

江河源区生态环境问题研究现状及进展^{*}

王得祥¹, 李轶冰², 杨改河²

(1 西北农林科技大学 林学院; 2 农学院, 陕西 杨凌 712100)

[摘 要] 在了解目前国内外对青藏高原研究, 尤其是对江河源区生态环境问题研究概况的基础上, 系统综述了现阶段关于江河源区的研究现状、研究进展及存在的问题, 以期今后进一步开展该领域的研究提供参考。

[关键词] 江河源区; 青藏高原; 生态环境; 研究现状

[中图分类号] X826

[文献标识码] A

[文章编号] 1671-9387(2004)01-0005-06

“世界屋脊”青藏高原被称为地球的“第三极”, 是欧亚大陆上大江大河发育最多的区域。江河源区位于青藏高原腹地的青海省西南部, 长江、黄河、澜沧江同源于此, 被誉为“中华水塔”, 是我国江河中下游地区及东南亚国家生态环境安全和区域可持续发展的生态屏障。江河源区分布有湿润、半湿润森林, 半湿润灌丛、草原, 半干旱高寒草原和高寒荒漠等多种类型生态系统, 是我国生态系统最为特殊和脆弱的地区之一。近年来, 随着人口增长、全球气候变化、资源的不合理开发利用使该区生态环境遭到破坏, 并且呈加快趋势。生态环境恶化造成大面积的草原退化, 水土流失加剧, 生物资源减少, 人口、资源、环境和经济发展之间的矛盾日趋尖锐, 并通过影响气候变化、能量交换、物质迁移、水量改变等效应对我 国长江、黄河中下游地区生态环境产生影响。西部大开发战略决策的主要内容之一就是生态环境建设, 特别是要加强江河源区和上游地区的生态环境与自然资源保护。鉴于此, 2000-05, 省级“三江源自然保护区”批准成立, 2003-01 又晋升为国家级自然保护区。因此, 研究江河源区的生态环境及其演变, 了解其成因与机理及未来发展趋势, 对于有的放矢地保护和恢复该区的生态环境具有重要意义。

1 江河源区自然生态环境特点

1.1 生态环境敏感脆弱

江河源区地势高耸, 地形复杂, 平均海拔超过 4 000 m, 为典型的高原大陆性气候, 热量低且分布很不均匀, 年温差小、日温差大, 日照时间长、辐射强

烈, 空气稀薄、含氧量少、气压较低, 冬季以西风为主; 由于受季风的影响, 干湿季明显, 降水量少, 蒸发量大, 气候干燥; 地面寒冻分化作用强烈, 土壤发育过程缓慢, 尚处于年轻的发育阶段, 土层浅薄, 土壤有机质含量低, 沙砾性强; 高山草甸和高寒草原是该区主要植被类型和天然草场, 植被的原始性和脆弱性十分突出, 部分地区仍保持原始景观; 由于热量不足, 土层发育年轻, 土壤贫瘠, 抗侵蚀能力弱, 植物生长缓慢, 自然生产能力低下, 生态系统处于年轻的发育阶段, 表现出极大的不稳定性 and 强烈的变化。20 世纪 80 年代以后, 气候向偏暖、干旱方向发展, 造成冰川后退、湖泊萎缩、河流径流量下降。这种气候特征使生态环境更加脆弱、敏感, 加之自然生态系统的自我调节和修复能力差, 极易导致生态环境的迅速恶化。

1.2 生态环境战略地位特殊

江河源区位于青藏高原边缘地区, 是典型的不同地理区域的生态过渡带。由于不同生态系统的转换以及多样的生物栖息环境使之成为生物多样性最为独特、丰富的地区之一, 在高寒气候影响下形成的独特生态系统孕育了独具特色的生物区系和物种, 蕴含有许多青藏高原特有种和经济动、植物品种。初步查明: 该区分布有野生维管束植物 2 238 种, 其中青藏高原特有植物 1 000 余种; 野生植物中种子植物占全国总数的 8.5%, 分布有优良牧草 70 余种, 乔灌木 80 多种; 野生植物中仅中药材就有 1 000 余种。除植物资源外, 该区的野生动物中兽类有 20 科 85 种, 鸟类 16 目 41 科 237 种, 其中国家一级、二级

^{*} [收稿日期] 2003-09-05

[基金项目] 青海省重大科技攻关项目(2002-N-106)

[作者简介] 王得祥(1966-), 男, 青海乐都人, 副教授, 硕士生导师, 主要从事生态学及环境科学研究。

保护动物 69 种^[1]。

江河源区冰川和湿地广布,湖泊众多,水系发育,水资源极为丰富,是长江、黄河、澜沧江流域的主要产流区和水源涵养区。据资料显示^[1],长江源区地表水资源总量 177 亿 m³,黄河源区地表水资源总量 232 亿 m³,澜沧江流域地表水资源总量 107 亿 m³;长江总水量的 25%,黄河总水量的 49%,澜沧江总水量的 15% 均来自该区;该区水文、水系变化和土地利用状况、植被覆盖度变化等都将影响到青藏高原的热力作用,进而影响季风的进度和性质,在一定程度上制约着大气环境和大小尺度的气流交换。因此,恢复和保持该区生态系统的良性循环,积极保护该区自然生态环境和生物资源不受干扰和破坏,是使江河源头水资源洁净和持续补偿,珍贵的生物基因免遭遗失的前提,也是我国中下游地区水源和生态环境安全的保障。

1.3 生态环境质量退化严重

由于全球变化和人为因素干扰,20 世纪 80 年代以来,江河源区生态环境恶化趋势加重,土壤侵蚀面积达 10.6 万 km²,占源区土地总面积的 41%。草原退化和土地沙漠化问题日趋严重,草场退化面积达 250 万 hm²,占源区可利用草地面积的 17%。退化草场中毒草大量滋生、鼠害肆虐,载畜能力大幅降低。由于植被减少、冰川退缩、湖泊干涸、湿地缩小导致水源涵养功能下降,不到 5 年时间,仅阿尼玛卿雪山冰川末端上升 200 m,鄂陵湖、扎陵湖水位下降 2 m 以上;黄河径流量逐年减少,近 9 年来出境(省)水量比正常年份减少 23%,使黄河中下游地区多次断流,生态环境形势严峻^[2,3]。

2 青藏高原考察研究简史

有关江河源区的研究属青藏高原研究的一部分。青藏高原作为一个敏感的和具有驱动作用的地区,长期以来受到世界各国的关注,在生物多样性保护、全球变化和可持续发展方面更成为当前国际研究的热点地区之一。

2.1 科学考察

2.1.1 初级阶段考察 19 世纪以后,对青藏高原研究较多的是动植物种类和利用方面,其中有法国、英国、俄国、德国、奥地利、比利时、瑞典、美国、印度等国家的学者。他们将研究结果发表在诸如《Flora of British India》《Western Himalaya and Tibet》《Flora Tangutica》以及《Flora of Tibet and High Asia》等许多有关区系、自然地理和旅行札记中,为青

藏高原这一过去世界上极少被了解的区域积累了最为基础的科学资料。20 世纪初期,我国生物学界的学者也在极其困难的条件下深入青藏高原,特别是在四川、云南等地进行了生物标本的采集和植被的考察,为其后的区系和植被调查奠定了基础,并积累了宝贵的资料。1950 年西南军政委员会农林部组织了川西和青海北部地区的农林资源考察。1955 年林业部森林综合调查队对四川西部和云南西北部林区进行了林型、土壤、更新、病虫害和森林生长过程等方面的调查。1958~1959 年,中苏西南森林综合考察队对米亚罗、马尔康、峨边等地区的森林进行了调查研究^[4,5]。

2.1.2 系统综合考察 中国科学院组织的一系列大规模的综合考察队将在该区的诸多研究推向系统化的阶段。珠穆朗玛峰登山队科学考察队,在珠穆朗玛峰附近进行的动植物采集和调查(1959 年);青甘综合考察队对青海和甘肃生物资源的考察(1958~1960 年);西部地区南水北调综合考察队对横断山区的生物资源进行了系统的研究(1959~1961 年);西藏综合考察队在西藏中部进行了历时 8 个月的植物采集和地植物学概查工作,并出版了《西藏中部的植被》,对那曲、拉萨、日喀则、江孜、山南地区植被的主要类型、分布规律、地植物学分区及其开发利用进行了研究(1960~1961 年);河西荒地考察队对甘肃黑河流域的自然条件及宜农荒地进行了考察(1965~1966 年);1965 年又组织了西藏科学考察队(1965~1968 年),配合登山与地区建设对西藏的农业和植被进行了考察,并出版了 7 本专著和图集;祁连山考察队对甘肃地区的草场资源进行了调查(1966~1968 年);青海海南荒地考察队(1970 年)以及青海玉树草场考察队(1970 年)对青海地区的宜农荒地和东畜西迁等问题进行了研究^[4~10]。

1973~1980 年,青藏高原综合科学考察队以西藏地区为对象,以高原隆起对自然环境和人类活动的影响为主题对全区进行了全面、系统和多学科的综合考察,对高原生物区系组成和演化有了较深刻的认识。研究证明,青藏高原的隆起不仅为古老的区系成分提供了避难所,同时也促进了新动植物种的分化和产生。有关地理、地貌、土壤和气候等方面的研究为生态系统中环境因素及其与生物因素相互作用的研究打下了坚实的基础。1981~1985 年,青藏高原综合科学考察队对横断山区生物区系的组成、起源与演化,横断山自然垂直带的结构及其分异规律,横断山自然保护与自然保护区以及横断山农业

自然资源的评价和合理开发利用问题进行了研究, 积累了宝贵的资料^[9, 10]。

1980年北京“青藏高原国际研讨会”是国际合作研究青藏高原问题新局面的开始, 如中法喜马拉雅联合考察(1980~1982年)、中英拉萨-格尔木综合地质考察(1985年)、中德青藏高原考察(1981年, 1985~1989年)、中日西昆仑山联合考察(1987年)、中法喀喇昆仑山-西昆仑山考察(1989~1990年)等^[4]。

2.2 开发规划

20世纪80年代后期, 随着全国经济的腾飞, 西藏的开发问题提到了紧迫的议事日程。青藏综合科学考察队于1989年组成了多部门、多学科的规划队伍, 对“一江两河”地区的自然条件、自然资源和社会状况进行了综合分析, 提出了要把“一江两河”地区建设成西藏的商品基地、畜产蔬菜副食品基地、轻纺手工业基地和科技示范推广基地的战略目标; 在农业方面提出要改变大农业结构, 改变畜牧业的从属地位, 加强林业建设, 把种植业的二元结构改变为三元结构, 以饲草、饲料为突破口, 加快畜牧业的发展, 加快综合防护林体系建设, 防治荒漠化的发展; 同时提出要种、养、加结合, 使农畜产品增值等一系列建议和设想^[11]。

2.3 科学研究

“八五”期间, 青藏高原的研究是在大规模科学考察取得重要成果的基础上, 围绕国际科学竞争的前沿领域和高原环境与发展实际需要的课题进行深入研究, 并组织 and 开展了国家攀登项目“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统的研究”。通过综合分析, 揭示和阐明生物对高原的适应特性与对策; 生态系统的稳定性及其演化趋势; 生态系统的类型、生物和生产力与高原环境的关系, 并通过各种试验示范研究, 探索各类生态系统可持续发展的优化模式。

“八五”、“九五”期间, 对青藏高原湖泊研究也取得了新进展^[12]; 季国良等^[13]利用在五道梁的太阳直接辐射和太阳光度表观测资料对青藏高原北部的地表辐射收支特征进行了研究; 汤懋苍等^[14]探讨了20世纪青藏高原气候的3次突变及与天文因素的关系, 认为20世纪青藏高原的气候变化经历了3次突变, 即“暖突变”、“冷突变”和“暖突变”, 而且还发现这3次突变与太阳黑子周期长度和地球自转变化有密切关系, 同时对高原近代气候变化对环境的影响进行了阐述; 姚檀栋^[15]通过对青藏高原冰芯的研究, 认为青藏高原近百年来平均气候状况是高原

地区近600年来最温暖的时期, 冰芯记录还表明, 高原地区在20世纪初和60~70年代处于相对低温时段; 70年代末开始至今的升温是过去50多年来最强烈的一次。此外, 在青藏高原生物资源的研究开发、高寒草甸害鼠的数量动态与鼠害的综合治理等方面也取得了进展^[16~18]。

3 江河源区生态环境问题研究进展

与青藏高原研究相对应, 早期对江河源地区的研究主要以确定源头和科学考察为主。近10~20年来, 针对江河源生态环境问题的研究主要集中在源区的环境背景、环境地位、自然资源等方面。随着国家发展战略的西移和对该区环境问题的日益重视, 该领域的研究越来越受到重视, 研究范围也越来越广泛, 主要围绕生物资源、水环境、冰川冻土、气候特征及其变化、草地退化、环境特征及其成因、环境质量评价等方面开展了一系列研究。

3.1 源头确定与科学综合考察

3.1.1 源头确定 1956年和1977年长江水利委员会组织了大规模的长江源头科学考察, 在第2次考察中确定长江源头为唐古拉主峰各拉丹西南侧的姜根迪如冰川; 关于黄河源头问题自20世纪初在学术界一直存有争议, 直到1952年黄河水利委员会的大规模考察后, 于1985年确认约古宗列曲为正源; 对澜沧江流域的考察较晚, 1994年中国科学院综合考察队与日本东京农业大学进行了联合考察, 1999年确定澜沧江正源为扎阿曲^[19]。

3.1.2 科学综合考察 20世纪80年代初, 对长江、黄河源区的综合科学考察第一次全面调查了该区的地貌、土壤、植被、水文等, 并论述了其自然环境状况^[3, 5, 8]。90年代以来, 中国科学探险协会、中国科学院有关研究所、中国林业科学研究院、青海省林业局等对长江、黄河、澜沧江源区多次组织了科学探险考察, 对该区的资源环境及其演变有了一定的认识, 并建议成立三江源自然保护区。由中国林业科学院组建的三江源科学考察队于2001-07对该区(自然保护区)进行了全面考察, 通过对地质、土壤、气候、水资源与湿地生态系统、植被类型分区、高山植物生态系统的功能、植物区系、社会经济状况、旅游资源等较为系统的分析, 完成了“三江源生物多样性——三江源自然保护区科学考察报告”, 为三江源自然保护区建立提供了丰富的资料和有力的佐证。青海省畜牧、林业、草原、土地等专业部门, 也陆续分别对相

关领域进行了普查和研究工作,初步掌握了自然资源及其利用现状与存在问题^[1,4,5,7]。

3.2 生态环境及其问题探索

3.2.1 自然资源调查研究 对该区自然资源的研究主要围绕水资源、植物、湿地等方面展开。孙广权等^[20]围绕动植物种类、水分补给形式、发育阶段等,对长江源区冰缘沼泽进行了研究,认为该区 80% 的沼泽属于泥炭沼泽。吴玉虎^[21,22]通过对长江、黄河源区植物区系的研究,指出长江源区分布有种子植物 62 科、321 属、1 377 种,其中温带植物占 96.81%;黄河源头分布有种子植物 41 科、142 属、462 种,其中温带植物居多,种类贫乏。李来兴等^[23]研究认为,江河源区的湿地约 9 500 km²,分布有水生、湿生、沼生植物 200 余种,水禽 37 种,鱼类 50 种,爬行类 7 种,浮游动植物 38 种。李来兴^[24,25]还对长江源区主要脊椎动物类群、湿地及水禽进行了详细调查,发现约有 215 种脊椎动物,其中鱼类 21 种(特有鱼类 8 种)、两栖类 6 种、爬行类 2 种、鸟类 126 种(水鸟约 29 种、雉类 10 种、猛禽 10 种、雀形目鸟类 84 种)、哺乳类 60 种(野牦牛、藏野驴等大型兽类 10 种、啮齿目 15 种、兔形目 8 种);长江源区有湿地 4 400 km²,其中沼泽型 3 000 km²,河床型 800 km²,湖泊型 600 km²,水禽约 29 种,我国第一个国家级的以保护、繁殖黑颈鹤为主的水禽保护区就位于该地区。

3.2.2 气候及其变化研究 关于气候变化,张玉芳等^[26]通过综合分析钻孔剖面的孢粉及易溶盐等气候代用指标,揭示了黄河源区全新世以来的气候演化经历了升温期(10.4~7.5 ka B. P.)、大暖期(7.5~3.5 ka B. P.)和降温期(3.5 ka B. P. 至今)3 个阶段,各期的界限是激烈的升温或降温事件。高晓清等^[27]在综合分析青藏高原地质历史气候变化的基础上,结合仪器观测资料对长江源区 30 年来气温、降水时空变化特征进行了分析。邵玉红等^[28]、汪青春等^[29]分析总结了长江、黄河源区的气候特征,认为长江源地属于高原寒漠气候,而黄河源地则属于高寒半干旱气候,其基本特征是日照长、风大、低温、蒸发小、相对湿润;江河源区近 40 年来年平均气温总体变暖,黄河源地温度变化倾向率大于长江源地;两地尤其是黄河源地的最低气温趋向上升而最高气温趋向下降;长江、黄河源地年降水量各以 -0.70 和 +0.41 mm/年的速度变化,长江源地降水减少主要发生在夏季,其他季节呈正变化,黄河源地降水增加主要发生在冬、春季,夏、秋季则呈负变化。

张占峰^[30]、王根绪^[31]对近 40 年来三江源的气候特征进行了分析,认为该区水资源、年蒸发量和各季蒸发量呈弱的减小趋势,热量、光能资源有所增加;气候的暖湿变化趋势造成冰川退缩,冻土融区范围扩大,季节融化层增厚,甚至下伏多年的冻土层完全消失,多年冻土退化造成植被因根系层水分减少、表土干燥而退化。沈永平等^[32]研究认为,2100 年江河源区将增温 2.4~3.2℃,降水量变幅为 -50~+200 mm;温带草原到寒温带针叶林群落面积将增加,而温带荒漠到冰缘荒漠的面积将缩小,分布界线向更高海拔迁移;冰川将大量退缩,草地和湿地蒸发量加大,许多湖泊将退缩和干涸,并伴以沼泽地退化、沙化扩展、草地退化等生态问题。

3.2.3 生态环境问题分项研究 关于生态环境问题,傅强等^[33]研究认为,长江源区大气质量优于国家环境空气质量标准一类区各类污染物标准值。付德黔等^[34]指出,长江源区河流中元素浓度受区域基岩的影响大,源区的水环境处于原始状态,但是河流泥沙含量高,出现污染,说明水土流失加剧;李玉方等^[35]计算出长江源区退化草地和水土流失面积分别为 2.47 和 10.63 万 km²。燕华云^[36]研究认为,黄河源区年降水变差系数为 0.23,年际变化不大,受湖沼水面蒸发的影响,20 世纪 90 年代以来,大部分年份径流量小于多年平均值,但总变化趋势不大。吴豪等^[37]通过长江源区冰川对全球气候变化的响应研究认为,长江源区气候呈暖干化的趋向,预计在 21 世纪的不同时期雪线将上升 16~50 m。严作良等^[38]通过对江河源区草地退化状况及成因的分析得出,季节性过牧是导致近期草地退化的主要因素。董锁成等^[39]从生态环境现状、科学研究、可持续发展等方面探讨了该区的主要生态环境问题及对策。阎水玉等^[40]分析了长江源区的沙化现象,并探讨了沙化的历史演变过程。张国胜等^[41~43]则围绕黄河源区的气候变化对草原荒漠化的影响、黄河上游气候变化及其对黄河水资源的影响、青南地区气候变化对江河源区高寒草地资源的影响等内容展开研究。

此外,许多学者围绕黄河源区的古冰川与古环境、生态环境及其恢复,江河源头天然林资源现状及保护与发展,青藏高原气候变化对江河源区草地生态系统的影响,青藏高原东北部 15 万年来的多年冻土演化,长江源生态环境问题与可持续发展对策,江河源区环境资源效益价值市场,江河源区植被退化,黄河源头断流的成因、灾害形势,小流域治理成效,源区的水土保持等方面开展了一系列研究^[44~52]。上

述研究无疑为该区生态环境的进一步研究积累了丰富的基础资料。

3.2.4 生态环境问题系统研究 近几年来,对江河源问题的研究越来越深入、系统。王根绪等^[53]结合中国科学院“西部之光”计划项目“黄河上游生态环境变化及其对上游地区可持续发展的影响研究”和“西部生态环境保护与建设前期研究”等重大项目,对江河源的生态环境构成、植被与草地生态、土地资源与土壤生态、湿地生态、冻土环境及其变化、水文与水资源、生物多样性、生态环境变化特征及其成因和区域可持续发展进行了研究,提出经济与社会可持续发展的对策及建议。随着研究的不断深入,中国农业大学、青海草原总站等单位对源区优良牧草的选育、草场改良等问题也展开了研究。1992年以来,西北农林科技大学等单位结合项目研究,在生态环境背景、草地结构变化、气候变化等方面取得了进展。据悉,青海省气象局也将组织力量,运用遥感资料对源区生态环境变化进行监测。以上考察和研究是迄今为止最为系统、详尽的有关江河源考察和研究的成果。

4 存在问题及展望

作为一个社会经济复合系统的生态环境问题,以往开展的研究以定性描述和本底资料调查居多,定量系统分析较少。尤其是从区域、景观水平上定量评价生态环境的变化过程及趋势方面开展的研究尚属空白,缺乏区域可持续发展潜力、环境质量评价体系、人为因素对草地生态系统的干扰强度等关键问题的研究,从而限制了对该区生态环境现状、发展趋势的客观、全面评价,也很难提出一整套科学的生态保护、恢复方案。类似这些问题需在以后的研究中予

以重点解决。当然,开展类似问题研究的难度是显而易见的,即使1993年国家攀登计划项目“青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究”中“青藏高原生态系统结构、功能及演化分异的研究”课题,也很少涉及到该区草地生态系统结构、功能及退化机理方面的研究内容。为此,1998年的国家重点基础研究发展规划已将“青藏高原形成演化及其环境资源效应”立项。青海省科技厅也将“江河源区生态环境的演变与质量评价体系研究”确定为青海省重大科技攻关项目,进行系统研究。关心和研究江河源生态环境的部门、学者愈来愈多,以期在以往一系列研究成果的基础上取得新的进展。

值得指出的是,有关青藏高原和江河源区的早期科学考察填补了这方面的空白,并积累了基本的科学资料,随着研究领域的拓广拓深,逐步发展到围绕中心课题开展研究,从各学科的专门考察到多学科的综合研究和理论探讨;从基础性研究到结合研究区保护和建设实践的应用研究;从专题的应用研究到区域性的开发整治和规划建设。在研究区域上,主要侧重于对我国影响深远的长江和黄河源区。研究手段和方法上,从传统的野外路线考察到后来结合遥感手段开展宏观分析与微观论证相结合,野外考察和实验分析相结合,面上考察研究和定位、半定位试验观测相结合,加强了综合论证,研究水平不断提高。但是,由于江河源区的生态环境问题十分复杂,研究基础仍很薄弱。江河源区生态环境恶化趋势的加剧已引起了国内外的广泛关注,该区生态环境演变的系统研究不断加强,已取得了不少成果,但仍需对其进行深入研究并提出实践性较强的综合保护对策,以解决江河源区尚未知的有关生态环境方面的诸多科学问题。

[参考文献]

- [1] 李迪强,李建文.三江源生物多样性——三江源自然保护区科学考察报告[M].北京:中国科学技术出版社,2002
- [2] 韩永荣.江河源区生态环境面临的问题和防治对策[J].环境保护,2002,(6):31-33
- [3] 程国栋.关于江河源区生态环境保护与建设研究的几点认识[J].地球科学进展,1998,13(增刊):1-5
- [4] 中国青藏高原研究会.青藏高原研究会第一届学术讨论会文选[M].北京:科学出版社,1990
- [5] 孙鸿烈.青藏高原科学考察研究的回顾与展望[J].资源科学,2000,22(3):6-8
- [6] 郑度,杨勤业,刘燕华.中国的青藏高原[M].北京:科学出版社,1985
- [7] 刘东生.青藏高原科学考察五十年启示——试谈青藏高原科学考察效应[J].资源科学,2003,25(2):1-5
- [8] 洛桑·灵智多杰.青藏高原环境与发展概论[M].北京:中国藏学出版社,1996
- [9] 秦大河.青藏高原生态系统研究[M].北京:科学出版社,1999
- [10] 李文华,周兴民.青藏高原生态系统及优化利用模式[M].广州:广东科技出版社,1998
- [11] 杨改河.西藏“两江两河”农业区域开发潜力与模式及其理论研究[M].西安:陕西科学技术出版社,1994
- [12] 李世杰,Löff H.青藏高原现代湖泊变化与考察初步报告[J].湖泊科学,1998,10(4):95-96

- [13] 季国良, 顾本文, 吕兰芝 青藏高原北部的大气加热场特征[J]. 高原气象, 2002, 21(3): 238- 242
- [14] 汤懋苍, 白重瑶 本世纪青藏高原气候的 3 次突变及与天文因素的关系[J]. 高原气象, 1998, 17(3): 250- 257
- [15] 姚檀栋 青藏高原冰芯的研究成果简介[J]. 中国科学基金, 2002, 16(2): 96- 98
- [16] 冯 松, 姚檀栋, 江 灏, 等 青藏高原近 600 年的温度变化[J]. 高原气象, 2001, 20(1): 105- 108
- [17] 徐世晓, 赵新全 青海省草地鼠害现状及其治理[J]. 家畜生态, 2002, 23(1): 47- 49
- [18] 王文颖, 王启基 高寒蒿草草甸退化生态系统植物群落结构特征及物种多样性分析[J]. 草业学报, 2001, 10(3): 8- 14
- [19] 周长进, 关志华 澜沧江(湄公河)正源及其源头的确定[J]. 地理研究, 2002, 20(2): 185- 190
- [20] 孙广权, 邓 伟, 邵庆春, 等 长江源区冰缘沼泽的研究[J]. 地理科学, 1990, 10(1): 86- 94
- [21] 吴玉虎 长江源区植物区系研究[J]. 西北植物学报, 2002, 20(6): 1086- 1101
- [22] 吴玉虎 黄河源区植物区系研究[J]. 西北植物学报, 1995, 15(1): 82- 85
- [23] 李来兴, 周兴民, 王启基 江河源区的湿地及其主要生物类群[J]. 青海环境, 1998, 8(3): 108- 114
- [24] 李来兴 长江源地区的主要脊椎动物类群[J]. 地球科学进展, 1998, 13(增刊): 91- 94
- [25] 李来兴 长江源湿地与水禽初报[J]. 地球科学进展, 1998, 13(增刊): 100- 103
- [26] 张玉芳, 张俊牌, 徐建明, 等 黄河源区全新世以来的古气候变化[J]. 地球科学, 1995, 20(4): 445- 449
- [27] 高晓清, 汤懋苍, 蔡 英 青藏高原长江源区的气候变化[J]. 地球科学进展, 1998, 13(增刊): 37- 45
- [28] 邵玉红, 张海玲 长江黄河源区的气候特征[J]. 青海环境, 1998, 8(2): 68- 72
- [29] 汪青春, 周陆生, 张海玲, 等 长江黄河源区气候变化诊断分析[J]. 青海环境, 1998, 8(2): 73- 77
- [30] 张占峰 近 40 年来三江源气候资源的变化[J]. 青海环境, 2001, 11(2): 60- 64
- [31] 王根绪 40 年来江河源区的气候变化特征及其生态环境效应[J]. 冰川冻土, 2001, 23(4): 46- 51
- [32] 沈永平, 王根绪, 吴青柏, 等 长江—黄河源区未来气候情景下的生态环境变化[J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 308- 312
- [33] 傅 强, 付德黔, 舒俭明 长江源区大气环境考察报告[J]. 中国环境监测, 1999, 15(1): 21- 22
- [34] 付德黔, 王晓惠, 刘 京, 等 长江源区水环境背景值调查分析[J]. 中国环境监测, 1998, 14(1): 9- 11
- [35] 李玉方, 马海州 长江源区生态环境现状及成因分析[J]. 青海科技, 1999, (12): 26- 29
- [36] 燕华云 黄河源区地表水特点[J]. 西北水资源与水工程, 2000, 11(1): 31- 34
- [37] 吴 豪, 虞孝感, 许 刚 长江源区冰川对全球气候变化的响应[J]. 地理学与国土研究, 2001, 17(4): 1- 5
- [38] 严作良, 周华坤, 刘 伟 江河源地区草地退化状况及成因[J]. 中国草地, 2003, 25(1): 73- 78
- [39] 董锁成, 周长进, 王海英 “三江源”地区主要生态环境问题及对策[J]. 自然资源学报, 2002, 17(6): 713- 719
- [40] 阎水玉, 赵秀峰, 王绍令 长江源区沙化现象的初步探讨[J]. 长江流域资源与环境, 1996, 5(4): 362- 366
- [41] 张国胜, 李 林, 时兴合 黄河上游地区气候变化及其对黄河水资源的影响[J]. 水科学进展, 2000, 11(3): 277- 283
- [42] 张国胜 黄河源区气候变化及其对草原荒漠化的影响[J]. 资源生态环境网络研究动态, 2000, 11(1): 18- 22
- [43] 张国胜, 李 林 青南高原气候变化对江河源地区高寒草地资源的影响[J]. 资源生态环境网络研究动态, 1998, 9(4): 18- 20
- [44] 郑本兴, 王苏民 黄河源区的古冰川与古环境探讨[J]. 冰川冻土, 1996, 18(3): 210- 218
- [45] 潘保田, 徐叔鹰 青海高原东部晚第四纪自然环境演化探讨[J]. 科学通报, 1989, 34(7): 534- 536
- [46] 程胜高, 吴登宽, 陈德兴 长江源生态环境与可持续发展对策[J]. 地球科学, 1999, 24(4): 423- 426
- [47] 韩永荣 江河源头的灾害形势和生态战略构想[J]. 中国减灾, 2000, 10(4): 36- 39
- [48] 朱丽东 青海省草原生态环境分析[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 1999, (4): 48- 52
- [49] 马玉寿, 郎百宁, 李青云, 等 江河源头草地生态环境现状及恢复途径[J]. 中国草地, 1999, (6): 59- 61
- [50] 赵名茶, 张 明 青海南部地区生态环境质量评价模型[J]. 资源科学, 1999, 21(3): 16- 22
- [51] 董得红 江河源头天然林资源现状及保护与发展[J]. 林业资源管理, 1999, (5): 23- 27
- [52] 邱 丹, 王国胜 青海高原气候变化对青南地区高寒草地生态系统的影响[J]. 青海科技, 2000, 7(2): 23- 25
- [53] 王根绪, 程国栋, 沈永平, 等 江河源区的生态环境变化及其综合保护研究[M]. 兰州: 兰州大学出版社, 2001

Progress in the study of the environment of the source regions of Yangtse River, Yellow River and Lantsang River

WANG De-xiang¹, LI Yi-bing², YANG Ga-i-he²

(1 College of Forestry; 2 College of Agronomy, Northwest Sci-Tech University of Agriculture and Forestry, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on the survey of research of Tibet Plateau, the present situation and advance of the research for eco-environmental problems at the resource region of Yangtse, Yellow and Lantsang Rivers were dissertated in detail and a series of suggestions for further research were proposed.

Key words: source regions of Yangtse River, Yellow River and Lantsang River; Tibetan Plateau; eco-environment; present situation of research