

广西阳朔漓江河道及其沿岸水生植物 群落与环境关系的观察*

金鉴明

胡舜士 陈伟烈

金代钧

(国务院环境保护办公室)(中国科学院植物研究所)(广西植物研究所)

漓江两岸水秀山青,是我国著名的风景区,素有“桂林山水甲天下,阳朔山水甲桂林”之称。但是,现今,漓江已遭到严重污染!1979年2月人民日报发出了“救救桂林风景区”的强烈呼吁。笔者近年来多次到漓江,进行了调查访问和对比观察。所见所闻确实使人感到,当年青山翠峦倒映在澄澈碧水中的清秀景色,却为如今江面上浮着串串白色泡沫、江水混浊发黑的景象所代替。漓江鱼的产量至今仅为六十年代的10%,用于江上捕鱼的鸬鹚,或因中毒死亡或因慢性中毒不能繁育,而今很难见到了。就是过去为鱼、猪、牛提供大量饲料和为农田提供大量绿肥的江中水草也大大减少了。更为严重的是,污染已危及沿江两岸居民及牲畜的健康和生存。因此,治理漓江污染的事已迫在眉睫。

1963年冬,我们对漓江河道及沿岸池塘、水田生境的水生植被的组成和分布情况,曾作了较详细的调查。为了在开展漓江流域生态系统污染治理和研究时,需要了解其水生植物群落和本底资料,特整理出来,供有关方面参考。

一、阳朔境内漓江沿岸自然环境概况

漓江发源于广西东北部的越城岭猫儿山区,是西江支流之一,为桂江上游。阳朔县境漓江一段系指兴坪至福利一段。地处中亚热带,年平均气温为19.1℃,最冷月(1月)平均气温8.6℃,最热月(7月)平均气温28.1℃;年降雨量为1627.4毫米,4—7月雨水最多,秋季较干旱,因此漓江的水位往往是春夏上升,秋冬下降。

从兴坪到福利之间,漓江的流向,最初向南,到阳朔后折而向东。沿岸石山大部为石灰岩构成,但也有少数由沙页岩形成的丘陵。水流的速度^[1]经常在0.03~1.00米/秒之间,流速较快处(0.50米/秒以上),底质以大石块或中等砾石为主;流速中等处(0.15—0.50米/秒)以砂或小砾石为主;流速缓慢(0.01—0.15米/秒)和极缓(0.01米/秒以下)处,以泥为主。水深处与浅处的生境不同:在水体中不仅光的强度随着深度而降低,光谱成分也因而改变;温度随着深度增加而较稳定;在流的流速相似的情况下,在一定范围内水深处的营养物质要比水浅处丰富。

沿江两岸池塘、水田的水生植被生长也很茂盛。池塘、水田一般为静水,即使流动也很

* 野外工作尚有广西农学院夏民生同志参加,所引用的植物名称部分标本由夏民生同志鉴定。

藻类标本由科学院植物研究所钱迁猜同志鉴定。特此致谢。

[1] 流速的计算方法是在水面放一漂浮物,以秒为单位,计算漂浮物流动的距离。

微弱，水浅，底质以泥为主，阳光能透入水底，营养物质较丰富。这样的生境，对植物的生长是十分有利的。水田由于连年受到人为活动的影响，生境变化较频繁。

二、阳朔漓江河道及沿岸的水生植物群落分布概况

(一) 流水水生植物群落，主要指漓江及其支流河道的水生植物群落。

在漓江及其支流河道内，由于底质、水的流速和深度的不同，水生植物群落也不同。

1. 在底质泥质、流速极缓慢、水深0.10~1.00米的生境下，主要有下列群落：

(1) 金鱼藻 (*Ceratophyllum demersum*) 群落：主要分布于水深0.50~1.00米的岸边。植物生长茂密，总盖度70—100%。但种类组成较简单，除金鱼藻外，有少数马来眼子菜 (*Potamogeton malainus*)、苦草 (*Vallisneria spiralis*)、刚毛藻 (*Cladophora sp.*) 夹杂其中，其高度不一，低者0.3—0.5米，高者1.2—2.0米。有些地方，还有黑藻 (*Hydrilla Verticillata*)、菜 (*Myriophyllum spicatum*)，一般高0.3米。

(2) 黑藻 (*Hydrilla verticillata*) 群落：多见于泥底，个别分布在以泥为主略含砂的底质上。水深0.5—2.0米处均有出现。伴生种有菜、刚毛藻。苦草只在底质局部含砂的情况下少量出现。有时黑藻也呈纯群落分布在金鱼藻群落中。群落的高度随水的深度变化而异，在水深2米处，群落高0.5—1.3米，层次分明，生长较好。水浅处 (0.3—0.8米)，群落高0.3—0.5米，只有一层。

(3) 细叶水荇 (*Ammannia baccifera*) 群落：分布于小溪，随着水的流速与深度变化种类组成及外貌均有所不同。在阳朔县城内的街边小溪内，水浅处 (0.10米) 除细叶水荇外，沟边还稀疏生长着一些湿生植物——鸭跖草 (*Commelina communis*)、水芹 (*Oenanthe javanica*)，构成第一层。下面还浮有紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*)、小浮萍 (*Lemna minor*)，形成第二层。在水的流速较快、水的深度增加至1.3米的情况下，紫萍、浮萍、鸭跖草、水芹消失，为苦草所代替。它们的总盖度60%，高0.5—0.8米。

(4) 菹草 (*Potamogeton crispus*) 群落：仅布分布在水深约1米的泥底小溪内。除菹草为优势种外，刚毛藻、菜和小茨藻 (*Najas minor*) 的生长均很茂密。群落的总盖度有的达100%。高度0.20—0.50米。

(5) 刚毛藻 (*Cladophora sp.*) 群落：分布在水深约0.5米左右流速缓的支流泥底中。伴生种有苦草、黑藻、金鱼藻等。总盖度70%。高0.10—0.30米。

2. 在底质以砂、夹少量泥或泥夹少量砂，流速缓慢至中等，水深0.80—2.50米的生境下，主要有：

(6) 马来眼子菜 (*Potamogeton malainus*) 群落：马来眼子菜是水生植物中广泛分布的种类之一，它不仅在泥底的生境下生长，而且也出现在以砂或小砾石为底质的生境下，尤其在这两种生境的过渡类型，即砂夹少量泥或泥夹少量砂的情况下生长更好。随着泥砂含量的变化，马来眼子菜群落的伴生种也有所改变。在砂含量较多的地方，伴生种类较多，常出现砂底质上的有刚毛藻、苦草、菜等，在刚毛藻生长良好时，间杂于马来眼子菜之间形成马来眼子菜、刚毛藻群落。在泥含量较多的地方，常出现黑藻、小茨藻等伴生种。在黑藻生长好的情况下，往往成为马来眼子菜群落的第二层优势种，组成马来眼子菜-黑藻群落 (图8)。马来眼子菜往往以群出现，盖度100%，随着水的深度不断增加，植株增高，可达2米以上。

3. 在底质以砂或小砾石为主，流速中等，水深0.60—2.00米处，常见有：

(7) 苦草 (*Vallisneria spiralis*) 群落：在水深2.00—3.00米，流速较慢的情况

下, 苦草往往呈纯群出现。生长情况类似于马来菜眼子纯群落。深水中植株高而密是由于水深处环境较为稳定之故。

在水深0.6—1.0米处, 流速较快的情况下, 优势种——苦草有时与伴生种金鱼藻、刚毛藻、黑藻组成群落, 有时与马来眼子菜、刚毛藻、菜组成群落。但生长都很稀疏, 盖度仅40—50%。植株高0.30米, 有时甚至仅0.05—0.08米。这一现象说明了在水浅、流速快的情况下, 生境特点恰与水深处相反。因此, 植物生长稀疏、矮小, 叶短而厚, 并呈红褐色。

(8) 菜 (*Myriophyllum spicatum*) 群落, 大多分布在以砂或小砾石为主的底质上, 极个别生长的底质是以泥为主夹有大石块。水的深度较一致, 均在1米左右。种类成分除菜外, 尚有苦草、黑藻、刚毛藻伴生。盖度80—100%。高0.15—0.25米。在流速缓慢的地方, 往往还可分为二层: 菜、马来眼子菜为第一层, 高0.40—0.50米, 盖度50—70%; 苦草、黑藻、刚毛藻处于第二层, 以苦草占优势。植株高0.15—0.25米。盖度仅20%。

(9) 刚毛藻 (*Cladophora sp.*) 群落: 刚毛藻的适应性很强。它出现在以泥为底质, 流速缓慢、水深1米的生境下, 也出现在以中、小砾石为主的底质上, 虽然在两种截然不同的生境下都出现了同一优势种, 但其伴生种和生长情况仍有很大的差别。这里以马来眼子菜代替了黑藻、金鱼藻。植物生长极为稀疏, 盖度仅20%, 植株高0.20米。

4. 在底质为大砾石, 流速最快的生境下, 很少有固定沉水植物生长, 只有具有特殊附着能力的刚毛藻生长, 形成为:

(10) 刚毛藻纯群落; 其盖度70—80%, 丝状植物体碧绿柔软, 厚达0.40米(图1)。

(二) 静水水生植物群落: 主要指池塘、水田中的水生植物群落。

1. 池塘中的水生植物群落

池塘的面积, 一般为20×30平方米, 受人为影响较多, 因此植物群落的种类成分和结构也有很大变化。在漓江及其支流河道中常见的苦草、马来眼子菜、菜等, 在这里已全然匿迹, 而出现凤眼莲、紫萍、浮萍等。由于它们组成的群落大多生于水面, 植株一般较矮。阳朔、兴坪一带的池塘不多, 调查所见, 有下列两个群落:

(1) 凤眼莲 (*Eichhornia crassipes*) 群落; 在一般受人为影响较多的鱼塘, 如捕鱼后换水、打捞水草等, 这类池塘仅有凤眼莲纯群生长。在人为影响较少的池塘内也有分布, 但均成片生长于池塘边缘, 在接近池塘中心处, 往往混有少数紫萍、浮萍、满江红等。凤眼莲是挺叶飘浮植物, 露于水面的植株高约0.20米, 盖度30%。

(2) 李氏禾 (*Leersia hexandra*)

——紫萍 (*Spirodela polyrrhiza*) ——水

网藻 (*Hydrodictyon sp.*) 群落: 该群落生长的地方受人为影响较少, 池塘内的水终年不换, 也很少有人打捞水草。池水很浅(0.20—0.40米), 从水的颜色判断, 比较肥沃, 因此, 植物种类十分丰富, 不仅表现在优势种的数量上, 伴生种也如此, 总盖度80%。可分为三层: 第一层以湿生植物李氏禾占优势, 还有凤眼莲、水芹、萍、水龙 (*Jussiaea repens*) 等。它们高0.10—0.30米, 盖度40%。第二层以叶浮于水面的飘浮植物紫萍占优势, 还有同一生活型的浮萍、满江

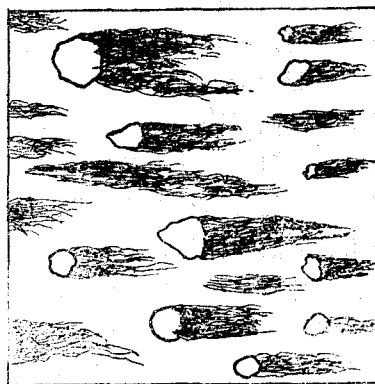


图1 在急流底质为大砾石的生境下生长着的刚毛藻纯群落水平投影图(1×1平方米)

红及苔类的浮苔 (*Ricciocarpus natans*)、藻类的水绵 (*Spirogyra* sp.) 等, 它们的叶紧贴于水面 (水绵植物体成团浮于水面)。第三层仅有藻类水网藻 (*Hydrodictyon* sp.), 生长茂盛, 盖度30%, 由于它处于水中, 使水成为淡绿色。

2. 水田中的水生植物群落

水田的生境和池塘类似, 但受人为影响更大。在阳朔、兴坪一带水田大多种双季稻, 在晚稻收割后, 采取不同的休闲方法, 有的晒冬, 有的泡冬。泡冬又有犁后泡冬和不犁泡冬两种。因此, 水生植物群的分布及组成也各有不同。常见下列四种情况:

(1) 在未犁的浅水田里, 由于收割水稻后未犁耙, 水又很浅, 水稻茬及其四周的淤泥均突出于水面。这种田以一年生飘浮植物和湿生植物为主, 前者以满江红 (*Azolla imbricata*) 占绝对优势, 槐叶萍 (*Salvinia natans*) 仅零星分布其间, 后者以酢酱草 (*Oxalis* sp.) 为主。

(2) 在犁后泡冬的休闲水田里, 泥底很平整, 稻茬已翻入泥底层。水深0.12米左右, (四周及角落略深, 为0.15—0.20米)。在这里主要生长飘浮藻类如: 双管藻 (*Dichotomosiphon* sp.)、双星藻 (*Zygnema* sp.) 及水绵 (*Spirogyra* sp.) 等, 盖度90%。双管藻及双星藻混生一起, 分布于田角水深处, 呈深绿色。水绵呈团状分布于水田中央, 淡绿色。

(3) 在未犁泡冬休闲的水田里, 水深0.10米左右。由于未犁, 水稻茬依然存在, 但因水深浸泡而呈腐烂状。这类田仍然以飘浮藻类为优势, 其优势种为水网藻 (*Hydrodictyon* sp.), 其它还有双管藻及水绵。此外, 还有多年生飘浮植物浮萍、紫萍, 固定水中植物水龙, 以及湿生植物李氏禾。群落的总盖度为60%。

(4) 在荒弃了的水田里, 水深0.25米。由于不受人为影响的时间较长, 植物生长较茂密, 盖度可达100%。优势种是多年生的飘浮植物紫萍和浮萍, 其次为一年生的飘浮植物满江红, 此外, 还有飘浮苔类——浮苔, 挺叶飘浮植物凤眼莲。

三、阳朔漓江沿岸水生植物群落的基本特点及其分布规律

兴坪至福利一段, 位居中亚热带季风气候区。因此, 组成该地区陆生植被的植物, 不仅数量多, 种类亦异常丰富。但水生植被由于比较一致的水生生境, 其种类却大为不同。虽然组成群落的每一种 (特别是优势种) 的数量很多, 但组成所有群落的种类成分却很少。据调查地区的统计, 仅有25种而已。其中高等植物19种, 苔、藻类6种。它们分属21科24属 (表1)。漓江及其支流河道有10种, 池塘11种, 水田14种。流水和静水是影响水生植物群落种类成分分布的一个重要生境因素, 所以, 虽然群落的某些次要成分或主要成分的少数个体, 在一特定的小环境下, 两者皆有分布, 但就其占优势的情况来看, 流水和静水中存在显著的区别, 如漓江及其支流河道中, 刚毛藻、苦草、菹草、马来眼子菜、茳为优势成分, 而静水的池塘及水田, 主要优势种类却是浮萍、凤眼莲、槐叶萍、双星藻、双管藻、水网藻等。

组成水生植被的种类成分不但贫乏, 而且它们大都是一些广布种。其科属组成, 大都是些单种属、寡种属。在这25种植物中, 只有2种属于同一属, 6种分属相同的3个科。这些情况是和水生环境的单纯性和相对稳定性有关的。如调查区的金鱼藻、茳、菹草、浮萍、黑藻、苦草等不仅分布于我国温带、亚热带、热带, 而且广布于全世界各大洲。尽管如此, 不同的气候带还会给水生植物及水生植物群落以一定的影响。如满江红群落, 外来种凤眼莲群落, 其盖度、密度和生长情况在一定程度上反映了气候的特点。有些植物, 叶露于水面而越冬不枯, 更反映了这一点。

表 1

漓江河道及其沿岸水生植物科、属、种统计表

科 名	属 名	种 名
Cladophoraceae	Cladophora	刚毛藻 Cladophora sp.
Dichotomosiphonaceae	Dichotomosiphon	双管藻 Dichotomosiphon sp.
Hydrodictyaceae	Hydrodictyon	水网藻 Hydrodictyon sp.
Zygnemataceae	Spirogyra	水绵 Spirogyra sp.
	Zygnema	双星藻 Zygnema sp.
钱苔科 Ricciaceae	Ricciocarpus	浮苔 Ricciocarpus natans
苹科 Marsileaceae	Marsilea	苹 Marsilea quadrifolia
槐叶草科 Salviniaceae	Salvinia	槐叶草 Salvinia natans
满江红科 Azollaceae	Azolla	满江红 Azolla imbricata
金鱼藻科 Ceratophyllaceae	Ceratophyllum	金鱼藻 Ceratophyllum demersum
千屈菜科 Lythraceae	Ammannia	细叶水苋 Ammannia baccifera
柳叶菜科 Oenotheraceae	Jussiaea	水龙 Jussiaea repens
小二仙草科 Haloragaceae	Myriophyllum	菜 Myriophyllum spicatum
伞形科 Umbelliferae	Oenanthe	水芹 Oenanthe javanica
酢浆草科 Oxalidaceae	Oxalis	酢浆草 Oxalis sp.
水鳖科 Hydrocharitaceae	Hydrilla	黑藻 Hydrilla verticillata
	Vallisneria	苦草 Vallisneria spiralis
眼子菜科 Potamogetonaceae	Potamogeton	菹草 Potamogeton crispus
		马来眼子菜 P. malainus
茨藻科 Najasaceae	Najas	小茨藻 Najas minor
鸭跖草科 Commelinaceae	Commelina	鸭跖草 Commelina communis
雨久花科 Potederiaceae	Eichhornia	凤眼莲 Eichhornia crassipes
浮萍科 Lemnaceae	Lemna	浮萍 Lemna minor
	Spirodela	紫萍 Spirodela polyrrhiza
禾本科 Gramineae	Leersia	李氏禾 Leersia hexandra

水生植物的种类不多,但其生活型却多种多样。根据 Dansereau 水生植物生活型系统^[1],结合调查区实际情况,将漓江及其沿岸的水生植物的生活型划分为10类,各类生活型所包括的植物见表2。

植物生活型的差异,反映了生境的不同。漓江及其支流河道中固定的沉水植物最为丰富,池塘中飘浮藻类与湿生植物的生活型占优势,水田中主要是飘浮藻和叶浮于水面的飘浮植物。池塘和水田中的生活型有很大的相似性,这与池塘和水田生境的相似性是一致的。

水生植物群落的结构和生活型有一定联系。漓江及其支流河道,除个别地段与岸边出现湿生植物和叶浮于水面的飘浮植物外,绝大多数是固定的沉水植物和附着植物,群落的成层现象较简单,池塘和水田大多以飘浮植物为主,但亦有沉水植物,成层现象可由一层到三层,显得较为复杂。

水生植物群落的结构还与底质、流速密切相关。在大砾石底质、流速快的生境下,群落的组成、结构最简单。随着底质颗粒的变细,种类成分亦随之增加,群落的高度亦有所变化。(图1,2,3)

水的深度也影响着水生植物群落的结构。由于光线受水深的影响,水愈深,组成群落的种类愈简单,常呈纯群落,而且群落的高度亦有所增加。(图4)水深5—6米处,很少见有植被的分布。

池塘在生境条件较为一致的情况下,人为影响越重,群落的组成、结构愈简单。例如受

[1] Stanley A. Cain and Oliveira Castro G.M.; 1959 Manual of vegetation analysis P262

表2 阳朔境内漓江沿岸水生植物生活型系统表

生活型	水生植物	水生植物								附着植物
		飘浮植物				固定植物				
		藻类	苔类	叶浮于水面		叶挺出水面	水中或水面	沉水		
				一年生	多年生			一年生	多年生	
植物名称	水芹 鸭跖草 李氏禾 酢浆草	水绵 水网藻 双管藻 双星藻	浮苔	满江红 槐叶萍 萍	紫萍 浮萍	凤眼莲	水龙	小茨藻 细叶水菖	苦草 马来眼子菜 黑藻 菹草 金鱼藻	刚毛藻

人为影响较多的情况下出现凤眼莲纯群落，在受人为影响较少，池塘内的水终年不换的情况下，出现由11种植物组成的李氏禾-紫萍-水网藻群落就是一个很好的对比。水田在水稻收割完后泡冬时，只出现1~2种生活型植物，而在荒弃的水田里，就有4~5种生活型植物，亦说明了这个问题。

水生植被在河流、池塘、水田中各有它一定的分布规律，而且这些规律是受着底质、流速、水深等条件制约的。在漓江内，金鱼藻、细叶水菖、黑藻、菹草等群落常出现于流速极缓的泥底上，是泥底上具有代表性的群落。苦草、菹群落是流速中等以砂或小砾石为主的基质上的典型群落。但马来眼子菜群落的适应性较广，它可在以砂或小砾石为主的底质上生长，亦可以在砂夹泥、泥夹砂为底质的地段出现，而往往在该生境下生长得更好，更普遍。刚毛藻群落更是如此，它不仅可以在以泥为底质、流速极缓的生境下出现，而且也可以在以砂或小砾石甚至大砾石为主的底质、流速快的情况下生长。底质为大砾石、流速快的地段，一般其他水生植物群落是难以生长的。（图5）

四、关于水生植物群落的利用途径

水生植物的用途极为广泛，普遍被利用的有：（1）作饲料：在猪饲料不足时，将苦草（俗称水韭）晒干，切碎，掺在精饲料里喂猪。黑藻（俗称灯笼草）、金鱼藻用来喂养鱼、鸭。还有菹草、菹、马来眼子菜、金鱼藻、黑藻等均是草鱼的主要食料，也是鹅、鸭、猪的天然饲料。李氏禾是牛的良好饲料。尤其是凤眼莲、满江红含蛋白质及粗脂肪较多，是优良饲料。（2）作绿肥：特别是刚毛藻（俗称青苔）容易

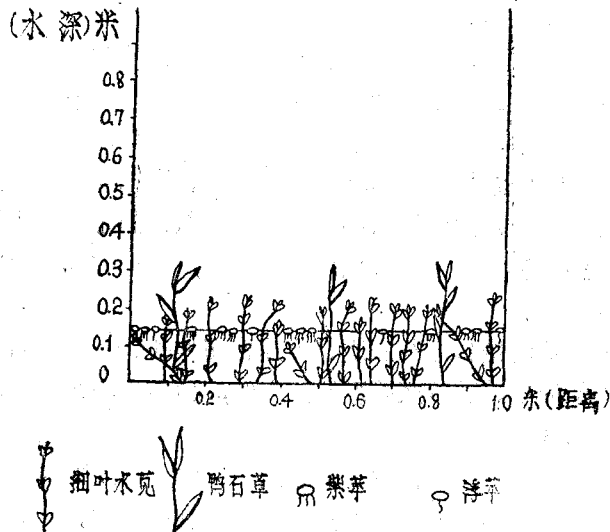


图2 底质泥质，水深0.4米、流速极缓的生境下的细叶水菖群落

腐烂，肥效最佳。由于水生植物分布广，繁殖快，产量高，不占用农地，是重要的绿肥肥源。例如满江红可做肥料，其肥效高于苜蓿、紫云英、大豆苗等绿肥作物。因此，在水稻田培养，可作为基肥和追肥。并由于满江红复盖水面，还可抑制杂草的生长^[1]。(3)作药用：苹、紫萍、水龙等能利尿、治蛇伤、消炎等。农家也常用晒干的满江红和入木屑里熏烟，以驱杀蚊虫。

所有这些，说明了水生植物和人们经济生活的密切关系。

从调查地区范围内来看，若能采取适当措施，如在水田里繁殖满江红，在漓江有目的地划定范围培植鱼、家禽、家畜的优良饲料，并打捞其他水草作绿肥，是值得考虑的。但是

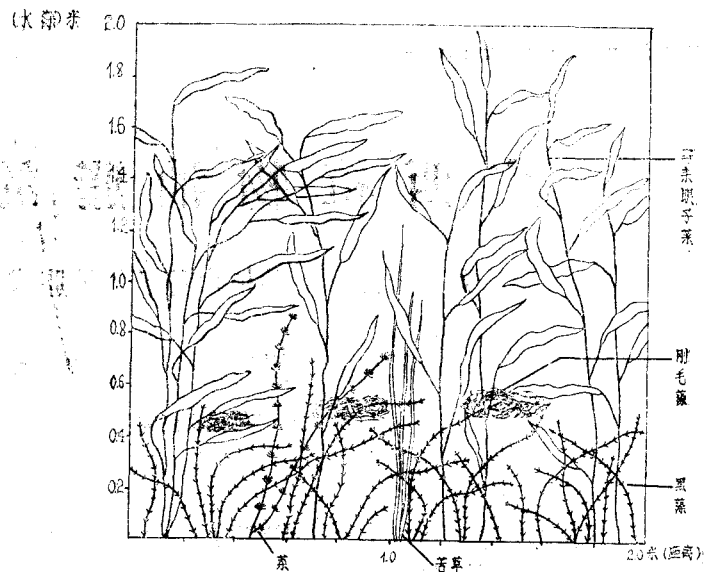


图3 底质泥夹砂，水深2米、流速缓慢的生境下的马来眼子菜群落

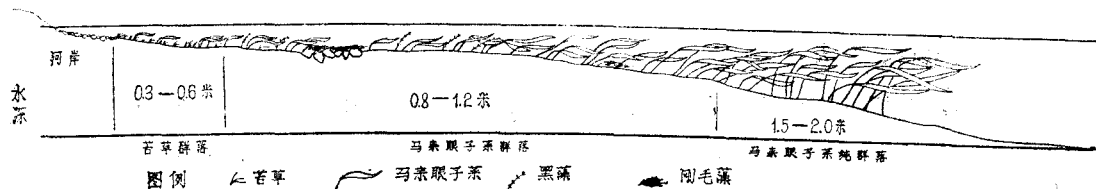


图4 不同深度的水生生境下，水生植物群落的变化垂直剖面图

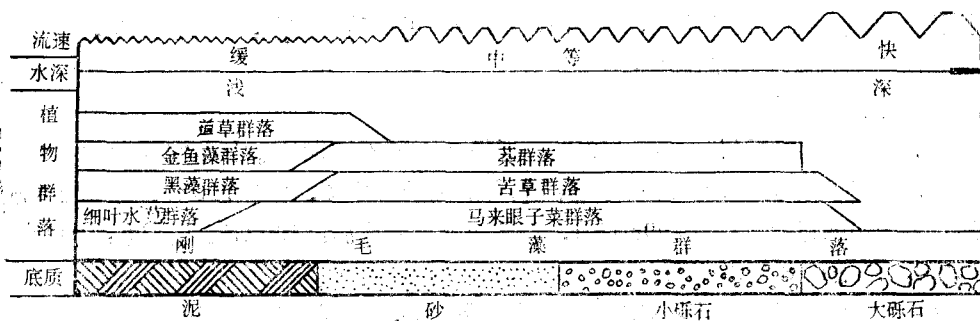


图5 漓江沿岸水生植物群落的分布与环境关系示意图

由于近十几年来漓江沿岸设置工厂以及农田大量使用化肥和农药，污染了河流，水生植物群落几乎已不存在，多数水草由于污染而绝迹，只有少数耐污染的种类零星分布。说明也有些植物能吸收或分解污染物质，忍耐或抵抗这种恶劣的环境，对河流污水起净化作用，从而为防治河水污染提供比较简便、经济的生物措施。采用生物措施是当前防治环境污染的重要途径，特别是利用水生植物净化河水污染，应该引起有关方面的重视，认真开展深入的研究。

[1] 梁余鑫，1963：水生植物的培植，安徽人民出版社，2—4，43—54页