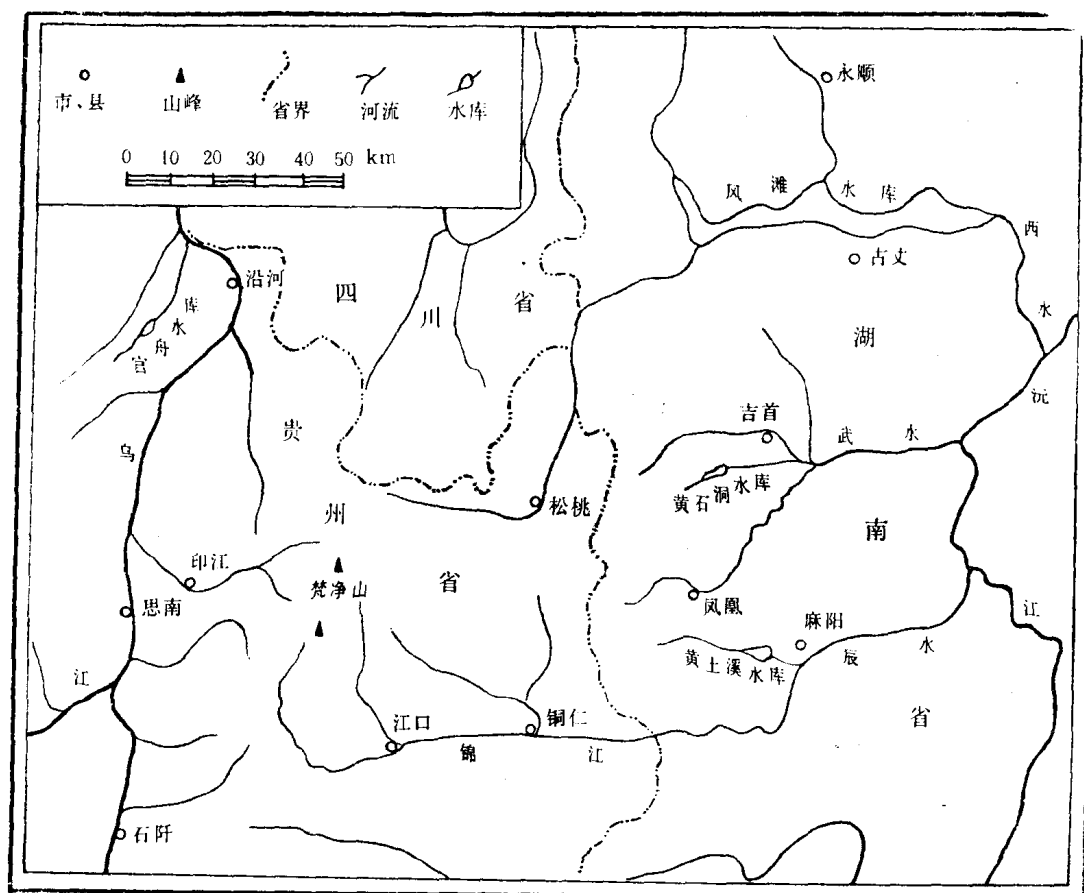


图1 武陵山区藻类考察区域示意图

3. 考察区的生态环境

考察主要是在河流、水库及其周围的静止小水体(包括池塘、水坑、小积水、静水沟、水稻田)中进行的。此外,考察环境还有井水、泉水、温泉等地下水以及气生和亚气生的岩壁、土表、树皮等。

4. 考察内容及工作方法

(1) 定性采集 对生长在各种水体中的浮游藻类用25号或网孔为 $10\mu\text{m}$ 的浮游生物网捞取或过滤。有些形成水华的藻类用吸管吸取。附生藻类的采集用括取、镊取,或取其水生杂草上的洗液,或连同水草的枝叶、苔藓、小石块一起镊取。气生和亚气生藻类主要是由括取获得,有时连同树皮、表土、苔藓、石块一起括取或镊取。本次考察在武陵山区各种生态条件中的187个采样点,共采得定性标本187号292瓶(份)。液浸标本用5%福尔马林或鲁哥氏液加5%福尔马林液固定,保存在25ml的指管瓶中。干制标本用牛皮纸包好后凉干保存。

定性标本中的部分鞭毛藻类在野外进行了活体观察和鉴定。

(2) 浮游藻类的定量分析及初级生产力的测定 考察中选择了10个水库(13个

测定点)、1 个山塘(1 个测定点)及 6 条河流(9 个测定点)进行了浮游藻类的定量分析及初级生产力的测定。

定量采集采取通用的方法——鲁哥氏液固定后沉淀浓缩。定量标本在野外采得后,在室内进行鉴定、计数、计算和分析。

初级生产力是采用黑白瓶测氧法。

(3) 水质理化特性的分析 考察中选择了武陵山区主要水体(河流与水库)的 36 个采样点,进行理化特性的分析,测试内容包括水温、水深、透明度、流速、电导率、pH 值、溶氧、有机耗氧量(COD)、CO₂ 含量,碳酸根(CO₃²⁻)浓度、碳酸氢根(HCO₃⁻)浓度、PO₄ 含量、无机氮含量及离子总量等 20 项。

(4) 水生维管束植物的调查 在考察过程中,同时对武陵山区各类水体中的水生维管束植物进行了调查。

二、自然地理概况

1. 地理位置

武陵山地区位于湘、黔、川、鄂 4 省交界处,包括这 4 个省的 50 个县市,其主体部分在贵州省东北和湖南省西北部。位于东经 107°02′—111°33′,北纬 27°28′—33°05′。总面积约 10 万 km²。

2. 地貌

武陵山脉是连接洞庭平原和贵州高原的过渡区,走向多呈北东—南西向。地势为南北两端较高,中间稍低,西部起伏和缓,东部倾斜较大,构成我国地势第二阶梯东部边缘的一部分。梵净山是武陵山脉主峰,位于贵州省东北部江口、印江、松桃 3 县交界处,山体庞大,地势隆起显著,突立于贵州高原东部斜坡向湘西丘陵的过渡地带。其最高峰为凤凰山(海拔 2 570m)、金顶(2 493.4m),主体呈高中山峡谷地形,以二高峰为中心由高而低。武陵山脉的西北坡高峻陡险,东南坡岭峦起伏缓慢,切割较浅,整个山地显现出丛山峻岭的自然景观。在山丘之间分布着许多山间盆地和河谷平原,是村镇和农田的集中地。

武陵山区为我国南方岩溶发育较好的区域之一,类群多样。地表组成物中石灰石、白云质灰岩达 73% 左右。岩溶形态有溶洞、峡谷、峰林、峰丛、伏流、涌泉等,分布普遍。

3. 土壤

武陵山区的土壤随地势抬升及生物气候条件的差异而在类型上也有所不同。本区主要是红壤,分布在海拔 500(—600m)以下的丘陵地区;黄壤,主要分布在(500—)600—1 400m 的低中山区;黄棕壤,分布在 1 400—2 200m 的高山区;2 200m 以上为山地灌丛草甸土;石灰土分布在部分石灰岩地段;水稻土分布在低山丘陵及河谷平坝地区。

4. 气候

武陵山区属中亚热带季风气候。温暖湿润,热量充足,雨量丰沛。年平均气温为 13.1

表 1-a 沅江水系

水 体 类 型	水 体 名 称 及 采 样 点			采 样 点 编 号	采 样 日 期 (1988年)	水 温 (℃)	水 深 (m)		
河 流	武 水	峒 河	I 上游		35	4 月16日	16.0	0.4	
			II 中游		36	4 月16日	19.0	0.3	
			III 下游		37	4 月16日	18.5	0.3	
	辰 水	太 平 河	梵 净 山	I 黑湾河	44	5 月17日	15.5	0.3	
				II 太平河上游	45	5 月17日	15.5	0.5	
				III 盘溪	46	5 月17日	15.5	0.3	
			太平河下游		47	5 月14日	20.5	1.2	
		德 旺 河	I 上游		42	5 月20日	18.0	0.25	
			II 凯土河		43	5 月20日	18.0	0.25	
			III 下游		48	5 月14日	20.5	2.0	
		锦 江	I 江口		50	5 月14日	20.0	4.0	
			II 铜仁		52	5 月 9 日	18.5	2.0	
		小 河	(铜仁)		54	5 月 9 日	19.0	2.0	
		辰 水	I 铜仁		55	5 月 9 日	21.5	1—3.0	
			II 麻阳		58	4 月24日	21.2	1.5	
		河 道 型 水 库	酉 水	风 滩 水 库	I (罗司岩)	32	4 月20日	21.2	17.0
					II (王村)	33	4 月20日	19.2	24.0
III (罗依溪)	34				4 月20日	18.0	16.0		
松桃土屯水库				29	4 月29日	22.7	1—2.0		
武 水	河溪电 站水库		I 余溪湾	40	4 月25日	21.7	8.5		
			II 坝前	41	4 月25日	23.0	12.0		
辰 水	黄土溪 水 库		I 牛潭坡	56	4 月24日	21.5	6.5		
			II 坝前	57	4 月24日	21.6	21.0		
	三级电站(龙升)水库			51	5 月 9 日	20.0	19.5		
小 型 水 库	酉 水		架枳水库		30	4 月30日	18.5	11.0	
		东方红水库		31	4 月30日	19.5	16.0		
	武 水	黄石洞水库		38	4 月15日	14.5	9.0		
		跃进水库		39	4 月15日	17.0	5.0		
山 塘 地下水	辰 水	铜仁市北郊		53	5 月 9 日	21.5	1—3.0		
		江口龙井		49	5 月14日	18.5	0.7		

* 由中国科学院水生生物研究所王骥等同志测定,并提供数据。

理化状况*

透明度 (cm)	流 速 (m·s ⁻¹)	pH	电导率 (μs·cm ⁻¹)	DO (mg·L ⁻¹)	COD (mg·L ⁻¹)	CO ₂ (mg·L ⁻¹)		Ca ²⁺ (mg·L ⁻¹)
						游离态	化合态	
见底	0.8—1.0	6.7	220	8.96	0.96	66.70	117.02	31.58
见底	0.2—0.4	6.6	276	2.82	5.09(受污)	94.30	131.41	39.44
见底	0.5	6.75	287	6.51	6.21(受污)	59.94	117.98	35.43
见底	0.3	6.3	39	7.97	1.06	59.05	41.25	2.75
见底	0.5	6.5	29	7.89	0.98	39.86	44.12	1.41
见底	0.3	6.6	32	7.94	1.46	23.40	32.61	1.41
见底	0.2	6.75	92	8.64	1.51	26.31	51.80	11.31
见底	0.4	7.2	110	7.06	1.33	9.68	53.72	6.91
见底	0.3	7.2	82	7.20	0.75	7.26	40.29	8.09
105	微<0.1	7.2	190	8.88	1.09	16.60	99.75	25.14
150	1.0	7.0	130	8.88	0.98	22.47	80.57	16.81
10(雨后)	0.5—1.0	7.25	110	8.93	1.98	8.63	53.72	12.73
60	0.2	7.25	190	8.85	1.46	15.72	97.84	24.35
65	1.0—1.5	6.8	170	8.75	2.33	39.09	86.33	21.05
见底	>1.0	7.4	232	9.46	2.22	1.56	111.27	28.36
25(雨后)	0.1	8.3	262	7.04	1.68	1.77	123.74	33.62
35(雨后)	微	7.3	265	8.05	2.09	16.76	117.02	35.43
105	微	7.0	261	8.29	2.10	31.51	110.31	33.54
≈200	0.1	7.0	198	8.42	2.79	24.66	91.13	22.23
125	微(静)	7.3	263	8.40	1.60	15.11	115.10	25.53
188	微	7.3	263	8.30	1.28	14.56	111.27	25.61
105	静	7.3	281	8.50	1.62	5.22	49.88	34.80
230	静	7.3	277	8.75	0.93	15.38	115.10	35.51
185	微	7.0	350	9.01	1.13	57.00	199.51	43.99
195	静	7.3	278	8.42	2.18	19.23	138.13	32.44
160	静	7.3	220	8.40	3.09	13.87	100.72	35.04
275	静	7.0	226	8.93	1.16	31.79	111.27	36.53
200	静	7.2	245	9.54	1.24	21.96	121.82	34.64
45	静	7.0	390	7.06	2.03	53.16	186.08	47.92
透明见底	出口0.5	6.9	540	7.79	1.29	87.62	243.64	58.21

表 1-b 沅江水系

水 体 类 型	水 体 名 称 及 采 样 点				采 样 点 编 号	碱 度 (meq/L)		
						HCO ₃ ⁻ 碱度	CO ₃ ⁼ 碱度	总碱度
河 流	武 水	峒 河	I 上游		35	2.66	0.00	2.66
			II 中游		36	2.99	0.00	2.99
			III 下游		37	2.68	0.00	2.68
	辰	太 平 河	梵 净 山	I 黑湾河	44	0.94	0.00	0.94
				II 太平河上游	45	1.00	0.00	1.00
				III 盘溪	46	0.74	0.00	0.74
			太平河下游		47	1.18	0.00	1.18
		德 旺 河	I 上游	42	1.22	0.00	1.22	
			II 凯土河	43	0.92	0.00	0.92	
			III 下游	48	2.09	0.35	2.44	
		锦 江	I 江口	50	1.78	0.09	1.87	
			II 铜仁	52	1.22	0.00	1.22	
			小 河	(铜仁)	54	2.22	0.00	2.22
	辰 水 干 流		I 铜仁	55	1.96	0.00	1.96	
		II 麻阳	58	2.31	0.44	2.75		
	河 道 型 水 库	酉 水	风 滩 水 库	I (罗司岩)	32	2.81	0.00	2.81
II (王村)				33	2.66	0.00	2.66	
III (罗依溪)				34	2.51	0.00	2.51	
松桃土屯水库			29	1.96	0.22	2.18		
武 水		河溪电 站水库	I 余溪湾	40	2.35	0.44	2.79	
			II 坝前	41	2.31	0.44	2.75	
辰 水		黄土溪 水库	I 牛潭坡	56	0.83	0.61	1.44	
			II 坝前	57	2.44	0.35	2.79	
		三级电站(龙升)水库		51	4.53	0.00	4.53	
小 型 水 库	酉 水	架枳水库		30	3.05	0.17	3.25	
		东方红水库		31	2.20	0.17	2.37	
	武 水	黄石洞水库		38	2.53	0.00	2.53	
		跃进水库		39	2.77	0.00	2.77	
山 塘 地下水	辰 水	铜仁市北郊		53	4.23	0.00	4.23	
		江口龙井		49	5.54	0.00	5.54	

* 由中国科学院水生生物研究所王骥等同志测定,并提供数据。

理化状况*

硬度(德国度)		CO ₃ ²⁻ (mg·L ⁻¹)	HCO ₃ ⁻ (mg·L ⁻¹)	PO ₄ (mg·L ⁻¹)	无机氮 (mg·L ⁻¹)			离子 总量 (mg·L ⁻¹)
钙硬度	总硬度				NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	小 计	
4.42	7.13	0.00	162.24	0.0307	0.308	0.121	0.429	192.7
5.52	8.12	0.00	182.18	0.0783	0.182	1.425	1.607	247.7
4.95	8.32	0.00	163.57	0.1346	0.232	1.177	1.409	258.4
0.38	0.44	0.00	57.18	0.0148	0.333	0.214	0.547	15.3
0.18	0.57	0.00	61.17	0.0191	0.075	0.240	0.315	5.4
0.18	0.57	0.00	45.21	0.0003	0.295	0.312	0.607	8.4
1.58	2.44	0.00	71.81	0.00	0.232	0.380	0.612	67.2
0.97	2.20	0.00	74.47	0.009	0.164	0.146	0.310	84.9
1.13	1.58	0.00	56.85	0.00	0.387	0.121	0.508	57.4
3.52	5.76	10.46	127.66	0.00	0.226	0.121	0.347	163.3
2.35	4.81	2.62	109.04	0.00	0.229	0.162	0.391	104.5
1.78	3.89	0.00	74.47	0.00	1.302	0.447	1.749	84.9
3.41	5.78	0.00	135.64	0.00	1.115	0.144	1.259	163.3
2.94	5.09	0.00	119.68	0.00	1.335	0.266	1.601	143.7
3.97	6.46	13.08	140.96	0.0985	0.017	0.141	0.158	204.5
4.70	7.50	0.00	171.54	0.0003	0.238	0.232	0.470	233.9
4.96	7.06	0.00	162.24	0.00	0.289	0.128	0.417	236.9
4.69	7.56	0.00	152.93	0.0032	0.249	0.134	0.383	232.9
3.11	5.61	6.54	119.68	0.035	0.149	0.144	0.293	171.2
3.57	6.95	13.08	146.28	0.0278	0.033	0.121	0.154	234.9
3.58	6.99	13.08	140.96	0.0632	0.042	0.121	0.163	234.9
4.87	8.00	18.31	50.53	0.0097	0.023	0.141	0.164	252.6
4.98	7.80	10.46	148.94	0.0141	0.064	0.162	0.226	248.6
6.15	11.94	0.00	276.60	0.00	1.085	0.167	1.252	320.2
4.54	8.71	5.23	186.17	0.0213	0.140	0.121	0.261	249.6
4.90	6.13	5.23	134.31	0.0206	0.008	0.152	0.160	192.7
5.11	7.05	0.00	154.26	0.0155	0.168	0.348	0.516	198.6
4.85	7.94	0.00	168.88	0.0206	0.198	0.147	0.345	217.25
6.70	6.03	0.00	257.98	0.00	0.883	1.120	2.003	359.4
8.14	12.70	0.00	337.77	0.0061	5.115	0.121	5.236	506.5

表 1-e 乌江水系理化状况*

水体类型	水体名称 及采样点	采样点 编号	采样 日期 (1988)	水 温 (°C)	水 深 (m)	透 明 度 (cm)	流 速 (m·sec ⁻¹)	pH	电 导 率 (μs·cm ⁻¹)	DO (mg·L ⁻¹)	COD (mg·L ⁻¹)	CO ₂ (mg·L ⁻¹)		Ca ²⁺ (mg·L ⁻¹)
河 流	乌江干流	I (右岸)	5月23日	21.0	2.5	35(雨后)	0.3	7.0	300	8.08	1.14	游离态 CO ₂	化合态 CO ₂	45.88
		思南断面												
		II (江心)	5月23日	21.0	3.0	50(雨后)	0.5	7.2	300	8.02	1.69	23.69	131.41	39.44
	乌江支流	III(左岸)	5月23日	21.0	2.5	50(雨后)	0.3	7.3	300	7.94	2.02	17.58	122.78	46.82
		乌江渡	5月30日	19.5	0.5(岸边)	见底	0.5	6.85	343	7.23	7.34	52.64	130.45	57.72
		印 江	5月20日	23.0	1.0	100	0.2	7.0	240	7.20	1.57	24.66	94.96	27.65
水 体 类 型	乌江干流	凯狭河	5月14日	19.9	1.0	100	0.4	7.3	245	8.66	1.83	19.78	138.12	42.26
	乌江干流	I (右岸)	2.77	0.00	2.77	6.42	7.91	0.00	168.88	0.087	1.136	0.907	2.043	271.2
		思南断面												
		II (江心)	2.99	0.00	2.99	5.52	6.99	0.00	182.18	0.0624	1.148	0.669	1.817	271.2
河 流	乌江干流	III(左岸)	2.79	0.00	2.79	6.55	6.33	0.00	170.21	0.0682	1.130	0.675	1.805	271.2
		乌江渡	2.96	0.00	2.96	8.08	9.91	0.00	180.85	0.0133	4.775	0.219	4.994	313.4
		印 江	1.96	0.39	2.35	3.87	5.39	11.77	119.68	0.0415	0.292	0.323	0.615	212.4
	乌江支流	凯狭河	3.14	0.00	3.14	5.91	7.50	0.00	191.49	0.0011	0.286	0.121	0.407	217.3

* 由中国科学院水生生物研究所王骥等同志测定,并提供数据。

—17.5℃, 最冷月 1 月均温 4.0—6.3℃, 最热月 7 月均温 23.6—29℃。年平均降水量为 1 061—1 500mm, 其中东部和东北部(清江、澧水和沅江大部分流域)雨量较多, 年均降水量多在 1 400mm 以上, 西部(主要是乌江流域)雨量少于东部和东北部, 降水量约在 1 200mm 左右。全年平均无霜期 210—331 天。本区云雾多, 湿度大, 年平均日照仅 1 095—1 770 小时, 总辐射量约 100 千卡·cm⁻²·年⁻¹, 其有效辐射量仅约为 36 千卡·cm⁻²·年⁻¹。

5. 植被

武陵山区地形起伏, 河谷交错, 气候温暖湿润, 土壤类型复杂, 因而植物种类丰富多样, 主要为亚热带常绿阔叶林, 分布在海拔 1 300m 以下的广大区域; 1 300—1 900m 为常绿落叶阔叶混交林; 1 900—2 100m 为落叶阔叶林; 2 100—2 350m 为亚高山针叶林, 2 350m 以上为亚高山灌丛草甸。全区平均森林覆盖率为 26.8%, 分布很不平衡, 其中列为国家自然保护区之一的梵净山, 其森林覆盖率达 80% 左右, 也是我国目前保存完好的原始森林类型之一, 有珙桐、银杏、冷杉、铁杉等多种第三纪古热带植物区系的孑遗植物或更古老的成分。

6. 水系

武陵山脉是长江上游支流和中游支流的分水岭, 西部属于长江上游支流乌江水系, 东部属于中游支流沅江水系、清江水系和澧水水系。由于此次考察重点是在梵净山周围的沅江水系(流经的吉首、凤凰、麻阳、古丈、松桃、铜仁、江口等地域)及乌江水系(流经的石阡、印江、思南、沿河等地域), 因此仅对这两个水系进行叙述。

(1) 乌江水系 乌江全长 1 037km, 流域面积 87 920km², 平均流量 1 650m³/秒。乌江在武陵山区流经的长度为 430km, 多纵深峡谷及险滩, 其支流属山溪型河流, 源近流短, 比降度大, 集流迅速, 石阡河(支流有凯峡河), 印江是乌江在武陵山区西部的主要支流。

(2) 沅江水系 沅江全长 1 022km, 流域面积 89 163km², 平均流量 2 170m³/秒, 沅江在武陵山区流经的长度为 300km。主要支流有酉水、武水和辰水等。酉水是沅江的最大支流, 其中碗米坡至风滩 105km 江段已成为风滩水库库区, 酉水一支流花垣河在松桃县境内称松桃河(又名松江河)。武水在吉首境内称峒河。辰水发源于梵净山西坡, 流至铜仁市境内始称绵江, 其支流有太平河、小江河、德旺河等。

梵净山为乌江和沅江水系的分水岭, 河谷切割较深, 冲沟密布, 排洩条件良好, 有 8 条较大的河流发源于此, 属乌江水系的有肖家河等 3 条, 属沅江水系(沅江上游锦江支流)的有黑弯河等 5 条。明显的瀑布圈有 3 个。

武陵山区各水系落差大, 水量充沛, 水资源十分丰富。在河流上筑坝, 建造水库, 可充分利用来发电、灌溉和养殖。

武陵山区有丰富的温泉资源, 据初步统计, 在印江、沿河、思南、石阡等县已发现的温泉有 39 处。我们在石阡县附近一小温泉(水温 24.2℃)及该县近郊凯峡河边一小温泉(水温 28℃)进行了藻类采集。

7. 水体的理化状况

在被调查的河流、山溪、大中小型水库、山塘、地下水等水体中设采样点,测定其水质的理化特征。沅江水系设立采样点 30 个,乌江水系为 6 个,大中型水库一般设采样点 2—3 个,小型水库设 1 个,水深小于 5m 的水库仅采表层水,大于 5m 的采用表、底层水样混合。测定结果见表 1 和表 2。

沅江、乌江水系的河流、水库中水质的理化特征叙述如下:

水体透明度为 100—200cm,常清澈见底。在河流源头,梵净山区,水的 pH 值常呈弱酸性(6.3—6.9),地下水出口亦如此;河流中下游、山塘、水库的 pH 值则为中性或弱碱性[7.0—7.4(—8.3)]。水体中的溶解氧状态良好,除武水、峒河中游受吉首市污染,水体严重缺氧($2.82 \text{ mg O}_2 \cdot \text{L}^{-1}$)外,其余各水体溶解氧均接近饱和。水体有机物耗氧量(COD)较低。

水体中的总碱度变化在 $0.74—5.54 \text{ meq} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间。总硬度变化在 $0.44—12.70$ 之间,均不算高,梵净山河水中硬度最低,仅在 $0.44—0.57$ 之间。由于武陵山地区石灰岩或砂岩夹灰岩共生分布广泛,绝大多数水体中的水化学类型属 $[\text{HCO}_3^-]\text{CaI}$ 型。

各水体中的游离态 CO_2 与化合态 CO_2 丰富,分别变化在 $1.56—94.30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 及 $32.61—243.64 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间,可为水生植物光合作用提供丰富的碳源。无机氮浓度变化在 $0.154—2.003(—5.236) \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间。无机磷的含量极低,除峒河吉首河段为 $0.1346 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 外,其变化在 $0.00—0.0985 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间。当无机氮含量小于 $0.10 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$,无机磷含量小于 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 时,可成为藻类生长的限制因子。水体溶解盐类的总量(即离子总量)低于 $200 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 的有 15 个采样点,为缺盐水体,其余的 21 个在 $200—506.5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 之间为淡水水体。在缺盐水体中,生物种类相对贫乏,但适宜一些嫌盐种类,如某些硅藻、鼓藻的生长。

在梵净山自然保护区区域内,黑湾河、太平河上游及盘溪等 3 条河流水质的理化状况见表 1-a、b 及表 2,梵净山自然保护区河流中主要元素背景值数据见表 3。从表中看出,梵净山自然保护区水体中的 Ca^{2+} 、 HCO_3^- 浓度虽远低于武陵山其他区域,但其水化学类型仍属 $[\text{HCO}_3^-]\text{CaI}$ 型;碱度、硬度均偏低,属弱酸性—中性的很软水;无机氮、无机磷含量也较低;电导率和离子总量仅为武陵山其他地区的 $1/3—1/2$,属于缺盐性水体;梵净山各水体 6 种主要重金属元素的背景值与国家饮用水标准进行比较,远低于容许浓度。以上各特点表明了梵净山自然保护区水体的水质是相当优良的。

表 2 梵净山自然保护区二条河流水化学特征*

河流	K $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Na $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Ca $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Mg $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	Cl^- $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	SO_4^{2-} $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	HCO_3^- $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	总碱度 $\text{me} \cdot \text{L}^{-1}$	总硬度 (德国度)	无机 N $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	无机 P $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$
盘溪	0.22	0.39	1.41	1.41	0.00	0.00	45.21	0.74	0.57	0.607	0.0003
黑湾河	0.22	0.59	2.75	1.56	0.00	0.00	57.18	0.94	0.44	0.547	0.0148

* 由中国科学院水生生物研究所王骥等同志测定,并提供数据。

表3 梵净山自然保护区河流中主要元素背景值和国家饮用水标准比较*

	铅 (Pb) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	锌 (Zn) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	铜 (Cu) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	砷 (As) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	汞 (Hg) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$	镉 (Cd) $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$
11条河及山 顶水样平均值	2.20	27.0	未检出	8.0	0.075	未检出
国家饮用 水标准	100	1 000	1 000	40	1.0	10

* 梵净山区河流中主要元素背景值数据引自《梵净山科学考察集》庞增铨等的《梵净山水的环境背景值》一文。

三、藻类区系组成与分布的特点

武陵山区自然条件优良,生境复杂多样,动植物资源相当丰富,藻类植物的种类和数量亦非常丰富,而且在区内广泛分布,几乎在各种生态环境中都有它们的踪迹。

(一) 藻类区系组成的概况

本次考察共采得藻类标本 187 号,经鉴定藻类植物达 1 159 种(包括变种、变型,下同),分别隶属于 9 个门(表 4),按种类的丰度依次为硅藻门(Bacillariophyta, 596 种),绿藻门(Chlorophyta, 287 种),蓝藻门(Cyanophyta, 124 种),裸藻门(Euglenophyta, 121 种),其余门类的种类均不多。在这些藻类中,有新种 15 种,新变种 8 个,3 个新变型,以及 141 种我国新记录(见表 4)。各门藻类植物的具体组成状况如下:

表4 武陵山区藻类的组成

门 类	总种数 (包括变种、变型)	新 种	新变种	新变型	我国新记录
蓝藻门 (Cyanophyta)	124	2	1		1
硅藻门 (Bacillariophyta)	596	7	3		106
绿藻门 (Chlorophyta)	287	2	2	3	22
裸藻门 (Euglenophyta)	121	4	1		5
金藻门 (Chrysophyta)	11				4
甲藻门 (Pyrrophyta)	11				3
红藻门 (Rhodophyta)	2		1		
黄藻门 (Xanthophyta)	1				
轮藻门 (Charophyta)	4				
绿胞藻纲 (Chloromonadophyceae)	1				
总计	1159	15	8	3	141