



滇中南六湖的放线菌*

徐丽华 姜成林

(云南省微生物研究所, 昆明)

ACTINOMYCETES IN SIX LAKES IN CENTRAL AND SOUTH YUNNAN

Xu Lihua and Jiang Chenglin

(Yunnan Institute of Microbiology, Kunming)

关键词 放线菌区系, 抚仙湖, 星云湖, 杞麓湖, 阳宗海, 异龙湖, 大屯海

Key words Actinomycete population, fuxian, qilu, xingyun, yangzong, yilong, datun

1985和1986年, 从云南省中部的抚仙湖、杞麓湖、星云湖和阳宗海, 南部的异龙湖和大屯海采集湖底泥和水样, 对放线菌种群进行了研究。

材料和方法

(一) 样品来源 根据湖的地质、水源、水深及人为干扰等将湖分为若干样区, 用采泥器采集湖底泥, 3—5点混合为一份样品。用采水器采集上中下层水样混合为一。采后1—7天内分离放线菌。

(二) 放线菌分离 中温放线菌用甲壳素琼脂^[1]、淀粉酪素琼脂^[6](用等量淀粉代替葡萄糖)及甘油精氨酸琼脂^[3]分离。高温放线菌用甘油门冬酰胺琼脂、燕麦片琼脂及酵母膏麦芽膏琼脂, 土样风干磨细, 120℃干热处理1小时, 稀释10倍, 每皿涂布0.2ml, 52℃培养3—7天, 挑菌。水样中的放线菌用分离中温放线菌的3种培养基, 水样稀释0.10倍作平板分离。

(三) 放线菌分类鉴定 采用国内通用的方法^[4, 5]鉴定。

结果及讨论

(一) 湖底泥的放线菌区系

1. 抚仙湖 它位于云南省澂江县, 面积210平方公里, 系断裂陷落湖。湖南面有一隔河与星云湖相通。海口河为出口河, 注入南盘江。湖面海拔1,721米。湖水平均深90米, 最深达155米, 蓄水量达189亿立方米, 是该省容积最大的淡水湖, 也是全国有名的深水湖。该湖系贫营养湖泊, 水生植物少。湖水pH7, 导电度1.2μA, 溶氧7.6—10.3ppm, 透明度达5.5—9.6米, 受到的污染比较小, 水质良好。但由于周围森林覆盖率不到10%, 水土流失严重, 致使湖内泥砂淤积。

对9个样区41份样品的研究结果(表1)表明, 底泥的放线菌数量为 340×10^3 /克干土(下同)。E、F、G样区深度均在62—80米, 底部是砂质土, 放线菌为 505×10^3 。C、D样区为1—9米

* 国家自然科学基金资助的课题
1986年6月27日收到。

的浅水区，底部为褐色淤泥，放线菌反而比较少。H样区湖底全是砂石，放线菌极少。抚仙湖的放线菌有8个属，其中小单孢菌属占52%，链霉菌占46%，其余各属均少。I样区人为活动最频繁，底部为红粘土，链霉菌的比重最大。小单孢菌中以橙黄类群的菌株最多。遗憾的是未采到155米深处的样品。

2. 星云湖 它位于云南省江川县城东北，面积39平方公里，湖面海拔1,723米。平均水深9米，最深处12米，整个湖底高差小。除河口一带为砂质外，其余均为黄褐色淤泥，腐殖质达1.5米，水质较肥，浮游动物丰富，但水生植物少。星云湖是抚仙湖的上游湖，但湖周围的农业比后者发达得多。

星云湖的放线菌数量与抚仙湖相近，为 324×10^3 。但各个样区的数量差异较小，这可能与整个湖底地势平坦，肥力比较均匀有关。但该湖的放线菌组成比抚仙湖单调，仅分离到4个属，其中小单孢菌占84%，该属的橙黄类群就占了56%（表1）。

3. 杞麓湖 它位于云南省通海县境内，面积36平方公里，海拔1795米。该湖是封闭型湖泊，只有暗河流出，汇入南盘江。由于周围森林覆盖率低于10%，水土流失加剧，目前淤泥较50年代厚0.2—0.3米。平均水深4米，最深15米，湖西部逐渐沼泽化，1981年大旱，浅水区完全干涸。由于工业及生活废水注入湖内，重金属沉积，汞含量为0.001mg/升。氮肥厂的污水每天注入湖内达4,000吨，氨态氮达69mg/升。水生植物丰富，主要有臭轮藻、眼子菜、蒲草、海菜花等。

表1的结果可以看出，杞麓湖的放线菌数量相当大，达 3542×10^3 ，尤其是E、F样区高达 $3355-12666 \times 10^3$ 。这正好是81年干涸过的浅水区，人为干扰最大，水生植物特别丰茂。尽管数量多，但组成并不复杂，只有4个属，小单孢菌占78%，其中的黑褐类群最多（40%）；糖单孢菌属比较多，占了7%，这是很少见的现象。

4. 阳宗海 它位于云南省呈贡、宜良、澂江三县交界处，群山环绕，面积31平方公里，海拔1766米。该湖为一狭长形，长10.5公里，宽2.5公里。平均水深20米，最深30米，仅北面汤池河流进南盘江。由于农业用水大幅度增加，水源又有限，水位逐年下降，1961—1983年平均每年下降了0.13米。阳宗海四周森林稀少，土地贫瘠，水生植物极为稀少，是云南境内有名的“穷湖”，几乎

没有养鱼业。仅北部有一火电站的部分废渣倾入湖内，整个湖泊基本上保持自然状态。

阳宗海的中温放线菌组成比较单调，只有3个属，以链霉菌为主，占60%，小单孢菌占39%，没有分离到绿色类群的菌株。A、D、E 3个样区靠近电厂，30多年来，部分煤渣和生活用水流入，湖底泥黑色，放线菌也最多。

5. 异龙湖 它在云南省石屏县城东南3公里处，属红河水系，面积42平方公里，海拔1411米。早在1698年，水位达1418米，淹过县城东门。1953年以后就无水流出，成为封闭湖。由于围海造田，农业用水又急剧增加，水位进一步下降。1981年大旱，湖水全部干涸20余天，今日水位虽完全恢复，水深仅2.5—5米。湖内水生植物丰富，主要是眼子菜和芦苇。A样区湖底泥是黑褐色淤泥。B、C区是黑褐色土块，贝壳类动物残体极多。D区是褐色砂质土。E、F区是褐色土块，但贝壳类动物残体较少。

异龙湖的放线菌为 3367×10^3 ，砂质底的D区达 8500×10^3 。所分离到的放线菌有5个属，链霉菌占51%，小单孢菌占46%，仅D区分离到马杜拉放线菌。小单孢菌属的紫色类群没有分离到。

6. 大屯海 它属云南省个旧市管辖，面积仅18平方公里，海拔1284米。该湖完全是一个封闭湖，目前湖周围2/3的地段已筑起湖堤，因此入水量很少，主要靠雨水补充。1981年大旱，整个湖全部干涸，目前水深仅1.5—2.7米，整个湖一片草海，水生植物极为丰富，眼子菜、黑藻等遍布满湖，有机质极为丰富。

大屯海的放线菌有 2991×10^3 ，D区附近有一大村落，生活用水注入，放线菌达 8455×10^3 。E、F区是81年人工挖的“航道”，取了相当于心土层的土样，放线菌要少一些。大屯海的放线菌只有3个属，小单孢菌占86%，链霉菌占14%，诺卡氏菌仅占0.2%。小单孢菌的橙黄类群占多数。

（二）湖水的放线菌

所有6个湖的水样，仅从大屯海的两个样区各分离到一个红球菌（*Rhodococcus*）和3种链霉菌，在杞麓湖的一个样区分离到3种红球菌。其他湖泊的水样都未分离到放线菌。

（三）高温放线菌

高温放线菌在各个湖泊均有广泛分布，其数

表1 六个湖泊的放线菌种群($10^3/\text{克干土}$)
Tab. 1 Actinomycete populations in mud samples from six lakes

样 区 Plot		A	B	C	D	E	F	G	H	I	平均	%	
小单孢菌属 <i>Micromonospora</i>	橙黄类群 <i>Aurantiacus</i>	1	83	259	176	333	158	79			181	56	
		2	435	476	476	143	194	5000			1121	32	
		3	719	130	128	591	463				406	33	
		4	1200	2405	705		591	583			907	27	
		5	1395	474	2333	3394	688	280			1427	48	
		6	62.5	355.5	68.1	86.9	68.4	265	169.5	5.8	48.3	36.9	
	黑褐类群 <i>Nigerofuscus</i>	1		111	29	125		132			66	20	
		2	1565	286	333	1048	2548	2667			1408	40	
		3	63	22	26	136					49	4	
		4	1675	643	227	353	227	538			611	18	
		5	23		111	3394		240			795	27	
		6	29.2		21.2	52.1	136.8	25	82.5	5.8	22.5	41.7	
	紫色类群 <i>Violaceus</i>	1	42				26				11	3.4	
		2			48						175	5	
		3	63	22			24				22	2	
		5	47								8	0.3	
		6	12.5		21.2		10.5	5	8.7			6.4	
		1		37							15	4.6	
绿色类群 <i>Viridus</i>		2			71						38	1	
		4	25			1576	229	332			20	0.6	
		5	186				10.5	5.0	8.7			11	
		6	125		21.2						6.4	1.9	
		1	42	37	29	83		53			41	13	
		2	174	48			355	1333			318	9	
链霉菌属 <i>Streptomyces</i>		3	63	87	77	864	2585				735	60	
		4	325	48		7853	614	1410			1708	51	
		5	837	974	481	91	21	120			421	14	
		6	121	40	90	95.6	125.6	280	278	10.7	319.3	45.6	
		1											
		2		37									
糖多孢菌属 <i>Saccharopolyspora</i>		4					1333						
		6		4.0			227						
		1									6	1.9	
		2									222	6	
		4									38	1	
		6									0.5	0.1	
诺卡氏菌属 <i>Nocardia</i>		1					26				4	1.2	
		2	192				32	1333			260	7	
		3				45					9	1	
		4	25		26	176		179				1.9	
		5									8	0.2	
		6	23					4.3			0.9	0.3	
孢囊放线菌属 <i>Actinosporangium</i>		6		11.7		8.7			4.3		6.4	3.4	
												1	
链孢囊菌属 <i>Streptosporangium</i>		6						4.3			0.5	0.1	
马杜拉放线菌属 <i>Actinomadura</i>		4				118					20	0.6	
		6	3.1		4.2		5.3		4.3		6.4	2.6	
小多孢菌属 <i>Micropolyspora</i>		6		3.1							0.4	0.1	
总数 <i>Total</i>		1	167	481	234	541	263	264			324	100	
		2	2366	810	857	1191	3355	12666			3542	100	
		3	908	261	231	1636	3072				1221	100	
		4	3250	3167	932	8500	1659	2691			3367	100	
		5	2511	1474	3925	8455	938	640			2991	100	
		6	243.9	419.2	213.1	243.3	384.1	575	556.1	22.3	402.9	340.2	

注：1—6 表示：1.星云湖，2.杞麓湖，3.阳宗海，4.异龙湖，5.大屯海，6.抚仙湖。

量约占放线菌总数的 0.01—0.2%。阳宗海有 5 个属，杞麓湖 4 个属，抚仙湖 3 个湖，其余 3 个湖有 2 个属。几乎所有湖泊的高温菌均以链霉菌、高温放线菌为主。所分到的小单孢菌的最适生长温度在 45℃ 左右，最高生长温度为 50℃，因此应属于高温放线菌的范畴，对这部分菌株将进一步研究。高温放线菌属是典型的高温菌，但近些年来，Goodfellow 等^[3]对这类微生物的 16SRNA 研究的结果表明，它们与杆菌属接近，建议把它从放线菌目中分出去。

从以上结果得到下述看法：

1. 杞麓湖等 3 个湖在 1981 年干涸过，暂时改变了水生态环境，因此放线菌数量最多，几乎与蔬菜地相似。另外，放线菌的多少还与微环境因素有关，一般说，湖底砂质、有机质多，人为活动多的区域放线菌也多。

2. 3 个湖泊虽然曾一度干涸过，但所有湖泊水生态环境仍是基本的，因此小单孢菌占的比重相当大，约 39—86%，小单孢菌已被普遍认为是水生放线菌。

3. 过去许多人认为链霉菌是外来菌，但从上述结果至少可以说链霉菌从陆地到达湖泊以后逐

渐适应了水生态环境，变成了湖底微生物区系的一部分。抚仙湖 E、F、G 区水深达 62—80 米，链霉菌的数量并没有减少。这些湖泊的水中链霉菌极少。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院微生物研究所放线菌分类组，1975。链霉菌鉴定手册。科学出版社。
- [2] 阮继生，1977。放线菌分类基础。科学出版社。
- [3] 姜成林、徐丽华，1985。土壤放线菌区系研究用的分离方法。微生物学通报，12：218—220。
- [4] Cross, T., 1981. Aquatic actinomycetes: A critical survey of the occurrence, growth and role of actinomycetes in water and soil. *J. Appl. Bacteriol.*, 50: 397—424.
- [5] Goodfellow, M. & T. Cross, 1984. Classification. in "The Biology of the actinomycetes", Goodfellow, M. et al. ed., Academic Press, London etc., pp. 7—164.
- [6] Kuster, E. & S. T. Williams, 1975. Selection of media for isolation of *Streptomyces*. *Nature*, 202: 928—929.
- [7] Makkar, N. S. & T. Cross, 1982. Actinoplanetes in soil and plant litter from freshwater habitats. *J. Appl. Bacteriol.*, 52: 209—218.