

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3142.2014.05.005

唐金刚,李苇洁,周传艳. 高原湿地草海水生植物多样性变化研究[J]. 广西植物,2014,34(5):601-607

Tang JG, Li WJ, Zhou CY. Study on aquatic plant diversity changes in Caohai plateau wetland[J]. *Guihaia*, 2014, 34(5):601-607

# 高原湿地草海水生植物多样性变化研究

唐金刚<sup>2</sup>, 李苇洁<sup>2</sup>, 周传艳<sup>1,2\*</sup>

(1. 华南理工大学 环境与能源学院, 广州 510640; 2. 贵州省山地资源研究所, 贵阳 550001)

**摘要:** 采用文献对比, 结合野外补点调查和观测, 研究高原湿地草海水生植物多样性变化。结果表明: 近三十年来, 到草海越冬的黑颈鹤种群有逐渐增大趋势, 1985年223只、2005年506只, 到2011年约为1000只。2005年草海共有维管束植物49种, 隶属25科37属, 较1983年新增5科10属11种, 2012年调查发现草海水生植被朝沼泽植被方向演替发展, 荆三棱群落与水葱、李氏禾、水莎草和灯芯草群落一起发展为草海湖滨带主要优势挺水植物群落。空心莲子草在水体东部、东南及东北部入侵危害严重。外界干扰是草海生物多样性变化的主要原因, 减少人为负面干扰、维护草海及周边环境稳定是保护和增加水生植物多样性的的重要举措。

**关键词:** 草海; 高原湿地; 水生植物多样性; 变化**中图分类号:** Q948.1; P931.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3142(2014)05-0601-07

## Study on aquatic plant diversity changes in Caohai plateau wetland

TANG Jin-Gang<sup>2</sup>, LI Wei-Jie<sup>2</sup>, ZHOU Chuan-Yan<sup>1,2\*</sup>

(1. College of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China; 2. Guizhou Institute of Mountain Resources, Guiyang 550001, China)

**Abstract:** Based on the data of literature and field survey, aquatic plant diversity of Caohai plateau wetland was analyzed. The results showed that the number of *Grus nigricollis* wintering in Caohai had increased from 223 in 1985 to 506 in 2005, and 1000 in 2011. And the number of families and genera of the aquatic plant had significantly increased. There were 49 species subjected to 37 genera of 25 families in 2005, in which 11 species and 10 genera and 5 families were new record contrast with 1983. The Comm. of *Scirpus yagara*, *S. tabernaemontani*, *Leersia hexandra*, *Juncus serotinus* and *Juncus effusus* became main dominant communities along the lakeside. Aquatic vegetation had been changing in the direction of marsh vegetation. The speed of Comm. of *Alternanthera sessilis* spread had been faster than anticipated, particularly seriously in the east, southeast and northeast of Caohai wetland. Interference is the main reason for the change of biodiversity in Caohai. Reducing human disturbance, maintaining a stable surrounding environment of Caohai are important measures to protect and increase the diversity of aquatic plants.

**Key words:** Caohai; plateau wetland; aquatic plant diversity; changes

贵州草海国家级自然保护区主要保护对象是黑颈鹤(*Grus nigricollis*)为主的珍稀鸟类及高原湿地生态系统, 1985年经贵州省人民政府批准建立, 1992年晋升为国家级自然保护区, 是全国8个最重

要候鸟越冬地之一(张张海等, 2007)。该保护区为贵州水生植物生态系统多样性保护提供了一个理想基地和平台。本文从生态动力学视角, 基于保护区建立前期1983年和近期2005年所观测的资料, 结

收稿日期: 2014-01-03 修回日期: 2014-03-10

基金项目: 贵州省国际科技合作计划项目(黔科合外G字[2012]7032号); 国家科技支撑计划专题二(2011BAC02B0202)。

作者简介: 唐金刚(1981-), 男, 贵州镇宁人, 硕士, 助理研究员, 主要从事植物学、生态学研究, (E-mail) tjg12@qq.com。

\*通讯作者: 周传艳, 博士, 副研究员, 主要从事生态恢复和生物多样性保育研究, (E-mail) 466947509@qq.com。

合 2012 年所作的野外补点调查,对比并梳理近三十年来草海的生物多样性变化情况,分析生物多样性变化的驱动因子,提出今后保护和利用的措施,为高原湿地生态系统的进一步研究提供参考。

## 1 研究地概况

草海位于贵州省威宁县城西侧( $104^{\circ}12' \sim 104^{\circ}18' E, 26^{\circ}49' \sim 26^{\circ}53' N$ ),湖底平均海拔 2 170 m,自然保护区面积为 96 km<sup>2</sup>,包括整个草海湖集水域。草海湖盆面积约 47 km<sup>2</sup>,包括草海湖(25 km<sup>2</sup>)及周围的沼泽和湿草地(李凤山,1999)。处于贵州境内长江水系和珠江水系的最高分水岭地带,该地带为乌江上游的六冲河、三岔河,金沙江上游的横江、牛栏江,北盘江上游的可渡河等的上源地。草海发育在威(宁)、水(城)大背斜的西北侧,轴向为北西—东南,轴部由下石炭纪浅灰色块灰岩、白云质灰岩、泥灰岩及页岩、硅质岩等组成(向应海等,1986),是典型的喀斯特湖,也是贵州省境内最大的淡水湖。

草海处在全年湿润的东南季风与冬干夏湿的西南季风的过渡地带之内,冬季较暖而长,春秋相连无夏(罗伦,1984)。草海地区光能丰富、干湿分明。1 月平均气温 1.9 °C,7 月平均气温 17.7 °C,多年平均降雨量 950.9 mm,11 月至次年 4 月为旱季,平均降水量 113.1 mm;5—10 月为雨季,平均降水 837.8 mm,以 5 月下旬至 7 月上旬降水最丰,常有大雨或暴雨。1951—1980 年平均日照时数为 1 805.4 h,年平均相对日照为 41%。多年平均太阳光能总辐射为 466.3 kJ·cm<sup>2</sup>。草海地区光能资源稍小于昆明,优于贵州全省,大于长江以南同纬度地区(刘家庄等,1986)。草海形成于距今 20 万年前,经历过生成、消亡、复苏和人为放干、蓄水恢复 5 个阶段。1972 年草海湖水被人为挖渠放水而消失。到 1982 年又复筑坝恢复草海水面达 18.16 km<sup>2</sup>(刘家庄等,1986)。2005 年草海水面略有减少,为 17.68 km<sup>2</sup>。平均水深 1.35 m,比 1982 年浅 0.65 m,最深处由 5 m 减为 2.8 m(张华海等,2007)。

## 2 数据来源及调查方法

本研究采用的数据资料源自 1983 年和 2005 年贵州科学院在草海国家级自然保护区进行的 2 次调查的数据,以及 2012 年 6 月中旬草海黑颈鹤食物的

多样性补点调查数据(图 1)。

1983 年研究线路依据湖泊水生维管束植物调查的内容与方法(袁家谟,1986;陈翔,2007)。由大江家湾至顾家底下自北向南每 400 m 设样点 1 个,结合水域深浅、湖湾差异及水草疏密度等,选择有代表性的水域布点,共设调查样点 15 个,依据气候季节变化及植物物候,调查采集标本,生物量测定时间为 3、6、9、11 月,定点定位定人采样测量。用直径 36 cm 的湖底三角拖网按 1 m<sup>2</sup> 采样,每点采样 2 次,求平均值,在浅水区以人工拉线 1 m<sup>2</sup> 直接采样。水草样品淘洗净稍滴水即用粗台秤称重,室内用远红外线烘干箱烘样品,100 °C 烘干至恒重(袁家谟,1986)。2005 年 8 月对草海水生植物多样性进行一次布点调查共 10 个样点。用手持 GPS 定位,标志杆围成 2 m×2 m 的样方,固定专人同步采样。生物量测试方法同 1983 年。另外,针对黑颈鹤主要食物的植物多样性补点调查于 2012 年 6 月中旬在刘家巷簸箕湾和胡叶林进行,共设 1 m×1 m 样地 27 个,调查内容包括生境描述、样方内的物种、种群数量、平均高度、长势、生物量、繁殖更新方式等,用于草海水生植物多样性变化对比研究。

## 3 植物多样性现状及变化

### 3.1 维管束植物多样性

2005 年草海水生植物种类计有维管束植物 49 种,隶属于 25 科 37 属,较 1983 年的名录新增 5 科 10 属 11 种;另有大型藻类(轮藻门)1 科 3 属 3 种,与 1983 年相同。两次调查结果显示,植物种类数量及分布以单子叶植物占优势,常见单子叶植物有眼子菜科的竹叶眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、光叶眼子菜(*P. lucens*)、微齿眼子菜(*P. maackianus*)、穿叶眼子菜(*P. perfoliatus*)、龙须眼子菜(*P. pectinatus*);茨藻科的茨藻(*Najas marina*);泽泻科的泽泻(*Alisma plantagoaquatica* var. *orientale*)、慈姑(*Sagittaria sagittifolia*);水鳖科的黑藻(*Hydrilla verticillata*)、海菜花(*Ottelia acuminata*);禾本科的菰(*Zizania latifolia*)、李氏禾(*Leersia hexandra*);莎草科的水葱(*Scirpus tabernaemontani*)、蘆草(*Scirpus triqueter*)、水莎草(*Juncellus serotinus*);浮萍科的紫萍(*Spirodela polyrhiza*)、浮萍(*Lemna minor*)。双子叶植物主要有金鱼藻科的金鱼藻(*Ceratophyllum demersum*);

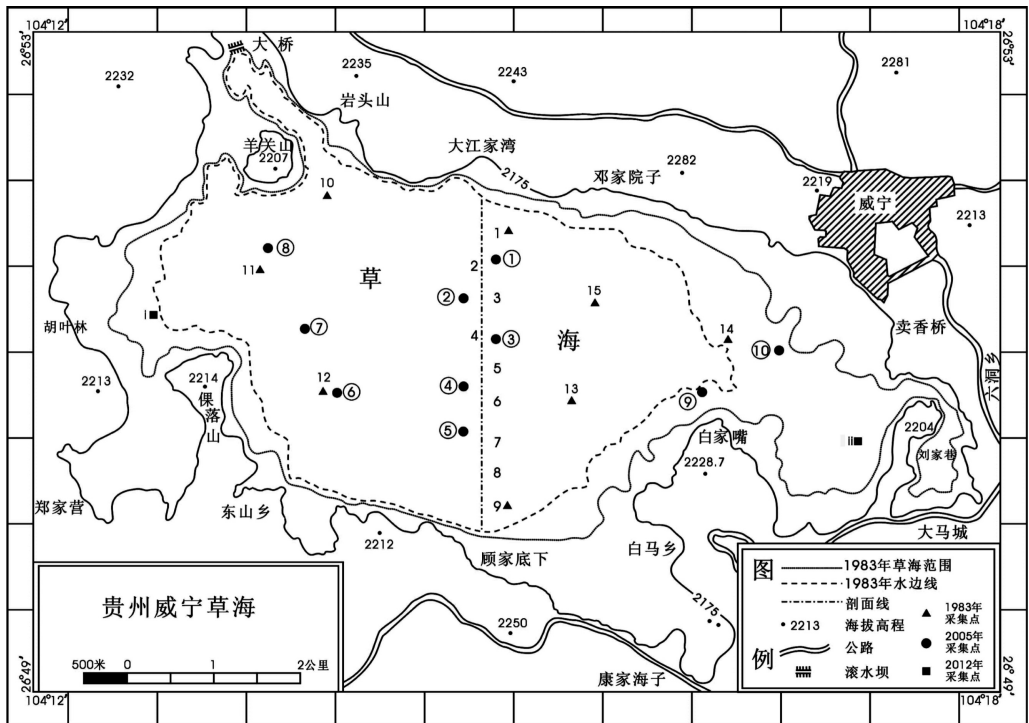


图 1 草海水生植物调查样方图

Fig. 1 Survey sites of aquatic plants in Caohai wetland

菱科的耳菱(*Trapa potaninii*);小二仙草科的狐尾藻(*Myriophyllum demersum*);蓼科的两栖蓼(*Polygonum amphibium*)、水蓼(*P. hydropiper*);苋科的空心莲子草(*Alternanthera sessilis*);伞形科的水芹(*Oenanthe javanica*);荇菜科的荇菜(*Nymphoides peltatum*);豆科的白车轴草(*Trifolium repens*);马鞭草科的马鞭草(*Verbena officinalis*);菊科的小蓬草(*Conyza canadensis*)、小鱼眼草(*Dichrocephala bentharii*)、马兰(*Kalimeris indica*)、蒲公英(*Taraxacum mongolicum*)、苍耳(*Xanthium sibiricum*)。蕨类植物有萍(*Marsilea quadrifolia*)、满江红(*Azolla imbricate*)和节节草(*Equisetum ramosissimum*)3种。在草海分布的植物中,有14科为世界广布科,属于世界广布种的有金鱼藻、狐尾藻、穿叶眼子菜、竹叶眼子菜、黑藻等;属于中国广布种的有泽泻、眼子菜、光叶眼子菜、龙须眼子菜、荇菜等。

1983—2005年间草海分布植物种增加的多为两栖、湿中生或中生的植物种类。水葱、蘆草等较多分布于草海水体的东部、东北部及东南部,湖缘及滩涂浅水区仅有零星分布;竹叶眼子菜和狐尾藻广布于草海各处水域;东部水域呈条带状较多分布挺水

植物两栖蓼;西面水域较多分布海菜花。

### 3.2 主要群落及群落结构

1983年调查有14个主要植物群落(表1)(向应海,1986)。2005年草海主要植物群落9个(表2)(张华海,2007)。2012年6月对草海东部刘家巷及西南部胡叶林湖滩湿地浅水(水深0~50 cm)草甸植物群落调查,随机抽取27个1 m×1 m样方,刘家巷簸箕湾21个,胡叶林6个(表3)。

由于样方小生境趋于一致,通常由1个生活型的优势种与同生活型的其他种或其他生活型的物种组成相应的水生植物群落。2005年调查的样方显示,多数为2~5个物种组成一个群落,结构层次多为1~2层,水体剖面植被生态系列的种数在10种以内;1983年时多数为5~8个种组成一个群落,结构层次多为2~3层,水生植被生态系列的种数为23个。1983—2005年间各生活型生物量湿重占总重量比例发生了较大变化(表4)。2005年比1983年挺水植物减少了9.84%,漂浮植物增加了0.33%,沉水植物增加了13.33%。

此外,2005年已发现外来入侵杂草空心莲子草(*Alternanthera sessilis*)在草海水体东部已有大量分布,调查样方中未发现莎草科的荆三棱(*Scirpus*

表 1 草海 1983 年主要植物群落类型及特点

Table 1 Community types and characteristics of aquatic plants in Caohai in 1983

群落名称 Community name	分布位置 Description of sites	覆盖度 Degree of coverage	伴生种 Associated species
水葱群落 Comm. <i>Scirpus tabernaemontani</i>	广泛分布于湖泊边缘,湖滩湿地至沿岸浅水带 In the edge of Caohai lake, lake wetland and coastal shallow water zone	50%~90%	水莎草( <i>J. serotinus</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )
蘆草群落 Comm. <i>Scirpus triquetus</i>	湖缘浅水区及周围水淹地,以水体西部和南部浅水区及湖滩湿地最多 In the lake shallow water zone and the surrounding flooded land, most in the western and southern shallow water and beach wetland	40%—85%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、水莎草( <i>J. serotinus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、泽泻( <i>A. plantagoaquatica</i> var. <i>orientale</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )
水莎草群落 Comm. <i>Juncellus serotinus</i>	湖缘浅水区及草海水体东部水淹地、沼泽地 Lake shallow water zone, flooded land and swamp in eastern Caohai lake	60%~90%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、荸荠( <i>Heleocharis dulcis</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、荇菜( <i>N. peltatum</i> )
李氏禾群落 Comm. <i>Leersia hexandra</i>	湖湾及浅水区,水体以东为主 Lake bay and shallow water zone, mainly in the east	70%~90%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、水莎草( <i>J. serotinus</i> )、紫萍( <i>S. polyrhiza</i> )、光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )
荇菜群落 Comm. <i>Nymphoides peltata</i>	中河一带,挺水植物带与沉水植物带之间,浅水沟、积水沟内 The middle river area, between aquatic plants and submerged plant zone, in shallow gully, water ditch	50%~90%	狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、金鱼藻( <i>C. demersum</i> )
两栖蓼群落 Comm. <i>Polygonum amphibium</i>	水体东部 Eastern of the Caohai lake	50%~80%	狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )
金鱼藻群落 Comm. <i>Ceratophyllum demersum</i>	水体东部及积水沟内 Eastern and in water ditch	50%~80%	狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、龙须眼子菜( <i>P. pectinatus</i> )、光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、荇菜( <i>N. peltatum</i> )
光叶眼子菜群落 Comm. <i>Potamogeton lucens</i>	广布,在深水区略呈环带状分布 Distributed widely in Caohai lake and slightly zonal in the deep water area	70%~90%	穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、竹叶眼子菜( <i>P. malaianus</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、龙须眼子菜( <i>P. pectinatus</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )、海菜花( <i>O. acuminata</i> )
穿叶眼子菜群落 Comm. <i>Potamogeton perfoliatus</i>	东部湖缘 The eastern lake margin	60%~80%	光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、海菜花( <i>O. acuminata</i> )、茨藻( <i>N. marina</i> )、球状轮藻( <i>C. globularis</i> )、钝节拟丽藻( <i>N. obtusa</i> )
菹草群落 Comm. <i>Potamogeton crispus</i>	中河一带风浪小的区域 The middle river and small waves area	40%~80%	狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、微齿眼子菜( <i>P. maackianus</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )
狐尾藻群落 Comm. <i>Myriophyllum spicatum</i>	广布 Distributed widely	70%~90%	光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、黄花狸藻( <i>U. aurea</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )、龙须眼子菜( <i>P. pectinatus</i> )、微齿眼子菜( <i>P. maackianus</i> )、海菜花( <i>O. acuminata</i> )
茨藻群落 Comm. <i>Najas marina</i>	西北水域及湖缘浅水区 Northwestern and shallow water zone	60%~80%	竹叶眼子菜( <i>P. malaianus</i> )、穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )
海菜花群落 Comm. <i>Ottelia acuminata</i>	广布,以水体西部深水区分布最多 Distributed widely, most in the western deep water zone	60%~90%	光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )、微齿眼子菜( <i>P. maackianus</i> )、茨藻( <i>N. marina</i> )、钝节拟丽藻( <i>N. obtusa</i> )
轮藻群落 Comm. <i>Chara nitellopsis</i>	广布于透明度大的各处水域 Distributed widely in all the water area where there were greater transparency	50%~100%	光叶眼子菜( <i>P. lucens</i> )、穿叶眼子菜( <i>P. perfoliatus</i> )、龙须眼子菜( <i>P. pectinatus</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、球状轮藻( <i>C. globularis</i> )、钝节拟丽藻( <i>N. obtusa</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )

yagara)和狸藻科的黄花狸藻(*Utricularia aurea*)。国家红皮书记载的珍稀植物海菜花及可用于检测水体变化的菹草(*Potamogeton crispus*)数量减少,同时水葱、蘆草等挺水植物种群数量在草海湖缘也急剧减少。陈翔等(2005)分析草海水生植被演替动态是沉水植物群落—浮叶植物群落—挺水植物群落—沼泽植被,趋势为由湿中生植物乃至中生植物所取代而成为草甸。其实这一过程已被草海水体东部、

东北角和东南角所呈现的草甸化自然景观所证实。

2012年的调查结果表明,在水深0~50 cm的草海湖缘区域,主要分布挺水植物群落,其中水莎草、荆三棱、水葱和水毛花等的根茎是黑颈鹤的主要越冬食物,水深达50 cm时李氏禾在群落中的优势更为明显,成为该区域主要植物群落,与袁家谟(1986)的研究一致,但不能否认李氏禾是湖缘浅水区域的广布种。

表 2 草海 2005 年主要群落类型及特点

Table 2 Community types and characteristics of aquatic plants in Caohai in 2005

群落名称 Community name	分布位置 Description of sites	覆盖度 Degree of coverage	伴生种 Associated species
水葱群落 Comm. <i>Scirpus tabernaemontani</i>	水体东部湖滩湿地及中河、新河两侧浅水地带 Eastern lake, wetland, and shallow water zone on both sides of the middle river and the new river	40%~90%	蘆草( <i>S. triquetus</i> )、水莎草( <i>J. serotinus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )等
蘆草群落 Comm. <i>Scirpus triquetus</i>	水体西部和南部浅水区及湖滩湿地 Western, south shallow water and beach wetland	40%~80%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、水莎草( <i>J. serotinus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )等
水莎草群落 Comm. <i>Juncellus serotinus</i>	湖缘浅水区及水体东部水淹地、沼泽地 Caohai lake margin shallow water area, the eastern flooded land and the swamp	50%~80%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、苔菜( <i>N. peltatum</i> )等
空心莲子草群落 Comm. <i>Alternanthera sessilis</i>	水体东部、东北部至东南部湿地沼泽和水塘等 Eastern Caohai lake, and wetland from north-east to southeast, ponds	50%~100%	水蓼( <i>P. hydrophiper</i> )、水芹( <i>O. javanica</i> )、泽泻( <i>A. plantagoaquatica var. orientale</i> )、慈姑( <i>S. sagittifolia</i> )等
两栖蓼群落 Comm. <i>Polygonum amphibium</i>	水体东部中河、新河一带 Eastern Caohai lake, the middle river and the new river	50%~80%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、光叶子菜( <i>P. lucens</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )等
紫萍、浮萍群落 Comm. <i>Spirodela polyrrhiza</i> + <i>Lemna minor</i>	水体东部、中河一带及西海码头人工河渠 Eastern Caohai lake the middle river, the west pier, and the artificial canal	50%~90%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、金鱼藻( <i>C. demersum</i> )等
竹叶眼子菜群落 Comm. <i>Potamogeton malaianus</i>	水体各处,以大江家湾至顾家底下剖面两侧盛 All the Caohai lake, lush on both sides of the section from Dajiangjiawan to Gujiadixia	70%~90%	微齿眼子菜( <i>P. maackianus</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、茨藻( <i>N. marina</i> )等
狐尾藻群落 Comm. <i>Myriophyllum spicatum</i>	各处水域,以大江家湾至顾家底下剖面两侧盛 All the Caohai lake, lush on both sides of the section from Dajiangjiawan to Gujiadixia	70%~90%	竹叶眼子菜( <i>P. malaianus</i> )、微齿眼子菜( <i>P. maackianus</i> )、龙须眼子菜( <i>P. pectinatus</i> )、黑藻( <i>H. verticillata</i> )等
球状轮藻、钝节拟丽藻群落 Comm. <i>Chara globularis</i> + <i>Nitellopsis obtusa</i>	西海码头至湖中水泥标桩处再到六洞乡一角入水口一线 From the west pier to the cement plug in the middle of the lake, and the inlet at the corner of LiuDongXiang	80%~100%	水葱( <i>S. tabernaemontani</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、紫萍( <i>S. polyrrhiza</i> )、浮萍( <i>L. minor</i> )、光叶子菜( <i>P. lucens</i> )等

表 3 草海 2012 年黑颈鹤主要栖息地草本群落特点

Table 3 Community types and characteristics of the plants in the habitat of *Grus nigricollis* in Caohai in 2012

群落名称 Community name	个数 No. of community	水深 (cm) Depth of water	覆盖度 Degree of coverage	伴生种 Associated species
荆三棱群落 Comm. <i>Scirpus yagara</i>	8	35~50	50%~95%	李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、慈姑( <i>S. sagittifolia</i> )、水烛( <i>Typha angustifolia</i> )、浮萍( <i>L. minor</i> )、光叶子菜( <i>P. lucens</i> )、苔菜( <i>N. peltatum</i> )
水葱群落 Comm. <i>Scirpus tabernaemontani</i>	4	37~43	70%~99%	苔菜( <i>N. peltatum</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、慈姑( <i>S. sagittifolia</i> )
李氏禾群落 Comm. <i>Leersia hexandra</i>	3	50	80%~90%	荆三棱( <i>S. yagara</i> )、轮藻( <i>C. nitellopsis</i> )、狐尾藻( <i>M. demersum</i> )、光叶子菜( <i>P. lucens</i> )、苔菜( <i>N. peltatum</i> )
水莎草群落 Comm. <i>Juncellus serotinus</i>	3	0~30	80%~90%	光叶子菜( <i>P. lucens</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )
灯心草群落 Comm. <i>Juncus effusus</i>	3	0~30	50%~100%	水芹( <i>O. javanica</i> )、水莎草( <i>J. serotinus</i> )、白车轴草( <i>T. repens</i> )
水毛花群落 Comm. <i>Scirpus triangulatus</i>	2	10~40	70%	苔菜( <i>N. peltatum</i> )、荆三棱( <i>S. yagara</i> )、李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、慈姑( <i>S. sagittifolia</i> )、光叶子菜( <i>P. lucens</i> )
狗牙根群落 Comm. <i>Cynodon dactylon</i>	2	0~10	70%~100%	李氏禾( <i>L. hexandra</i> )、蘆草( <i>S. triquetus</i> )、水蓼( <i>P. hydrophiper</i> )
蘆草群落 Comm. <i>Scirpus triquetus</i>	1	0~10	70%	水蓼( <i>P. hydrophiper</i> )
水芹菜群落 Comm. <i>Oenanthe clecumbens</i>	1	50	65%	水莎草( <i>J. serotinus</i> )、土大黄( <i>Rumex madaio</i> )、白车轴草( <i>T. repens</i> )

## 4 讨论

### 4.1 草海水生植物多样性价值

#### 4.1.1 草海是黑颈鹤等鸟类的栖息地 黑颈鹤是青

藏高原特有的鹤类,属世界濒危珍禽,是我国一级保护鸟类,主要在若尔盖繁殖,冬季到草海越冬(柴岫等,1963)。草海是黑颈鹤主要的越冬栖息地,冬季到草海越冬的黑颈鹤由 1985 年的 223 只增加到 2005 年的 506 只,2011 年调查约 1 000 只。草海水

表4 草海水生植物不同年份各生活型  
生物量(湿重)比例变化表

Table 4 Biomass (wet weight) ratio of different  
life forms of aquatic plants in Caohai

年份 Year	沉水植物 Sunken plants	挺水植物 Above-water plants	浮叶植物 Floating plants	其他(漂浮 植物等) Others
1983	76.89	17.18	3.82	2.11
2005	90.22	7.34	—	2.44

生植物多样性是黑颈鹤越冬食物和栖息环境的重要保障。此外,草海也是灰鹤、赤麻鸭、斑头雁和白头雁等鸟类的栖息地,这些鸟类经常与黑颈鹤集成混合群,在草海上空盘旋或沼泽地觅食。

草海多种类型的水生植被及其丰富的水生植物资源,为浮游生物、底栖动物、鱼、虾、鸟类等提供了良好的生长、繁殖、栖息环境,又可提供大量的食料、饵料,是有效保护越冬候鸟及发展淡水养殖业的物质基础。如水莎草的块茎及荆三棱、水葱、蘆草等的根状茎是黑颈鹤等越冬生活的主要植物性食料,这些挺水植物适生的水深为0~50 cm;光叶眼子菜、穿叶眼子菜、微齿眼子菜、龙须眼子菜、黑藻、海菜花、金鱼藻、狐尾藻、球状轮藻、钝节拟丽藻等为食草性、杂食性鱼类成鱼阶段的基本饵料。龙须眼子菜和菹草是渐危水生植物种。

4.1.2 具有经济价值的水生植物丰富 挺水植物菰、水葱、蘆草、水莎草、李氏禾等为湖缘农户养殖牛、马、山羊牲畜的良好饲料;沉水植物光叶眼子菜、穿叶眼子菜、竹叶眼子菜、微齿眼子菜、菹草、黑藻、狐尾藻、茨藻、金鱼藻及荇菜、泽泻、慈姑、水葱等是猪、鹅、鸡、鸭的优质饲料;此外,水葱、蘆草等又是发展手工编织业及造纸工业较好的原料。

#### 4.2 草海水生植物多样性的变化及影响因子

1983—2012年正是我国社会经济发展最快的历史时期,草海的生物多样性和生态环境在此期间发生了剧烈变化。表现为(1)植物种类增加,但增加的多为两栖、湿中生或中生的植物种类。表明草海植物群落正朝沼泽植被方向演替发展,草海水体东部、东北角和东南角已呈现草甸化自然景观;(2)珍稀濒危水生植物海菜花及可用于检测水体变化的菹草分布范围和种群数量变少;(3)外来入侵种空心莲子草在草海水体东部、东北部至东南部已有相当数量的分布;(4)1983年和2005年挺水植物常见种为水葱、蘆草、水莎草、李氏禾和菰,2012年挺水植物以荆三棱、水葱、李氏禾、水莎草和灯心草占优势。

1983年调查资料未有荆三棱记载,2005年的调查样方中未发现荆三棱和黄花狸藻,2012年调查显示荆三棱为挺水植物主要优势种,调查样方内未见菰,蘆草分布减少,李氏禾优势上升明显;(5)群落类型变化较大。1983年时以沉水植物群落为水生植被主体,主要有金鱼藻群落、光叶眼子菜群落、穿叶眼子菜群落、菹草群落、狐尾藻群落、茨藻群落、海菜花群落。与1983调查结果比较,2005年沉水植物群落有狐尾藻群落为主要优势群落,其余原有的沉水植物群落已不占明显优势,增加了竹叶眼子菜群落、球状轮藻和钝节拟丽藻群落。挺水植物群落中李氏禾群落尚未显示其优势;空心莲子草群落恶性发展;浮叶植物群落中荇菜群落不占优势,以紫萍浮萍群落为主;沉水植物群落中海菜花种群数量减少。2012年调查挺水植物群落荆三棱种群优势凸显,李氏禾群落优势逐渐显现,水葱、蘆草和水莎草种群均有不同程度萎缩。

从1983—2012年三十年间草海水生植物多样性变化明显,导致变化的原因也较复杂。(1)水体变小。2005年时明水面东西长约6.8 km,南北宽约2.6 km。水体面积17.68 km<sup>2</sup>,比1983年减小了0.48 km<sup>2</sup>;湖水变浅,平均水深1.35 m,比1983年浅了0.65 m;最深处为2.8 m,比1983年浅了2.2 m。草海周边围湖造田,水面面积减少的同时,也减少了湖缘水生到中生的植被自然过渡带面积,这些区域是越冬候鸟黑颈鹤的主要觅食和夜栖地,因此,浅水区域减少直接导致黑颈鹤食物的减少;(2)污染严重。因草海位于威宁县城范围,人口多,干扰大,农业点源和面源污染,生活污水排放导致水体污染严重。按水利部推荐标准草海水体已变为营养化至富营养化水体(欧阳勇等,2011)。尤其是有有机物、砷、铅、铜、汞、铬和锌已对草海水体造成严重污染,这些有毒物质在1983年时基本没有;(3)水陆过渡带被切断。水陆交界地形普遍由垂直坝埂链接,缓坡地带少,大规模垂直坝埂切断了生物栖息带,降低了物种种类和数量;(4)恶性杂草危害严重。空心莲子草在2005年的调查中已成为优势种群,至2012年该种群的发展尚未被遏制。目前只采取物理清除的方法,尚未有更好的办法减少其分布;(5)试验研究工作不够深入。各水生植物种群之间的竞争和制约关系尚未理清,因此未针对草海生物多样性的保育制定一套完整的解决方案,只是在出现问题的时候才“头痛医头,脚痛医脚”,未进行全面治理导致各种问

题仍然存在;(6)调查地点不一致。荆三棱作为黑颈鹤的主要食物之一,在 1983 年和 2005 年的调查中未有记载,这可能与 3 次(1983、2005、2012 年)调查的地点不一致有关,如何利用湖滨带为黑颈鹤提供更多食物,将荆三棱、水葱、蘆草、水莎草等种群进行人工扩繁和增殖复壮,是下一步需要研究的重要课题;(7)人为采食。海菜花、菰等可食用的水生植物减少与人类采食有一定关系。

#### 4.3 草海水生植物多样性保育及资源可持续利用的管理对策

(1)草海自然保护区自 1985 年建立近 30 a 来,由于城镇建设、人口增加导致的环境污染、过度捕捞、人鸟争地和生物入侵等问题,威胁草海的生存与发展,目前亟待采取切实可行的对策;(2)水生植物是初级生产者,水生植被的兴衰、演替、结构、动态,直接或间接影响到水域生态系统物质循环和能量转化等诸方面。为此对于水生植被资源的利用,必须从宏观的角度坚持永续利用的原则;(3)充分利用水生植物监测污染,净化水体,保护环境。云南滇池被工业废水污染后,海菜花和轮藻已经绝迹,1983 年的草海却是海菜花星罗棋布,球状轮藻与钝节拟丽藻生机勃勃组成湖底绿荫,指示水质状况良好;(4)恢复草海周边植被,维持足够的沼泽湿地。人工种植本地植物物种,保护天然林和草地,改善草海周边地表覆盖和空气湿度、温度环境,养护沼泽湿地;(5)减少污水排放,保持水质达标。倡导草海周边居民节约用水,减少污水排放,科学利用污水资源,分流排污或在污水排入草海之前进行物理、化学和生物的净化,改善入海水质,维护草海生态系统的健康、洁净和持续发展。

**致谢** 本文在调查研究的基础上,主要参考了

《草海科学考察报告》、《草海研究》两本资料,在此对两本著作中水生植物多样性主要研究人员袁家谟、陈翔表示感谢。本研究的野外调查工作有贵州省山地资源研究所罗时琴、高渐飞参与,一并致谢。

#### 参考文献:

- Cai X(柴岫), Jin SR(金树仁). 1963. The formation and types of peat in China and the law of governing its distribution(若尔盖高原沼泽的类型及其发生与发展)[J]. *Acta Geogr Sin*(地理学报), **29**(3):219-238
- Chen X(陈翔), Xia YP(夏远平), Li Q(李青), et al. 2007. Study on the Changes of Aquatic Vegetation and Its Biomass in Caohai(草海国家级自然保护区水生植被及其生物量的变化研究)[M]. Guiyang(贵阳): Guizhou Science and Technology Press(贵州科技出版社):141-152
- Li FS(李凤山). 1999. Foraging habitat selection of the wintering black-necked granes in Caohai, Guizhou, China(贵州草海越冬黑颈鹤觅食栖息地选择的初步研究)[J]. *Chin Biodivers*(生物多样性), **7**(4):257-262
- Luo L(罗伦). 1984. The characteristics of the temporal and spatial variations of temperature in Guizhou(贵州地区气温时空分布特征初探)[J]. *Guizhou Sci*(贵州科学), (1):65-73
- Liu JZ(刘家庄). 1986. The significance in the agricultural development of the physical radiation and photosynthetic potential productivity in Guizhou(贵州生理辐射与光合生产潜力在农业发展上的意义)[J]. *J Guizhou Nom Univ: Nat Sci Edit*(贵州师范大学学报·自然科学版), (1):1-9
- Ouyang Y(欧阳勇), Lin CH(林昌虎), He TB(何腾兵), et al. 2011. Study on phytoremediation of eutrophication in Caohai Lake of Guizhou(贵州草海水体富营养化的植物修复研究)[J]. *Guizhou Sci*(贵州科学), **29**(6):21-25
- Xiang YH(向应海), Huang WL(黄威廉), Wu ZK(吴至康), et al. 1986. Scientific Survey Reports on the Caohai Guizhou China(草海科学考察报告)[M]. Guiyang(贵阳): Guizhou Science and Technology Press(贵州科技出版社):288-293
- Yuan JM(袁家谟). 1986. A Study on the Aquatic Vegetation and Its Biomass in Caohai(草海水生植被及生物量的研究)[M]// Scientific Survey Reports on the Caohai Guizhou China(草海科学考察报告). Guiyang(贵阳): Guizhou Science and Technology Press(贵州人民出版社):134-143
- Zhang HH(张华海), Li MJ(李明晶), Yao SL(姚松林). 2007. Caohai Study(草海研究)[M]. Guiyang(贵阳): Guizhou Science and Technology Press(贵州科技出版社):1-11

(上接第 709 页 Continue from page 709)

protection function of Asteraceae(菊科的观赏及医疗保健功能)[J]. *Northern Hortice*(北方园艺), **110**(9):99-101

Wang XX(万晓霞). 1997. Advances of serum pharmacology of Borneol(冰片药理学研究进展)[J]. *J Guangdong Coll Pharm*(广东药学院学报), **13**:115-117

Wang Y(王莹), Yang XW(杨秀伟) 2006. GC-MS analysis of essential oil of the flower of the *Chrysanthemum morifolium* by the different processing methods(不同炮制品怀小白菊挥发油成分的 GC-MS 分析)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **30**(6):456-459

Yang XW(杨秀伟), Wang Y(王莹), Liu YF(刘玉峰), et al. 2004. GC-MS analysis of essential oils from the red-core flos chrysanthemi(inflorescences of *Dendranthema morifolium*)(红心

大白菊挥发油成分的 GC-MS 分析)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **29**(12):1151-1154

Yin CX(殷彩霞), Zhou JQ(周纪勤), Peng L(彭莉). 1999. Systematical cluster analysis of medicinal plants in compositae(菊科药用植物系统聚类分析)[J]. *Comput Appl Chem*(计算机与应用化学), **16**(2):157-160

Zhou HH(周海梅), Xie PS(谢培山), Wang WH(王万慧), et al. 2005. Analysis of volatile components from the flowers of *chrysanthemum morifolium* by GC-MS with solid-Phase microextraction(固相微萃取-气相色谱质谱技术应用于菊花的挥发性成分分析)[J]. *Chin J Chin Mat Med*(中国中药杂志), **30**(13):986-989