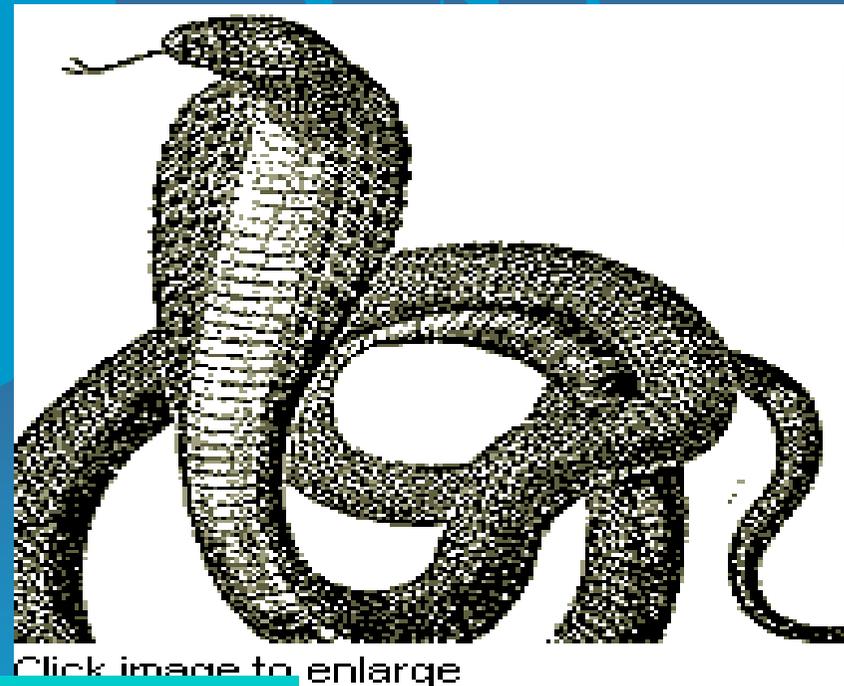


实验三、种群生命表编制和存活曲线



[Click image to enlarge](#)

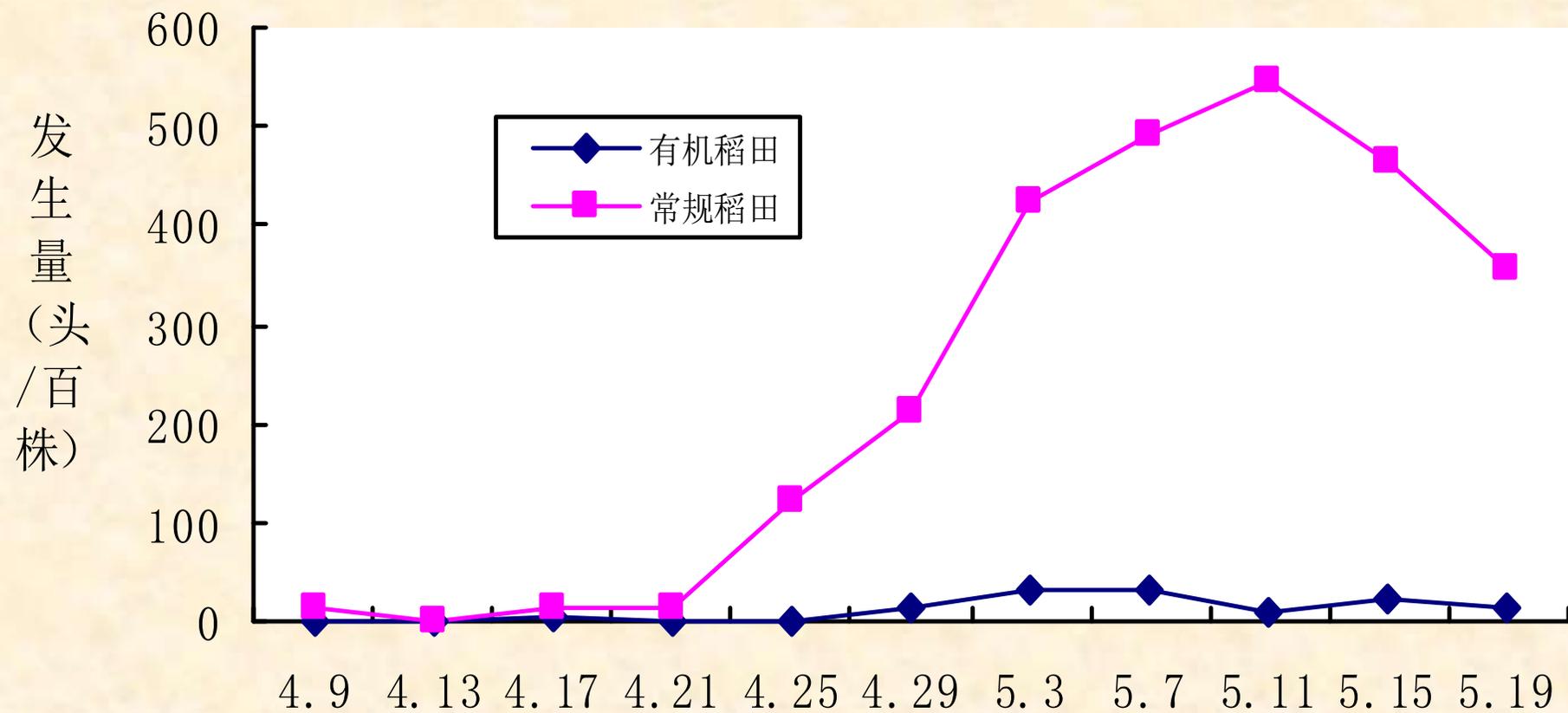
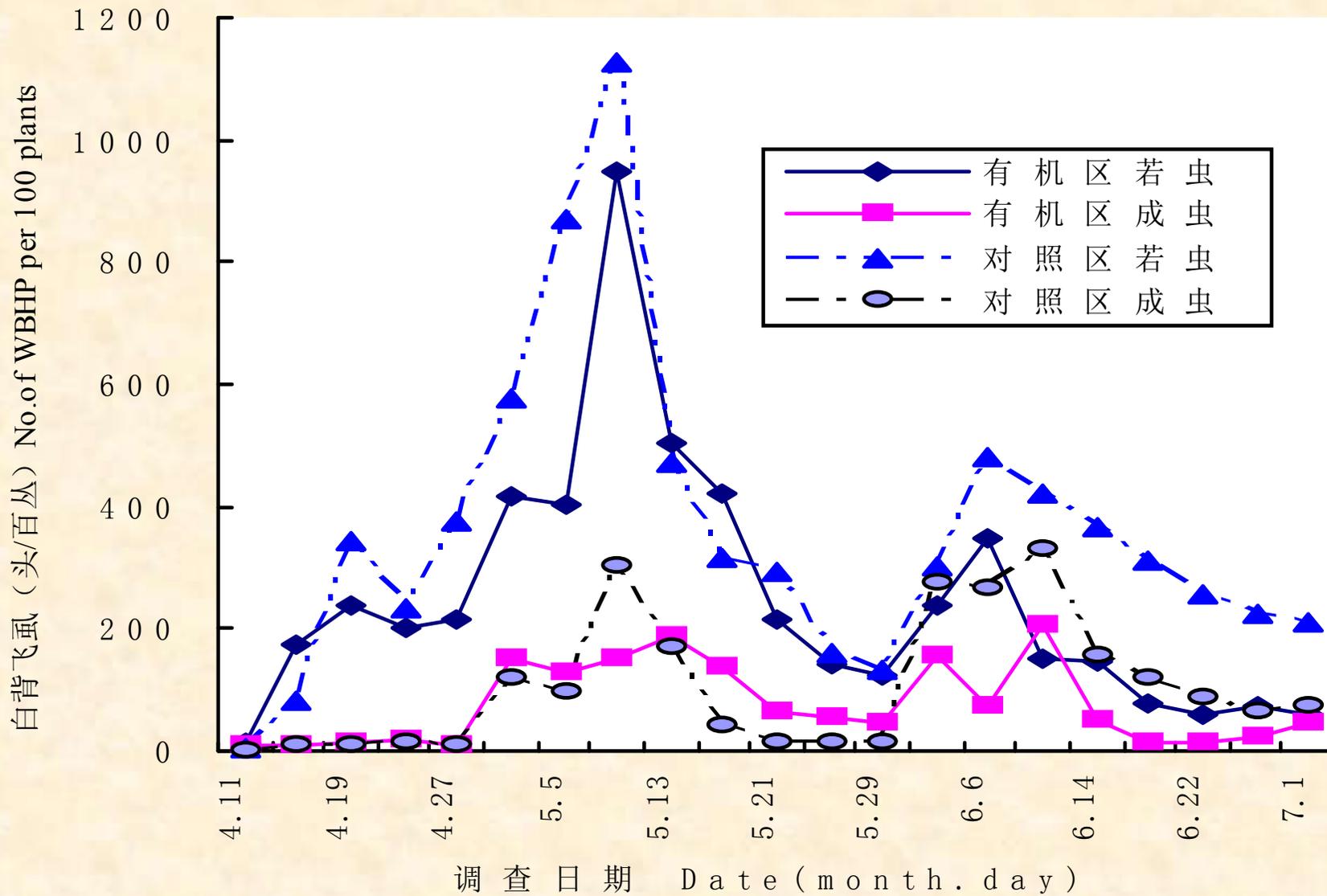


图2 褐飞虱3-5龄若虫的发生动态 日期 (月.日)



实验目的和意义

- 生命表是描述种群死亡过程及存活情况的有力工具。通过编制生命表，可获得有关种群存活率、实际死亡数、死亡率、存活曲线和群内个体未来预期余年（平均期望年龄）。
- 生命表可用于动物种群参数的获取，种群数量的模拟预测，以及评价各种管理措施控制种群数量的效果等。如在昆虫学研究中，利用生命表技术，进行种群增长率的测定和种群死亡关键因子的分析。
- 生命表编制过程包括野外种群调查及[实验室数据分析](#)两个部分。

实验意义:

- 生命表的意义在于提供一个分析和对比种群个体起作用生因子的函数数量基础;
- 利用生命表中的数据, 描述存活曲线图, 说明种群各年龄组在生命过程中的数量;
- 说明不同年龄的生存个体随年龄的死亡和生存率的变化情况。

接上页

实验目的:

- (1) 通过实验操作及利用已有资料, 学习和掌握生命表和生存曲线的编制方法;
- (2) 学习如何分析生命表。

重点:

- 生命表的类型及其区别
- 生命表的年龄段的划分
- 生命表各栏数据的关系和计算方法
- 生命期望值的含义与存活曲线

实验原理

- 由于动物和植物在年龄的区分不同，故在编制生命表时有差别；▶
- 根据生命表所列数字的来源和类型，将生命表分为动态生命表（又称同生群生命表，追踪同生群存活数和死亡数作为基本数据列入表中）、静态生命表（根据一次大规模调查，以不同年龄个体存活数列入表中）。



植物生命表

植物的生命表是以植物各发育阶段为 x 做成，一个典型的植物生命表如

一种景天属植物自然种群生命表

x	n_x	l_x	d_x	$100q_x$	e_x
种子产量	1000	1.0	160	16	4.4
种子可得数	840	0.84	630	75	0.9
种子萌发数	210	0.21	177	84.3	1.1
实生苗定株	33	0.033	9	27.3	3.3
实生苗生长	24	0.024	10	41.3	2.2
成株植物	14	0.014	14	100	1.0

动物生命表

藤壶的生命表(引自Krebs, 1978)

年龄(a) x	存活数 n_x	存活率 l_x	死亡数 d_x	死亡率 q_x	L_x	T_x	生命期望 e_x
0	142	1.000	80	0.563	102	224	1.58
1	62	.437	28	0.452	48	122	1.97
2	34	.239	14	0.412	27	74	<u>2.18</u>
3	20	.141	4.5	0.225	17.75	47	2.35
4	15.5	.109	4.5	0.290	13.25	29.25	1.89
5	11	.077	4.5	0.409	8.75	16	1.45
6	6.5	.046	4.5	0.692	4.25	7.25	1.12
7	2	.014	0	0.000	2	3	1.60
8	2	.014	2	1.000	1	1	0.50
9	0	0	—	—	0	0	—

各栏的关系: $l_x = n_x/n_0$; $d_x = n_x - n_{x+1}$; $q_x = d_x/n_x$; $e_x = T_x/n_x$.



昆虫生命表

表 3-6-3 小菜蛾三世典型生命表 (Harcourt 1969)

X	n_x	$d_x F$	d_x	$100q_x$	S_x
卵 (N_1)	1154	未受精	14	1.2	0.99
幼虫 (一期)	1140	下雨	536	47.0	0.53
幼虫 (二期)	604	<i>M. plutellae</i> (寄生)	140	23.2	
		下雨	77	12.7	0.64
预蛹	387	<i>D. insularis</i> (寄生)	198	51.2	0.49
蛹	189	<i>D. plutellae</i>	53	28.2	0.72
蛾	136	性比 (40.1%)	27	19.9	0.80
♀ × 2 (N_3)	109	光周期	52.4	48.1	0.52
“正常♀” × 2	56.6	成虫死亡	48.1	85.0	0.15
			-	-	
世代总和			1145.5	99.3	

期望卵量: $56.5/2 \times 216 = 6113$ (216: 每只雌蛾最高产卵量);

实际卵量: 918 (N_2);

$I = N_2/N_1 = 918/1154 = 0.80$, $S_G = N_3/N_1 = 0.094$ 。

表 有机早稻田白背飞虱种群生命表 (新会, 2002年4-6月)

虫期 (X_i)	作用因子 (F)	第1代存活率 (S_1)		第2代存活率 (S_1)	
		有机稻田	对照区	有机稻田	对照区
卵	捕食与其它	0.7262	0.8824	0.7354	0.7657
	寄生parasite	0.9231	0.9679	0.8590	0.9458
	不孵No Hatch	0.8974	0.9839	0.8846	0.9512
L_{1-2} 若虫	捕食与其它	0.5724	0.8129	0.5586	0.7287
	寄生parasite	0.7434	0.9326	0.6849	0.8691
L_{3-5} 若虫	捕食与其它	0.6088	0.6515	0.7777	0.8583
	寄生parasite	0.7369	0.8986	0.8244	0.9053
成虫*	逐日存活率 (S_{aa})	0.8062	0.8062	0.8062	0.8062
	雌虫比率	0.625	0.625	0.625	0.625
	$FP_F P_{\text{♀}} \sum P_{fi} (S_{Aa})^i$	32.2427	32.2427	32.2427	32.2427
种群趋势指数 (I)		3.7028	12.0252	4.4195	10.9298
干扰作用控制指数 (IIPC)		0.3079		0.4044	
“捕食性与其它”EIPC		3.7659	2.1398	3.1301	2.0880
“寄生”EIPC		1.9775	1.2328	2.0618	1.3438

生命表数据来源:

- (1) 死亡年龄数据的调查: 收集野外自然死亡动物的残留骨骼, 如头骨、角、牙齿、鱼的鳞片及鸟类羽毛特征等确定年龄。死亡年龄数据可编制静态生命表;
- (2) 直接观察存活动物数据, 可编制动态生命表;
- (3) 直接观察种群年龄数据, 属静态生命表。

(1) 设计 在对研究对象的形态特征、生活史、天敌等有关因子进行充分研究的基础上,适当地划分年龄等级,确定样地、调查项目、取样方法与数量和室内辅助实验的内容等。在设计生命表时必须查阅取样技术文献,将一般的原理结合自己工作的实际,先查明种群个体的空间格局,针对不同的种群个体拟定出合理的取样方法、取样单位、样本数量,设计具体的取样方案,以保证取样的精确性和代表性,取样标准误一般不超过均数的 10%。

(2) 收集数据 即实施调查和开展实验。野外调查应按照设计方案进行,注意调查过程中前后取样的稳定性。详细记载各项数据,尽可能减少死亡因子导致的遗漏、混淆。对于极端因子的作用可以依靠辅助实验测定,如了解极端温度下种群个体的死亡率等。辅助实验的开展是对系统调查所获资料必要的补充和校正。

(3) 制作生命表 获取系统调查资料之后,即可按前文介绍的形式制作生命表。也可根据不同的需要制作不同的生命表。

(4) 分析与建模 对建立的生命表进行系统分析。依据生命表资料分析种群年龄结构、种群的数量动态,以及引起数量变动的因子。最终建立种群动态数学模型。

生命表的编制方法

(1) 划分年龄阶段:划分的方法依动物类别的不同而有所不同。人通常采用5年为一年龄组;鹿科动物等以1年为一年龄组;鼠类以1个月为一年龄组。

(2) 调查数据:按年龄阶段分别记入表中。如“ n_x ”表示实际观察值或实际调查数,只有一列数值,就可以算出生命表中其他各栏的值。许多生命表习惯采用10的倍数个体为基础计算。

(3) 生命表中各栏数据的关系和计算方法如下:

$$n_{x+1} = n_x - d_x$$

$$q_x = d_x / n_x$$

$$L_x = (n_x + n_{x+1}) / 2$$

$$T_x = L_x + L_{x+1} + \dots + L_{\text{最大}}$$

$$e_x = T_x / n_x$$

是指年龄最大

式中: x —— 年龄段;

n_x —— 在 x 期开始时的存活数目;

d_x —— 从 x 到 $x+1$ 期的死亡数目;

q_x —— 从 x 到 $x+1$ 期的死亡率;

e_x —— x 期开始时的平均生命期望或平均余年;

L_x —— 从 x 到 $x+1$ 期的平均存活率;

T_x —— 进入 x 龄期的全部个体直至死亡的各年龄的存活总个数

- L_x 的实际含义:假定在0期, 有1000个体, 1龄时有450个体。假设从0~1龄的时期中死亡个体数都死于该龄的中点, 故从0到1期的平均死亡个体数为 $(1000+450) / 2 = 725$ 个。
- T_x : 是进入x龄期的全部个体在进入该龄期以后的存活总个体。

$$T_x = \sum_{\infty}^x L_x$$

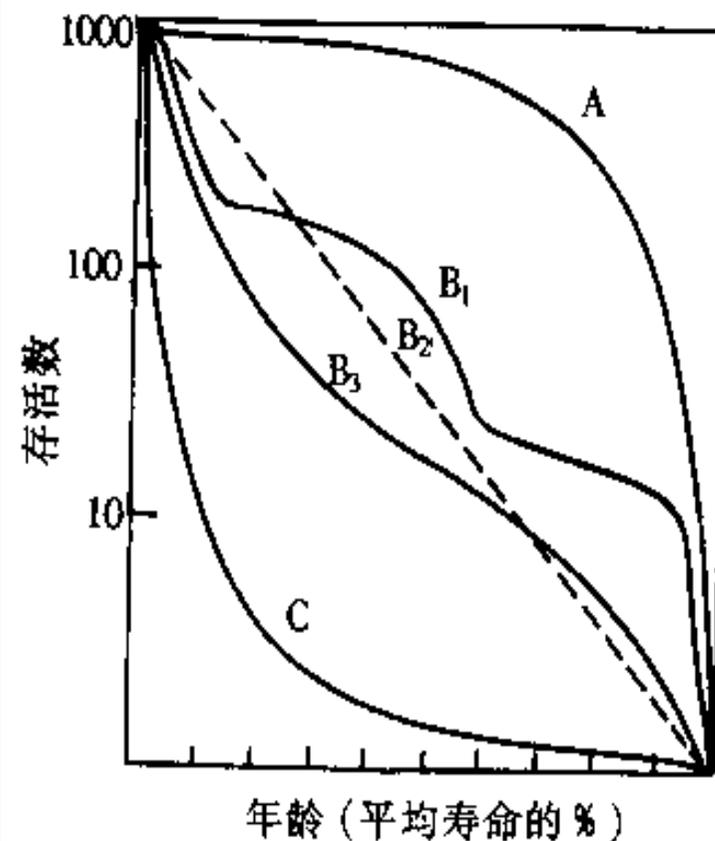
存活曲线

生命存活曲线是以生命表中年龄(x)为横坐标,相对年龄存活数(n_x)的常用对数值为纵坐标。因此,在某一特定时刻,种群同龄个体随时间移动而减少,可以用一条曲线表示,这条曲线称存活曲线。存活曲线大致可分为三大类型:

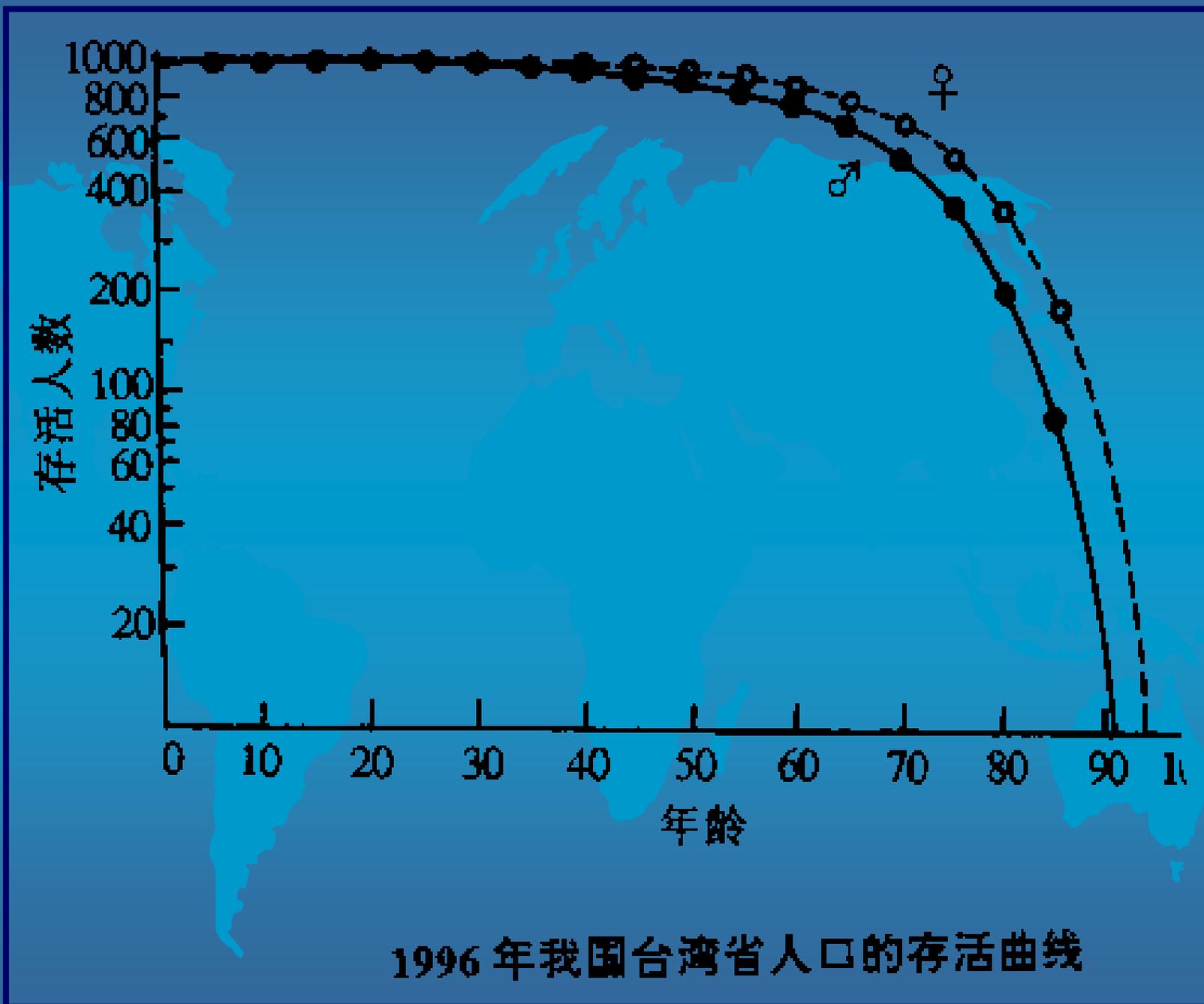
A型:凸型的存活曲线,表示种群在接近于生理寿命之前,只有个别死亡,即几乎所有个体都能达到生理寿命。

B型:呈对角线的存活曲线,表示各年龄期的死亡率是相等的。

C型:凹型的存活曲线,表示幼体的死亡率很高,以后的死亡率低而稳定。



存活曲线的类型



实验步骤:

(一)、 (1) 以骰子数量代表所观察的一组动物(如海豹)的同生群,给每个实验组发 30 只骰子,1 个烧杯。

(2) 通过掷骰子游戏来模拟动物死亡过程,每只骰子代表一个动物,所以开始时动物数为 30,年龄记为 0。掷骰子规则为:将烧杯中骰子充分混匀,一次全部掷出,观察骰子的点数,1、2、5、6 点代表存活个体,3、4 点代表死亡个体,投掷一次骰子代表 1 年。将投掷次数作为年龄记在表 3-3 最左边一栏(年龄 x)中,将显示 1、2、5、6 点的骰子数作为存活个体数记在表 3-3 存活个体数 n_x 一栏中。

(3) 将“死亡个体”去除,“存活个体”继续放回烧杯中重复以上步骤,直到所有动物全部“死亡”。

(4) 按上面公式计算生命表中其他各项的数值,完成表 1。

动态生命表

年龄 x	存活个体数 n_x	存活率 l_x	死亡数 d_x	死亡率 q_x	L_x	T_x	生命期望 e_x
0	30	1.000					
1							
2							
3							
⋮							
n							

表1

(二)、利用已有数据编制生命表, 如下:

调查或利用已有的资料, 如利用调查某地区斑羚种群的年龄数据编制生命表, 原始数据见表

表2

年龄 (x)	开始生存数 (n_x)	死亡数 (d_x)	从 x 到 $(x+1)$ 期的 平均存活数(L_x)	期望平均年龄 (e_x)	死亡率 (1 000 q_x)
0	1 000				
1	945				
2	880				
3	865				
4	800				
5	735				
6	415				
7	249				
8	132				
9	99				
10	66				
11	33				
12	0				

利用调查某地区人口年龄结构编制生命表,见表

根据调查某地区人口统计数据编制生命表

表3

x	n_x (男性)	d_x	L_x	e_x	n_x (女性)	d_x	L_x	e_x
0	100 000				100 000			
1	97 708				97 937			
5	96 100				96 246			
10	95 662				95 930			
15	95 331				95 683			
20	94 722				95 227			
25	93 764				94 621			
30	92 694				93 981			
35	91 519				93 102			
40	89 958				92 002			
45	87 773				90 416			
50	84 584				88 423			
55	80 138				85 445			
60	73 346				81 107			
65	63 313				73 993			
70	50 048				63 810			
75	34 943				49 850			
80	20 165				33 492			
85	8 566				17 708			

作业：

- （1）完成表1、2和3。试编制动态的和静态的生命表；
- （2）以年龄 x 为横坐标， lgn_x 为纵坐标，看看分别得到一条怎样的存活曲线？
- （3）修改掷骰子游戏的假设，以改变种群的死亡率，看存活曲线会发生怎样的变化。