

小兴凯湖的水生植被及其生态作用*

于丹 杨国亭 刘丽华

(东北林业大学植物研究所, 哈尔滨 150040)

提 要

本文论述了小兴凯湖水生植物的种类组成、植被类型、生物量及其在湖泊淤积和渔业中的作用。该湖属老年期湖泊,水生维管束植物共有25科56种,优势种为竹叶眼子菜、荇菜、芦、菰等。植被类型可划分为沉水植被、浮叶植被和挺水植被等三个亚型,包括12个主要植物群丛。全湖水生植物总生物量(湿重)为196380吨;以植物现存量计算,草食性鱼类的年生产力应为78.75吨。由于水生植物大量繁殖,为减缓湖泊的垫平作用,可适量放养草食性鱼类,控制住水生植物的过量繁殖;同时引种一些经济水生植物,压住水中杂草的生长。

关键词 水生植被,重要值,生物量,淤积

兴凯湖属构造陷落湖,分为大兴凯湖和小兴凯湖。大兴凯湖为中苏界湖,位于北纬 $44^{\circ}28'—45^{\circ}31'$ 、东经 $132^{\circ}—132^{\circ}50'$;面积 4380km^2 ,其中中方面积为 1080km^2 ;平均水深2.5m,湖底平坦,多为砾石或细沙,水生维管束植物极少,故本文不加以论及。小兴凯湖与大兴凯湖仅一岗之隔,地理位置是北纬 $45^{\circ}16'—45^{\circ}24'$ 、东经 $132^{\circ}20'—132^{\circ}50'$;面积 100km^2 ;平均水深1.5m;透明度21cm,pH值为7.6,总氮含量为 1.75mg/L ,总碱度为 1.81me/L ,总硬度为 1.42me/L ,水型为 $\text{C}_1^{\text{Ca}}\text{II}$ 型水。湖中水生植物种类多,种群数量较大。

兴凯湖湖积平原属温和半湿润区,为寒温带大陆性气候;年平均气温 3.1°C ,年降水量为554mm,年蒸发量1000mm,年平均相对湿度70%;日照时数为2576h,总积温为 2390°C ;无霜期149d,封冻日数为135d,冰厚1.05m。湖周地势低平,母质粘重,径流缓慢;沼泽地与蝶形洼地遍布。土壤以沼泽土居多,尚有少量潜育草甸土和低地白浆土。

兴凯平原植被以湖岗森林、沼泽化草甸为主;森林为由蒙古栎(*Quercus mongolica*)和白桦(*Betula platyphylla*)等组成的次生林。沼泽化草甸分布在湖积低平原上,植物群落中的优势种为小叶樟(*Deutzia angustifolia*)、沼柳(*Salix rosmarinifolia*)和细柱柳(*Salix gracilistyla*)等。由于河流泛滥和泄水不畅,湖周常有大面积的隐域性沼泽植被,在重沼泽中以菰、芦苇和水木贼为常见种。

水生植物的种类组成

在黑龙江省植物区划中,小兴凯湖植物属小兴安岭—老爷岭植物区,穆棱—三江平原

* 本文是在周以良教授指导下完成的;工作中曾得到武汉大学陈家宽教授的指教;采集中得到兴凯湖水产养殖场官键、鞠家友等同志的协助,谨此一并致谢。
1989年7月6日收到。

表1 小兴凯湖水生植物名录

Tab. 1 A list of aquatic plants in Xinkai Lake.

-
- I. 蕨类植物门 Pteridophyta
1. 槐叶草科 Salviniaceae
 - (1) 槐叶草 *Salvinia natans* (L.) All.
 2. 木贼科 Equisetaceae
 - (2) 水木贼 *Equisetum heleocharis* Ehrh.
- II. 种子植物门 Angiospermae
- (I) 双子叶植物纲 Dicotyledoneae
3. 毛茛科 Ranunculaceae
 - (3) 小水毛茛 *Ranunculus eradatum* (Laest.) Fries
 4. 睡莲科 Nymphaeaceae
 - (4) 睡莲 *Nymphaea tetragona* Georgi.
 - (5) 芡实 *Euryale ferox* Salisb.
 - (6) 萍蓬草 *Nuphar pumilum* (Hoffm.) DC.
 5. 金鱼藻科 Ceratophyllaceae
 - (7) 金鱼藻 *Ceratophyllum demersum* L.
 - (8) 东北金鱼藻 *C. manshuricum* (Miki) Kitag.
 6. 十字花科 Cruciferae
 - (9) 伏水碎米荠 *Cardamine prorens* Fisch.
 7. 蓼科 Polygonaceae
 - (10). 两栖蓼 *Polygonum amphibium* L.
 - (11) 水蓼 *P. hydropiper* L.
 - (12) 旱苗蓼 *P. lapathifolium* L.
 8. 菱科 Trapaceae
 - (13) 格菱 *Trapa pseudoincisa* Nakai
 - (14) 东北菱 *T. manshurica* Fler.
 - (15) 耳菱 *T. poraninii* V. Vassil.
 - (16) 丘角菱 *T. japonica* Fler.
 9. 小二仙草科 Haloragaceae
 - (17) 穗状狐尾藻 *Myriophyllum spicatum* L.
 - (18). 轮叶狐尾藻 *M. verticillatum* L.
 10. 伞形科 Umbelliferae
 - (19) 泽芹 *Sium suave* Walt.
 - (20) 水芹 *Oenanthe javanica* (Bl.) DC.
 11. 龙胆科 Gentianaceae
 - (21) 睡菜 *Menyanthes trifoliata* L.
 - (22) 荇菜 *Nymphoides peltata* (Gmel.) O. Kuntze.
 12. 玄参科 Scrophulariaceae
 - (23) 水苦苣 *Veronica undulata* Wall.
 13. 狸藻科 Lentibulariaceae
 - (24) 狸藻 *Utricularia vulgaris* L.
 - (25) 小狸藻 *U. minor* L.
- (II) 单子叶植物纲 Monocotyledoneae
14. 花蔺科 Butomaceae
 - (26) 花蔺 *Butomus umbellatus* L.
 15. 水鳖科 Hydrocharitaceae
 - (27) 苦草 *Vallisneria spiralis* L.
-

续表 1

-
16. 泽泻科 Alismataceae
 (28) 泽泻 *Alisma orientale* (Sam.) Juzepcz
 (29) 草泽泻 *Alisma canaliculatum* A. Br. et Bouche
 (30) 慈菇 *Sagittaria irifolia* L.
 (31) 浮叶慈菇 *S. natans* Pall.
17. 眼子菜科 Potamogetonaceae
 (32) 菹草 *Potamogeton crispus* L.
 (33) 眼子菜 *P. distinctus* A. Benn
 (34) 穿叶眼子菜 *P. perfoliatus* L.
 (35) 线叶眼子菜 *P. pusillus* L.
 (36) 柳叶眼子菜 *P. compressus* L.
 (37) 竹叶眼子菜 *P. malaianus* Miq.
 (38) 龙须眼子菜 *P. pectinatus* L.
18. 茨藻科 Najadaceae
 (39) 大茨藻 *Najas marina* L.
 (40) 小茨藻 *N. minor* L.
19. 雨久花科 Pontederiaceae
 (41) 鸭舌草 *Monochoria vaginalis* (Burm.) Presl ex Kunth
 (42) 雨久花 *Monochoria korsakowii* Regel et Maack
20. 天南星科 Araceae
 (43) 菖蒲 *Acorus calamus* L.
 (44) 水芋 *Calla palustris* L.
21. 浮萍科 Lemnaceae
 (45) 浮萍 *Lemna minor* L.
 (46) 紫萍 *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid
22. 黑三棱科 Sparganiaceae
 (47) 黑三棱 *Sparganium stoloniferum* (Graebn.) Buch-Ham.
 (48) 弓杆黑三棱 *S. arcuscaulis* D. Yu et G. T. Yang
23. 香蒲科 Typhaceae
 (49) 宽叶香蒲 *Typha latifolia* L.
 (50) 蒙古香蒲 *T. davidiana* (Kromb.) Hand-Mazz.
24. 莎草科 Cyperaceae
 (51) 荆三棱 *Scirpus yagara* Ohwi
 (52) 异型莎草 *Cyperus difformis* L.
 (53) 密穗莎草 *C. fuscus* L.
25. 禾本科 Poaceae
 (54) 芦苇 *Phragmites communis* Trin.
 (55) 菰 *Zizania caduciflora* Hand-mazz.
 (56) 稗 *Echinochloa crusgalli* (L.) Beauv
-

植物亚区^[3]。小兴凯湖共有水生维管束植物 25 科 56 种^[5]；其中蕨类植物 2 科 2 种，占总种数的 3.57%；单子叶植物 12 科 30 种，占 53.37%；双子叶植物 11 科 24 种，占 42.86%。按生活型划分：挺水植物 24 种，占总数的 41.8%；沉水植物 19 种，占 34.5%；浮叶植物 10 种，占 18.2%；漂浮植物 3 种，占 5.5%。按植物的科属组成计算，单种属 24 个，占总属数的 66.7%；单属科 15 个，占总科数的 60%。较重要的科有眼子菜科、禾本科、睡莲科和菱科；较重要的属有芦苇属、眼子菜属、菰属、菱属、睡莲属、萍蓬草属、荇菜属和狐尾藻属；

优势种为竹叶眼子菜、芦苇、菰、荇菜、睡莲、东北菱、萍蓬草、格菱和穗状狐尾藻。

按分布区类型计算: 世界分布 28 种, 占总种数的 50%; 北温带分布 17 种, 占总种数的 30.36%; 东亚-北美间断分布 6 种, 占总种数的 10.72%; 泛热带分布 2 种, 占总种数的 4.46%; 旧世界热带分布和东亚分布各为 1 种, 均占总种数的 2.23%。由此可见, 小兴凯湖植物(表 1)以世界分布和北温带分布类型为主^[4]。

群丛类型及主要群落的数量特征

根据植被的分类原则, 把层片结构相同。各层片优势种也相同的群落联合为群丛^[2]。小兴凯湖水生植被可划分为 3 个植被亚型, 12 个主要植物群丛, 分类如下:

1. 挺水植被亚型 Emergent aquatic vegetation sub-type

(1) 芦群丛 *Asso. *Phragmites communis*

(2) 菰群丛 Asso. *Zizania angustifolia*

2. 沉水植物亚型 Submergent aquatic vegetation sub-type

(3) 竹叶眼子菜群丛 Asso. *Potamogeton malaianus*

(4) 龙须眼子菜群丛 Asso. *potamogeton pectinatus*

3. 浮叶植被亚型 Floating-leaved aquatic vegetation sub-type

(5) 荇菜群丛 Asso. *Nymphoides peltata*

(6) 东北菱群丛 Asso. *Trapa mandshurica*

(7) 格菱群丛 Asso. *Trapa pseudoincisa*

(8) 睡莲群丛 Asso. *Nymphaea tetragona*

(9) 萍蓬草群丛 Asso. *Nuphar pumilum*

(10) 荇菜+格菱群丛 Asso. *Nymphoides peltata*+*Trapa pseudoincisa*

(11) 荇菜+格菱+竹叶眼子菜群丛 Asso. *Nymphoides peltata*+*Trapa pseudoincisa*+*Botamogeton malaianus*

(12) 东北菱+竹叶眼子菜群丛 Asso. *Trapa mandshurica*+*Potamogeton malaianus*

小兴凯湖水生植物的主要植物群丛的分布见图 1。

影响小兴凯湖植物群落分布格局的主导因子为水深, 在水体的不同深度, 光照、温度和溶氧均不同, 所以植物的种类组成也发生相应的变化^[8], 这是物种对所处生境的适应存在的结果。如在小兴凯湖中沉水植物多分布在 100cm 以上的水深处, 浮叶植物多在 60—130cm 处, 挺水植物多在 30—70cm 处。

在小兴凯湖中共建群落的生物量较单优群落的为低, 是由两种情况引起的, 一是建群种的生活型相同, 则它们在营养需求上的竞争, 导致植物长势差; 二是建群种的生活型不同, 由于它们在空间分布上的竞争, 使共建群落的生物量下降。如东北菱-竹叶眼子菜群落, 东北菱叶片遮光影响了竹叶眼子菜的光能合成, 而竹叶眼子菜众多分枝占据水体空

* Asso.=Association

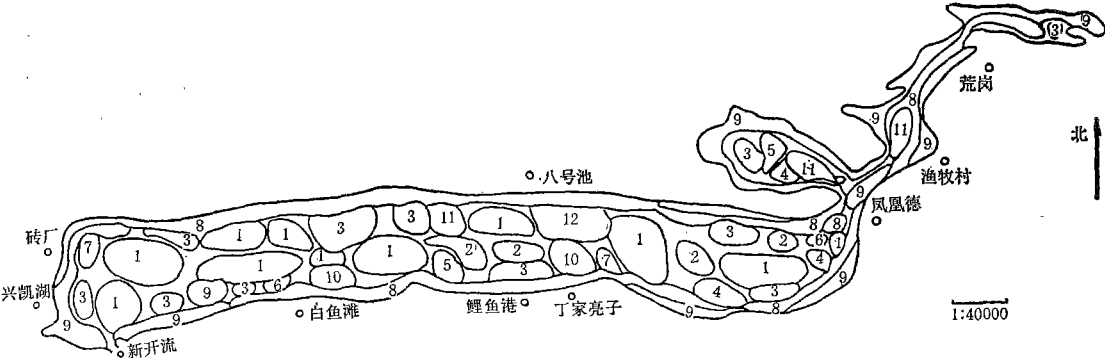


图 1 小兴凯湖水生植物群丛分布图

Fig. 1 The distribution of aquatic plant association in Small Xingkai Lake

1. 竹叶眼子菜群丛; 2. 龙须眼子菜群丛; 3. 荇菜群丛; 4. 东北菱群丛; 5. 格菱群丛; 6. 睡莲群丛;
7. 萍蓬草群丛; 8. 菰群丛; 9. 芦群丛; 10. 东北菱-竹叶眼子菜群丛; 11. 荇菜+格菱群丛; 12. 荇
菜+格菱-竹叶眼子菜群丛

间,限制了东北菱的生长,造成群落生物量的下降。

小兴凯湖水生植物群落主要为竹叶眼子菜-荇菜群落,该群落伴生种有菰、东北菱、芦苇、龙须眼子菜、格菱和黑三棱等,利用频度、密度和优势度等数量指标对竹叶眼子菜-荇菜群落进行了分析,见表 2。

表 2 竹叶眼子菜-荇菜群落数量特征

Tab. 2 The quantitative characteristics of *Potamogeton malaianus*-*Nymphoides peltata* community

种 类 Species	相对频度 Relative frequency	相对密度 Relative density	相对优势度 Relative dominance	重 要 值 Importance value
<i>Potamogeton malaianus</i>	34.3	46.1	30.0	110.4
<i>Nymphoides peltata</i>	17.3	18.9	30.0	66.2
<i>Zizania caduciflora</i>	10.4	14.9	11.9	37.2
<i>Trapa manshurica</i>	10.4	5.6	11.9	27.9
<i>Phragmites communis</i>	3.4	8.2	11.9	23.5
<i>P. pectinatus</i>	10.4	3.4	2.1	15.9
<i>Trapa pseudoincisa</i>	10.4	0.3	2.1	12.8
<i>Sparganium arcuscaulis</i>	3.4	2.6	0.1	6.1
总计 Total	100.0	100.0	100.0	300.0

在小兴凯湖水生植物中,以竹叶眼子菜的重要值为最大,主要因为其能不断适应变化着的环境。如小兴凯湖中悬浮的有机碎屑较多,湖水透明度仅 21cm,光通透性能差^[9];对此竹叶眼子菜的适应性表现为:茎伸长,植株立高高出水面 43cm,叶与分枝多集中在水表层,因水表层光照强、溶氧含量高,有利于植物的生长,故竹叶眼子菜大部分枝叶都分布在水表层。龙须眼子菜具细长的茎,在水体中下层极少分枝,但到水表层却反复分枝,形成团簇状倒伏水表层中,以获取更多的光照。竹叶眼子菜还可在浮岛上生长,但其茎变得粗短;生在浮岛上的荇菜,其叶片小而厚,叶柄粗短,直立。这类现象是由环境胁迫造成的^[4],

当植株回到它原来的生境中便自动消失。在涨水后淹没浮岛, 竹叶眼子菜和荇菜重新长出细长而柔软的叶柄。

总体上看, 小兴凯湖水生生态系列包括六个植物带, 它们自湖心向岸线依次为: 沉水植物带-浮叶植物带-漂浮植物带-挺水植物带-湿生植物带-中生植物带。这些植物带在湖中呈现不同的形状^[1]: 沉水植物带为片状, 漂浮植物带为点状, 浮叶植物带为块状, 挺水植物带为条状, 湿生和中生植物带为间断的狭带状分布。与植物带的相间分布类同, 植物群落建群种依次为: 竹叶眼子菜→荇菜→浮萍→菰→小叶樟→细柱柳。

兴凯湖水生植物群落的动态变化为由沉水植物向浮叶植物、挺水植物的演替过程。以分布区作比较, 沉水植物分布面积占湖总面积的 24.5%; 浮叶植物的占 25.5%; 挺水植物的占 19.5%; 可见沉水植物分布面积已小于浮叶的。从种类组成上, 沉水植物占总种数的 34.5%; 浮叶植物的占 18.2%; 挺水植物的占 41.8%; 且沉水植物的很多种为该湖中的偶见种, 其频度与密度均较小; 相反, 挺水植物中许多种成为优势种, 且其优势度在不断增大。按重要值计算, 在主要植物群落-竹叶眼子菜-荇菜群落中, 沉水植物的重要值为 126.3, 浮叶植物的为 106.9; 挺水植物的为 60.7; 后两者相加和已超过前者的值。这些皆表明小兴凯湖水生植物群落由沉水型向浮叶型、挺水型过渡。同时, 湿生植物中小叶樟的分布区渐为扩大, 预示着小兴凯湖由水生植被向中生植被演替的趋向^[11]。目前许多湿生植物已侵移到湖近岸的一些浮岛上, 并在其上成为优势种。由于植物碎屑的沉积, 使湖床不断上升, 湖面积逐渐减小, 致使湖泊的沼泽化过程加剧。

群落生物量及其生态作用

小兴凯湖植物群落生物量的测定是根据七、八两月植物生长快, 生物量达峰值时来计算的。将全湖分为 10 个断面, 120 个样地, 挺水、沉水、浮叶植物均割取地上部分, 漂浮植物整株称量, 而统计各植物群落的生物量^[10]。小兴凯湖主要植物群落的生物量见表 3。

从建群种来比较, 竹叶眼子菜和菰的生物量最大, 芦苇次之。按生活型计算, 沉水植物的生物量为 58 500 吨; 浮叶植物的为 48 300 吨; 挺水植物的为 88 950 吨; 漂浮植物的为 610 吨。

在水生植物的现存生物量中, 一部分将作为水生动物的食物而被消耗掉; 大多数都将枯萎后堵塞到湖底, 以碎屑的物质形态贮存在湖中, 由于分解缓慢, 这些沉积物使湖泊逐渐变浅。小兴凯湖从 1966—1986 年的 20 年间, 淤积深度达 17cm。淤积物主要为植物碎屑; 湖底腐屑层平均厚 23cm, 最大厚度达 79cm。在湖岸线及湖湾出现了许多由植物碎屑堆成的小浮岛, 上面着生芦苇、小叶樟等植物。有的浮岛已与陆地相连, 这对于湿生植物的生态入侵是极为有利的。浮岛的腐殖质中营养盐类含量丰富, 所以植株长得粗壮而高大; 但由于浮岛的基质松软, 植物体在大风天易倒伏, 为了固着, 在生态适应过程中, 植物的根系变得十分发达, 如菰的扎根深度达 68 厘米, 此外水中茎节间发育着许多不定根, 而使植株的抗风倒能力增强。浮岛上的植物在完成生长季后萎落, 不断增加浮岛的面积与高度, 并使许多小浮岛联成大浮岛, 进而与陆地相连而成半岛状。以这些半岛为中心, 挺水植物带不断向下侵移, 沉水植物带逐渐收缩, 湿生植物带随之跟进, 而在浮岛四周出现

沼泽化现象,许多湿生植物也分布到浮岛上,致使湖面积逐渐减小。20 年来,小兴凯湖水面积已减少近 1 000ha。

表 3 小兴凯湖水生植物群落的生物量(湿重)

Tab. 3 The biomass of aquatic communities in Small Xingkai Lake (Wet weight)

群落名称 Communities	单位面积 生物量 Biomass per unit area(kg/m ²)	分布面积 (ha) Area (hectare)	占总面积 百分比 Percent (%)	群落生物量 (吨) Association biomass (t)	占总生物 量百分比 Percent (%)
<i>Potamogeton malaianus</i>	1.6	2 660	23.5	42 590	21.69
<i>P. pectinatus</i>	1.7	630	5.5	10 710	5.45
<i>Nymphoides peltata</i>	1.1	1 540	13.6	16 940	8.63
<i>Trapa mandshurica</i>	1.9	490	4.3	9 310	4.74
<i>T. pseudoincisa</i>	1.4	350	3.1	4 900	2.50
<i>Nymphaea tetragona</i>	1.7	280	2.4	4 760	2.42
<i>Nuphar pumilum</i>	1.5	210	1.9	3 150	1.60
<i>Zizania cauciflora</i>	3.8	1 120	9.9	42 560	21.67
<i>Phragmites communis</i>	2.5	1 610	14.2	40 250	20.50
<i>H. peltata</i> + <i>T. pseudoincisa</i>	1.3	280	2.4	3 640	1.86
<i>H. peltata</i> + <i>T. pseudoincisa</i> + <i>P. malaianus</i>	0.4	350	3.1	1 400	0.71
<i>T. mandshurica</i> + <i>P. malaianus</i>	0.9	210	1.9	1 890	0.96
Others	1.2	1 120	10.0	14 280	7.27
Total	1.6	1 0850	100.0	196 380	100.00

小兴凯湖变浅和缩小的主要原因是水生植物的过量繁殖,仅植物的嫩茎、叶可被鱼类等取食,植物体的大部分枯死后都倒伏水底^[6],由于微生物的分解作用十分缓慢,这些植物残体便在湖底形成很厚的腐殖质层。经过风浪作用,这些碎屑由水流从周岸携至湖心区,由水层中的悬浮态变为底层的沉积态,以此加快了湖泊的淤积速度。随着湖泊的淤积,沉水植物的分布区变小,而浮叶和挺水植物的则增大;由于浮叶和挺水植物适于在亚沿岸带或沿岸带栖居,所以湖泊变浅有利于它们的种群增殖,使群落的生物生产力得以提高^[7]。同时,植物体落入湖底又加大了湖泊的上垫作用,每年如此循环往复,直到湖底上升到陆地为止。

水生植物作为食物、产卵巢和氧气的来源等在渔业中起重要作用。在小兴凯湖中,草食和杂食性鱼类有草鱼 (*Ctenopharyngodon idellus*)、鲂 (*Megalobrama terminalis*)、鲤鱼 (*Cyprinus carpio*)、银鲫 (*Carassius auratus gibelio*)、瓦氏雅罗鱼 (*Leuciscus waleckii*) 和花鲢 (*Hemibarbus maculatus*) 等。以植物为天然产卵巢的鱼类有青梢红鲌 (*Erythroculter dabryi*)、扁体鲌 (*Culter compressocorpus*)、红鳍鲌 (*Culter erythropterus*) 和乌鳢 (*Ophiocephalus argus*) 等。由于草鱼在静水中不能繁殖,人工放养中苗种来源又较困难,故其形成不了较大的种群数量。相反,肉食性的鲌属和红鲌属鱼类却为优势种,所以人工调整小兴凯湖鱼类区系组成是必要的。近年来通过对肉食性鱼类的强化捕捞,已使其资源呈下降趋势。小兴凯湖中水生植物资源丰富,所以应加大草食性鱼类的放养量,控制肉食性鱼类的种群增殖,以增加湖泊的鱼产量。

根据小兴凯湖水生植物的现存量,按照 $F = \frac{BP}{100K}$ 公式来计算草鱼的生产力,则全

湖草食性鱼类的总生产量可达 78.75T/year。因为草食性鱼类生长快,若加大其种群密度,可大量摄食水生植物,借以减缓水体的淤积速度。

鉴于此,应在小兴凯湖中适量放养草食和腐屑食性的鱼类,使其沿牧食和腐食这两条食物链摄取水体中的过剩饵料。根据生物防治原理,利用鱼类清除水生植物或限制其过度生长;同时引种与水生杂草生态位相同的经济水生植物,并人工调控经济植物的栖息环境,使其在生存竞争中获胜,而压住水中杂草的增殖。这样才能在合理利用水生植物资源、提高鱼产力的同时,又能减轻湖泊的淤积程度。

参 考 文 献

- [1] 李恒、徐廷志, 1979. 泸沽湖植被考察. 云南植物研究, 1(1): 113—141.
- [2] 吴征镒主编, 1983. 中国植被. 143—149, 682—697. 科学出版社.
- [3] 周以良主编, 1985. 黑龙江省植物志. 1: 1—13. 东北林业大学出版社.
- [4] 陈家宽, 1989. 中国慈姑属的系统与进化植物学的研究. 47—70. 武汉大学出版社.
- [5] 于丹、杨国亭, 1991. 黑三棱属一新种. 植物研究, 1(11): 37—39.
- [6] Anderson, M. R. & Kalf, J., 1988. Submerged aquatic macrophyte biomass in relation to sediment characteristics in ten temperate lakes *Freshwater Biology*, 19: 115—121.
- [7] Broady, P. A., 1989. Broad-scale patterns in the distribution of aquatic and terrestrial vegetation at three ice-free regions on Ross Island, Antarctica. *Hydrobiologia*, 172: 77—95.
- [8] Hough, R. A. & Fornwall, M. D., 1988. Interactions of inorganic carbon and light availability as controlling factors in aquatic macrophyte distribution and productivity. *Limnol. Oceanogr.*, 33(5): 1202—1208.
- [9] John, D. M. & Adam, M. S., 1989. The distribution of submerged aquatic macrophyte biomass in a eutrophic stream, Badfish Creek: the effect of environment. *Hydrobiologia*, 171: 111—119.
- [10] Kemp, W. M., Lewis, M. R. & Jones, T. W., 1986. Comparison of methods for measuring production by the submerged macrophyte, *Potamogeton perfoliatus* L., *Limnol. Oceanogr.*, 31(6): 1322—1334.
- [11] Richard, H., Grahame, J., Webb, W. & Smith, M. A., 1987. Floating vegetation mats on a floodplain in the Northern Territory of Australia. *Hydrobiologia*, 150: 153—164.

AQUATIC VEGETATION OF SMALL XINGKAI LAKE AND ITS ECOLOGICAL EFFECTS

Yu Dan Yang Guoting and Liu Lihua

(Botanical Research Institute, Northeast Forestry University, Harbin 150040)

Abstract

The species composition, vegetation type and biomass of the aquatic vegetation and its effects on fishery and lake silt were discussed in this paper.

Small Xingkai lake is in the old stage of development. There are about 56 species of vascular plants belonging to 24 families. The dominant species are *Potamogeton crispus*, *Nymphoides peltata*, *Phragmites communis* and *Zizania caduciflora*. The vegetation can be classified into the emergent subtype, the floating-leaved subtype and the submergent subtype, including 12 main plant associations. The total biomass (wet) of vascular plants in the lake is about 196 380 tons. The biomass of emergent plants is about 88 950 tons, that of submergent plants about 58 500 tons and that of floating-leaved plants about 48 300 tons. The estimated potential annual production of herbivorous fish is 78.75 tons.

During the last 20 years, due to the abundant growth of aquatic plants, the depth of silt in Small Xingkai Lake has increased by 17cm, and water surface decreased by about 1 000 hectares. In order to slow down the silt accumulation, wild aquatic plants should be controlled by rearing herbivorous fishes and introducing economic aquatic plants.

Key words

Aquatic vegetation, Importance value, Biomass, Silt