

东太湖水生植被及其沼泽化趋势*

张圣照 王国祥 濮培民

千金良·达哉

(中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008)

(日本国际航业株式会社日本技术所, 东京 102)

摘要 1996年东太湖水生植被调查结果表明, 沉水植被、挺水植被及浮叶植被面积分别为73.8、45.5和6.7 km²。有9个群丛, 其中微齿眼子菜(*Potamogeton maackianus*)群丛、菰(*Zizania latifolia*)群丛、伊乐藻-微齿眼子菜(*Elodea nuttalli*-*Potamogeton maackianus*)群丛和芦苇(*Phragmites communis*)群丛分布面积较大, 分别占东太湖总面积的39.39%、28.27%、11.20%和6.40%。与1960年相比, 水生植被变化极为明显, 突出表现为环湖水陆交错带的芦苇群丛严重退化和消失, 菰群丛发展迅速并向湖心蔓延占据了东太湖总面积的28.27%; 微齿眼子菜取代了竹叶眼子菜(*Potamogeton malaianus*)、黑藻(*Hydrilla verticillata*)及苦草(*Vallisneria natans*), 成为沉水植被的优势种, 占据了东太湖整个湖心区; 外来种伊乐藻(*Elodea nuttalli*)侵入, 并形成一定规模的群丛。综观该湖区水生植被演化过程, 可知东太湖已经出现沼泽化趋势, 应引起足够重视。

关键词 水生植被; 分布; 群落演替; 沼泽化

Succession of hydrophytic vegetation and swampy tendency in the East Taihu Lake

Zhang Shengzhao, Wang Guoxiang, Pu Peimin (Nanjing Institute of Geography & Limnology, Chinese Academy of Sciences, Nanjing 210008), Chigira T. (Kokusai Kogyo Co., Ltd, Tokyo 102, Japan), *J. Plant Resour. & Environ.* 1999, 8(2): 1~6

The hydrophytic vegetation of the East Taihu Lake was investigated in 1996. The results showed that the distribution areas of submerged, emerging and leaf-floating vegetation were 73.8, 45.5 and 6.7 km², respectively. The main associations included *Potamogeton maackianus*, *Zizania latifolia*, *Elodea nuttalli*-*Potamogeton maackianus* and *Phragmites communis*. Their distribution areas constituted 39.39%, 28.27%, 11.20% and 6.40% of total area of the East Taihu Lake. Comparing with the investigation in the lake in 1960, the variation of hydrophytic vegetation was significant in the last 40 years. The most remarkable variation was that the *Phragmites communis* association in the ecotone of land and water declined or even disappeared. The *Zizania latifolia* association developed from shore to center and occupied 28.27% of the total area of the lake. *Potamogeton maackianus* became dominant of submerged plants instead of *Potamogeton malaianus*, *Hydrilla verticillata* and *Vallisneria natans*. The exotic species, *Elodea nuttalli*, invaded and formed association in a large scale. The succession of hydrophytic vegetation indicates that a swampy tendency has appeared in the East Taihu Lake.

Key words hydrophytic vegetation; distribution; community succession; swampy

* 中国科学院基础研究特别支持项目

中国科学院南京地理与湖泊研究所张文华、季江参加野外调查工作, 特此致谢!

张圣照: 男, 1939年生, 高级工程师, 长期从事湖泊滩地、水生植物实验研究工作。

收稿日期: 1998-12-30

水生植物是湖泊生态系统的重要初级生产者,不仅是湖泊渔业生物的主要天然饵料,而且是湖泊演化和湖泊生态平衡的重要调控者。国内外对水生植物在湖泊生态系统中的作用进行了不少研究,认为水生高等植物对于湖泊渔业、湖泊生态平衡有极为重要的作用^[1-3]。在人为干扰下,中国一些湖泊水生植物群落结构发生变化,挺水植物生长较快,加速了湖泊沼泽化进程,湖泊沼泽化及其逆转机制已成为沼泽学研究的一个重要课题^[4]。调查研究湖泊水生植物的演化趋势,可为合理开发利用水生植物资源和防止湖泊沼泽化提供科学依据。

1 研究方法

1996年3、7和10月,用全球定位仪(GPS)定位布设样方,按常规方法采集样方内的水生植物,测定植物群落盖度及群落生物量。用Lasco(L-2501型)求积仪测量各类植被的分布面积,并与1960年和1981年的植被调查结果进行比较分析。

2 结果与讨论

2.1 水生植物种群组成

由表1可知,1996年东太湖有水生植物34科56属74种(名录附后)。其中沉水植物占总种类数的21.62%,浮叶植物占14.86%,漂浮植物占12.16%,挺水和湿生植物占51.35%。比1960年增加7科8属8种,比1981年增加5科9属8种。

表1 东太湖的水生高等植物种类组成

Tab 1 The specific composition of aquatic higher plants in the East Taihu Lake

年份 Year	蕨类植物 Pteridophyte			双子叶植物 Dicotyledon			单子叶植物 Monocotyledon			按生态类型划分的种类组成 Specific composition classified by ecotype			
	科 Family	属 Genus	种 Species	科 Family	属 Genus	种 Species	科 Family	属 Genus	种 Species	沉水植物 Submerged	浮叶植物 Leaf-floating	漂浮植物 Floating	挺水植物 Emerging
1960	3	4	4	14	17	24	10	26	38	12	8	11	35
1981	3	4	4	14	20	31	12	23	31				
1996	4	4	4	17	22	31	13	30	39	16	11	9	38

2.2 主要群丛结构特征

东太湖水生植物繁茂,分布面积达126 km²,占东太湖总面积的96.9%。根据植被分类原则^[5],东太湖植被可分为3个植被类型,9个植物群丛,其主要特征见表2。

沉水植物为73.8 km²,占植被和东太湖面积的58.57%和56.23%,主要分布在深水区。主要植被类型有微齿眼子菜群丛、伊乐藻-微齿眼子菜群丛、竹叶眼子菜-黑藻群丛和苦草群丛。常见伴生种有穗花狐尾藻和金鱼藻等,微齿眼子菜群丛还有苦草、竹叶眼子菜和菹草等;竹叶眼子菜-黑藻群丛有微齿眼子菜和苦草;苦草群丛有竹叶眼子菜和微齿眼子菜等。

挺水植物面积为45.5 km²,占植被和东太湖面积的36.11%和34.67%,主要分布在滩地和沿湖岸的浅水区。主要植被类型有芦苇群丛、菰群丛、菰-莲群丛。常见伴生种有荇菜、伊乐藻、菹草和槐叶萍等,芦苇群丛下层还有少量蓼、水葱、李氏禾、喜旱莲子草、细果野菱及满江红等;菰群丛下层有金银莲花、睡莲、水鳖、微齿眼子菜、黑藻、苦草和金鱼藻等;菰-莲群丛的建群

种为菰和莲,这两个种群呈块状镶嵌分布,其下层有水鳖、芡实、微齿眼子菜和黑藻等。

浮叶植物仅 6.7 km²,占植被和东太湖面积的 5.32% 和 5.10%,呈斑块、条带状镶嵌分布于挺水植物群落与沉水植物群落之间。主要植被类型有金银莲花群落和荇菜群落。细果野菱、水鳖、穗花狐尾藻为常见伴生种,下层还伴生有微齿眼子菜、黑藻、伊乐藻和狸藻等。

表 2 东太湖主要水生植被的主要特征(1996 年)

Tab 2 The main characteristics of hydrophytic vegetation in the East Taihu Lake (1996)

群落 Community	群丛 ¹⁾ Association	面积 Area (km ²)	分布水深 Distribution depth (m)	盖度 Coverage (%)	生物量 Biomass (g/m ²)	群丛高度 Height (m)	淤泥厚度 Mud thick- ness (m)	分布格局 Distribution pattern
挺水植物群落 Emerging plant	芦苇 Pc	8.4	<0.8	75~95	5 625	3.6~4.9	0.8~2.5	片状,高滩地
	菰 Zc	32.1	0.8~2.2	75~90	7 050	3.0~4.0	0.6~1.2	片状,沿岸带
	菰-莲 Zc-Nn	5.0	1.2~1.5	50~80	5 840	2.5~3.5	0.5~1.5	块状,芦苇群丛下缘
浮叶植物群落 Leaf-floating plant	金银莲花 Ni	3.6	1.2~2.5	40~60	8 226	2.5~3.0	0.5~0.8	条带斑块状, 菰群丛下缘
	荇菜 Np	3.1	0.6~1.5	28~73	5 960	2.5	0.6~0.9	块状,菰、 芦苇群丛下缘
沉水植物群落 Submerged plant	伊乐藻-微齿眼子 菜 En-Pmb	14.7	1.0~2.5	30~74	7 312	0.8~1.2	0.3~0.8	片状块状, 菰-莲群丛下缘
	微齿眼子菜 Pmb	51.7	1.5~2.7	85~95	4 175	0.7~1.5	0.3~0.8	片状,沉水
	竹叶眼子菜-黑藻 Pmm-Hv	3.9	1.5~2.6	75~100	5 138	1.3~3.3	0.3~0.7	块状、簇状、 沉水
	苦草 Vn	3.5	1.5~3.2	35~75	2 644	0.8~1.4	0.3~1.3	片状,沉水

¹⁾Pc: *Phragmites communis*; Zc: *Zizania latifolia*; Nn: *Nelumbo nucifera*; Ni: *Nymphoides indica*; Np: *Nymphoides peltatum*; En: *Elodea nuttalli*; Pmb: *Potamogeton maackianus*; Pmm: *Potamogeton malaianus*; Hv: *Hydrilla verticillata*; Vn: *Vallisneria spiralis*.

由表 2 还可看出,微齿眼子菜群丛是目前东太湖分布面积最大、总生物量最高的群丛。由于微齿眼子菜根茎横行湖泥中,根系发达,且节节生根发芽,一旦形成优势种群,不仅增加淤积,而且往往使湖底上抬明显加剧。因此,在浅水湖泊,微齿眼子菜的出现并发展为优势种可认为是湖泊沼泽化的前兆。

2.3 东太湖水生植被演替及沼泽化趋势

东太湖水生植被的时空变化趋势见表 3。可以看出,1960 年芦苇群丛在东太湖面积达 77 km²^①,尔后,由于围湖造田,芦苇群丛分布的湿地变成了农田和鱼塘,原有的芦苇群丛基本消失^[6-8]。由于渔业生产的需要,60 年代中期,东太湖开始大面积引种菰^[8],使菰群丛自湖岸向湖心蔓延。1960 年菰群丛仅占植被总面积的 5.95%,而 1980 和 1996 年则占植被总面积的 32.35% 和 29.44%。菰是一种典型的多年生沼泽植物,根茎发达,根深达 0.48~0.65 m,生长快,生物量巨大,1996 年,其生物量高达 22.630 5 × 10⁴ t,约占东太湖主要群丛总生物量的 32.20%。菰草除部分作为饵料被鱼类消耗外,每年有相当一部分死亡后留下大量的残体淤积在湖底;加之菰群丛具有较强的消浪滞流作用,湖水中的悬浮物及泥沙不断淤积在菰群丛基

① 中国科学院南京地理研究所. 太湖调查报告附图 4(油印本). 1961.

部,使湖底淤积抬高。目前菰群丛下淤积的沉积物一般达 0.4~1.2 m,局部湖区淤积厚度可达 2.0 m 以上,可见,东太湖沼泽化趋势非常明显。

表 3 东太湖水生植被分布面积的时间(1960~1996年)和空间变化

Tab 3 The changes of hydrophytic vegetational distribution area in times (1960~1996) and spaces in the East Taihu Lake

群落 Community	群丛 Association	不同时间的面积 Area in different time (km ²)		
		1960	1981	1996
挺水植物群落 Emerging plant	芦苇 <i>Phragmites communis</i>	77.0	8.0	8.4
	菰和菰-莲 <i>Zizania latifolia</i> and <i>Z. latifolia-Nelumbo nucifera</i>	15.0	42.7	37.1
浮叶植物群落 Leaf-floating plant	金银莲花 <i>Nymphoides indica</i>	0.0	0.0	3.6
	荇菜 <i>N. peltatum</i>	0.0	0.0	3.1
沉水植物群落 Submerged plant	微齿眼子菜和伊乐藻-微齿眼子菜 <i>Potamogeton maackianus</i> and <i>Elodea nuttalli-P. maackianus</i>	0.0	7.3	66.4
	竹叶眼子菜-黑藻和苦草 <i>Potamogeton malaianus- Hydrilla verticillata</i> and <i>Vallisneria natans</i>	160.0	74.0	7.4
合计 Total area		252.0	132.0	126.0

由于湖底淤积抬高,又促进了菰群丛向湖心区扩展,并进一步影响到湖区沉水植物群丛分布,沉水植物群落的面积逐渐缩小。与 1960 年相比,1981 年减少 49.19%,1996 年减少 53.88%。沉水植物群落的类型也发生了明显变化,1960 年,以竹叶眼子菜-黑藻和苦草群丛为主,其面积占植被总面积的 63.5%,此后逐步被微齿眼子菜和伊乐藻-微齿眼子菜群丛取代。到 1996 年,竹叶眼子菜-黑藻和苦草群丛在东太湖湖心区已全部消失,仅在东太湖与大太湖交汇处有少量残存。1960 年该区尚无微齿眼子菜群丛,1996 年调查时,该群丛及部分伊乐藻-微齿眼子菜群丛已占东太湖植被总面积的 52.7%。微齿眼子菜群丛在湖心区的大面积出现,加剧了整个湖区湖底的淤积和抬高,从而促进了沼泽化进程。

2.4 东太湖水生高等植物群落演替的原因浅析

60 年代前,东太湖沿岸的芦苇群丛是湖泊生态系统长期演化的结果,亦是湖泊进入老年期的标志。由于芦苇群丛的长期淤积作用,湖泊岸边出现沼泽化趋势。在人类“围湖造田”的强烈干预下,初现沼泽化趋势的湖岸区迅速变成陆地,近 40 年来,东太湖面积减少约 120 km²。芦苇群丛消失后,湖区的浮叶及沉水植被亦开始新的演替过程。但 1980 年后大面积的围网养鱼彻底打乱了湖区水生植被的自然演替过程,遍布湖区的杂乱无章的竹台、竹桩及围网不仅使原先帆星渔舟的优美湖光黯然失色,而且阻碍了湖流及风浪,加剧了湖泊沉降过程;大面积向湖中央围网养鱼区引种菰草,人为地改变了湖泊生态系统结构,推进了湖泊沼泽化进程。1980~1996 年,由于围网养鱼占据了一定湖面,使菰群丛的分布面积略有减少,但仍在向湖心延伸,16 年间围网区的湖底淤积抬高 0.15~0.45 m。

3 结论与建议

由于围湖造田、渔业生产及环境污染等人为干预,近 40 年来,东太湖水生植被发生了较大

的变化,突出表现为环湖的水陆交错带的芦苇群丛严重退化和消失,沼泽植物菰群丛发展迅速并向湖心蔓延占据了东太湖总面积的 28.27%,东太湖湖底抬高、沼泽化趋势已经十分明显。

微齿眼子菜取代了竹叶眼子菜、黑藻及苦草,成为沉水植被的优势种,占据了整个湖区;外来种伊乐藻侵入,并形成一定规模的群丛。在浅水型湖泊中微齿眼子菜群丛的大规模出现,将会促进湖泊沼泽化进程。

沼泽化是湖泊走向衰亡、消失的预兆,因此,恢复东太湖良好的水生生态系统,不仅关系到东太湖渔业生产和水体环境质量,而且关系到东太湖的存亡。根据东太湖的现状及湖泊持续发展的需要,建议:(1)严格控制东太湖菰草的发展,禁止向离湖岸 30 m 外的湖中引种菰草;同时对菰草加强全面收割和利用,减少生物淤积,延缓湖泊老化进程;(2)控制和逐步取消围网养鱼,加强鱼-草-藻、水体环境效益及经济效益等相互关系的研究,逐步调整养殖结构并恢复天然养殖,恢复该湖优良的水生植被及生态系统的良性循环;(3)为提高东太湖行洪蓄洪能力,应尽早清除行洪道内的围网及挺水植物,并适当清除行洪区淤泥。

附录:东太湖水生植物名录

1. 水蕨科 *Parkeriaceae*
 - 1) 水蕨 *Ceratopteris thalictroides* (L.) Brongn.
2. 萍科 *Marsileaceae*
 - 2) 萍 *Marsilea quadrifolia* L.
3. 槐叶萍科 *Salviniaaceae*
 - 3) 槐叶萍 *Salvinia natans* (L.) All.
4. 满江红科 *Azollaceae*
 - 4) 满江红 *Azolla imbricata* (Roxb.) Nakai
5. 毛茛科 *Ranunculaceae*
 - 5) 石龙芮 *Ranunculus sceleratus* L.
6. 睡莲科 *Nymphaeaceae*
 - 6) 睡莲 *Nymphaea tetragona* Georgi
 - 7) 莲 *Nelumbo nucifera* Gaertn.
 - 8) 芡 *Euryale ferox* Salisb.
 - 9) 芡菜 *Brasenia schreberi* J. F. Gmel.
 - 10) 萍蓬草 *Nyphar pumilum* (Hoffm.) DC.
7. 蓼科 *Polygonaceae*
 - 11) 荻草 *Polygonum orientale* L.
 - 12) 酸模叶蓼 *Polygonum lapathifolium* L.
 - 13) 粘毛蓼 *Polygonum viscosum* Hamilt. ex D. Don
 - 14) 箭叶蓼 *Polygonum sagittatum* L.
 - 15) 水蓼 *Polygonum hydropiper* L.
 - 16) 贯叶蓼 *Polygonum perfoliatum* L.
8. 苋科 *Amaranthaceae*
 - 17) 喜旱莲子草 *Alternanthera philoxeroides* (Mart.) Griseb.
9. 金鱼藻科 *Ceratophyllaceae*
 - 18) 金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* L.
10. 水马齿科 *Callitrichaceae*
 - 19) 沼生水马齿 *Callitriche palustris* Linn.
11. 菱科 *Hydrocaryaceae*
 - 20) 乌菱 *Trapa bicornis* Osbeck
 - 21) 细果野菱 *Trapa maximowiczii* Korsh.
12. 柳叶菜科 *Onagraceae*
 - 22) 水龙 *Jussiaea repens* L.
13. 玄参科 *Scrophulariaceae*
 - 23) 石龙尾 *Limnophila sessiliflora* (Vahl) Blume
14. 小二仙草科 *Haloragidaceae*
 - 24) 轮生狐尾藻 *Myriophyllum verticillatum* L.
 - 25) 乌苏里杂 *Myriophyllum ussuriensis* Maxim.
 - 26) 穗花狐尾藻 *Myriophyllum spicatum* L.
15. 龙胆科 *Gentianaceae*
 - 27) 金银莲花 *Nymphoides indica* (L.) O. Kuntze
 - 28) 荇菜 *Nymphoides peltatum* (Gmel.) O. Kuntze
16. 旋花科 *Convolvulaceae*
 - 29) 菟丝子 *Cuscuta chinensis* Lam.
17. 伞形科 *Umbelliferae*
 - 30) 水芹 *Oenanthe javanica* (Bl.) DC.
 - 31) 破子草 *Torilis japonica* (Houtt.) DC.
18. 胡麻科 *Pedaliaceae*
 - 32) 茶菱 *Trapella sinensis* Oliv.
19. 狸藻科 *Lentibulariaceae*
 - 33) 狸藻 *Utricularia aurea* Lour.
20. 葫芦科 *Cucurbitaceae*
 - 34) 合子草 *Actinostemma tenerum* Griff.
21. 桔梗科 *Campanulaceae*
 - 35) 半边莲 *Lobelia chinensis* Lour.
22. 香蒲科 *Typhaceae*

- 36) 水烛 *Typha angustifolia* L.
23. 眼子菜科 Potamogetonaceae
- 37) 菹草 *Potamogeton crispus* L.
- 38) 突果眼子菜 *P. cristatus* Regel et Maack
- 39) 眼子菜 *P. distinctus* A. Benn.
- 40) 竹叶眼子菜 *P. malaianus* Miq.
- 41) 微齿眼子菜 *P. maackianus* A. Benn.
24. 茨藻科 Najadaceae
- 42) 小茨藻 *Najas minor* All.
- 43) 草茨藻 *N. graminea* Del.
25. 泽泻科 Alismataceae
- 44) 矮慈姑 *Sagittaria pygmaea* Miq.
- 45) 慈姑 *S. trifolia* L. var. *sinensis* (Sims) Makino
26. 花蔺科 Butomataceae
- 46) 花蔺 *Butomus umbellatus* L.
27. 水鳖科 Hydrocharitaceae
- 47) 水鳖 *Hydrocharis dubia* (Bl.) Backer
- 48) 伊乐藻 *Elodea nuttalli* (Planch.) ST John
- 49) 黑藻 *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle
- 50) 水车前 *Ottelia alismoides* (L.) Pers.
- 51) 苦草 *Vallisneria spiralis* (L.) Hara
28. 禾本科 Gramineae
- 52) 芦苇 *Phragmites communis* Trin.
- 53) 李氏禾 *Leersia japonica* Makino
- 54) 稗 *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv.
- 55) 双穗雀稗 *Paspalum distichum* L.
- 56) 狗牙根 *Cynodon dactylon* (L.) Pers.
- 57) 水禾 *Hygroryza aristata* (Retz.) Nees
- 58) 菰 *Zizania latifolia* Stapf
- 59) 荻 *Miscanthus sacchariflorus* (Mixim.) Nakai
- 60) 千金子 *Leptochloa chinensis* (L.) Nees
29. 莎草科 Cyperaceae
- 61) 荸荠 *Eleocharis tuberosa* Schult.
- 62) 牛毛毡 *E. acicularia* (L.) R. Br.
- 63) 飘拂草 *Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl
- 64) 荆三棱 *Scirpus yagara* Ohwi
- 65) 水葱 *S. validus* Vahl
30. 灯心草科 Juncaceae
- 66) 野灯心草 *Juncus setchunsis* Buchen.
31. 天南星科 Araceae
- 67) 菖蒲 *Acorus calamus* L.
- 68) 芋 *Colocassia esculenta* (L.) Schott
32. 浮萍科 Lemnaceae
- 69) 紫萍 *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.
- 70) 浮萍 *Lemna minor* L.
33. 鸭跖草科 Commelinaceae
- 71) 疣草 *Murdannia keisak* (Hassk.) Hand.-Mazz.
34. 雨久花科 Pontederiaceae
- 72) 鸭舌草 *Monochoria vaginalis* (Burm. f.) Presl.
- 73) 雨久花 *Monochoria korsakowii* Regel. et Maack
- 74) 凤眼莲 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

参 考 文 献

- 1 窦鸿身. 太湖流域围湖利用的动态变化及其对环境的影响. 环境科学学报, 1988, 8(1): 1~9.
- 2 梁彦岭, 刘秋泉. 草型湖泊资源、环境与渔业生态学管理(一). 北京: 科学出版社, 1995.
- 3 王国祥, 濮培民, 张圣照, 等. 用镶嵌组合植物群落控制湖泊饮用水源区藻类及氮污染. 植物资源与环境, 1998, 7(2): 35~41.
- 4 马学慧. 中国沼泽研究的几个问题. 湖泊科学, 1993, 5(1): 78~84.
- 5 吴征镒主编. 中国植被. 北京: 科学出版社, 1983.
- 6 伍宪文. 五里湖 1951 年湖泊调查. 水生生物学集刊, 1962, (1): 63~113.
- 7 中国科学院南京地理研究所. 太湖综合调查初步报告. 北京: 科学出版社, 1965.
- 8 张圣照. 东太湖植被及其环境条件. 见: 江苏省海洋湖沼学会编. 《海洋湖沼研究文集》. 南京: 江苏科学技术出版社, 1986. 84~87.

(责任编辑: 宗世贤)