fish-vs-eco

1. fish to eco

- Bence2003论文：p寄生*p攻击后死亡=p死亡

2. eco to fish

- Lake Michigan: 幼年种群密度和juvenile（可以吸鱼的时期）的种群密度之间的关系（可以用来反推存活率）

3. database

- commercial: 五大湖捕捞量（可以作为种群相对密度的数据）
- erie: 仅lake erie的捕捞量（可以作为lake erie生态系统中种群相对密度的数据）
- LakeErieFish: 五大湖中之一的鱼抽样数据（可以做lake erie生态系统中鱼的体重和游泳距离的数据）
  - Length
  - weight
  - water quality
- 五大湖七鳃鳗入侵防治时间线

4. Task 1

- t1b.xlsx：对density-%M的线性拟合，相关系数为0.5452, $p = 0.0668 < 0.1$, 说明在90%的置信水平上拒绝原假设，幼虫密度与雄性占比有显著的相关性

5. pictures

- life cycle of fish：鳗鱼的生命周期图
- problem overview: 第一天腾讯会议的图

总模型

用线性回归拟合性别比和幼体密度函数

- 通过引用文献，说明性别比和成年体密度无明显联系
- 密度不要用等级，用真实密度（只有等级的值用该等级平均密度代替）
- 计算拟合优度
- 证明两个数据线性相关，计算皮尔逊相关系数
- 检验皮尔逊相关系数是否显著：夏皮洛-威尔克检验（可直接用spss计算，具体算出在p=？下可拒绝原假设）
- 把皮尔逊相关系数和夏皮洛-威尔克检验的公式写上，显得高端
- 数据见数据文档

从幼体密度推算成体密度

参考文档

- **假设**：幼鱼期：4年，吸血（成年）期2年快引点文献来证明

- **假设**：幼鱼每年存活率为0.627，引用文献《Survival and metamorphosis of larval sea lamprey (Petromyzon marinus) residing in Lakes Michigan and Huron near river mouths》
- 密度等于单位体积（面积）的数量，因此下面都计算单位面积数量

N^{larval}：当前时刻单位体积幼鱼数量
$D^{larval}=4$年：幼虫时期的时长（$duration$），单位：年
P_y：y年前出生的幼鱼，存活到现在并且没有变态的概率（计算公式见下文）
B：每年出生的幼鱼数量（未知数，我们要解出B）

$$\begin{aligned} N^{larval} &= \sum_{y=0}^{D^{larval}} P_d B \\ &= \left[\sum_{y=0}^{D^{larval}} P_y\right] B \end{aligned}$$

注：从今年，到4年前出生的所有未成年鱼，在今年都可能还未成年，在5年前出生的幼鱼，我们认为它要么死了，要么成年了

P_y：y年前出生的幼鱼，存活到现在的概率且没有变态的概率
y：时间段，当$y=0$时，不考虑死亡率、变态率，$P_y=1$
$S^{larval}=0.627$：幼鱼每年存活率
m_i：幼鱼在第i年变态为成年鱼的概率（计算公式见下文）

$$P_y=\prod_{i=1}^{y} S^{larval}(1-m_i)$$

- **假设**：$\beta_0=-23.886$、$\beta_1=0.186$

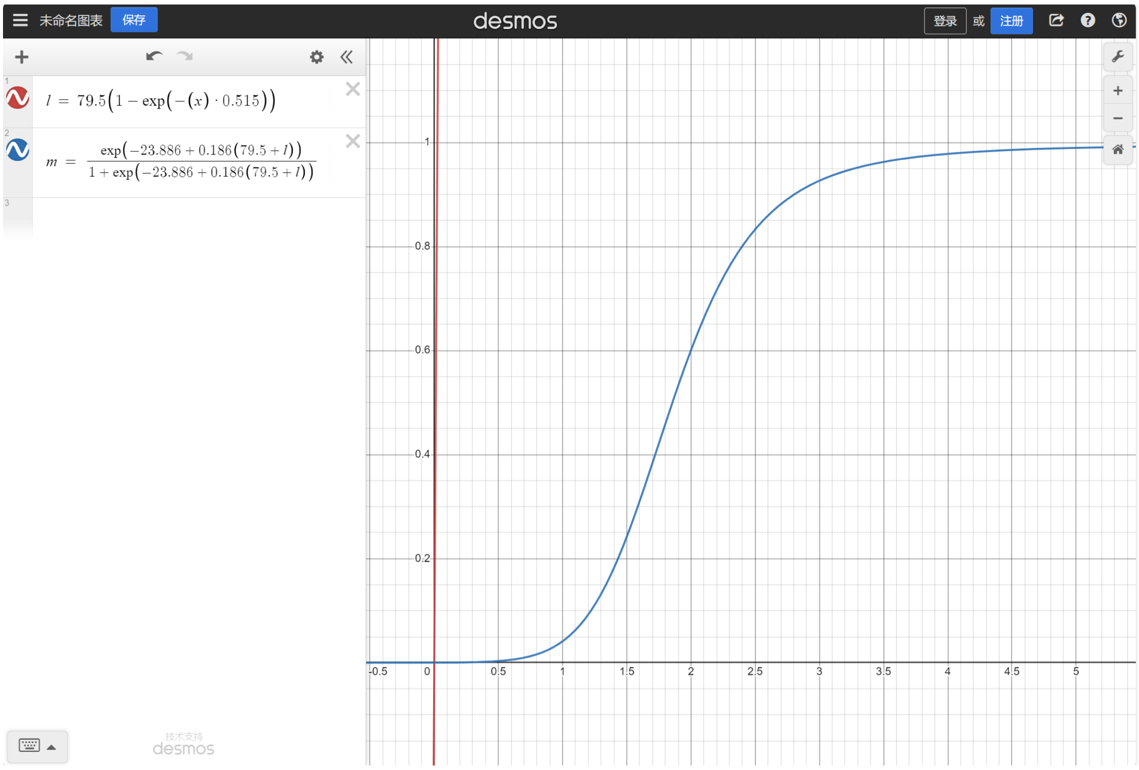
m_i：幼鱼在第i年变态为成年鱼的概率
$\beta_0=-23.886$
$\beta_1=0.186$
$\bar{l}$：鱼长度区间的中点（我们用平均/中位数长度代替（计算公式见下文））
Δl_i：i年前的鱼预期的长度变化量（计算公式见下文）

$$m_i=\frac{exp[\beta_0+\beta_1(\bar{l}+\Delta l_i)]}{1.0+exp[\beta_0+\beta_1(\bar{l}+\Delta l_i)]}$$

注：

- β_0、β_1引用《Survival and metamorphosis of larval sea lamprey (Petromyzon marinus) residing in Lakes Michigan and Huron near river mouths》 **β0 and β1 are parameters characterizing the length at which metamorphosis occurs**

- m：使用了逻辑斯蒂回归模型，引用https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133013001846



假设：$L_\infty = 159mm$
假设：$d = 0.515$年（188天）

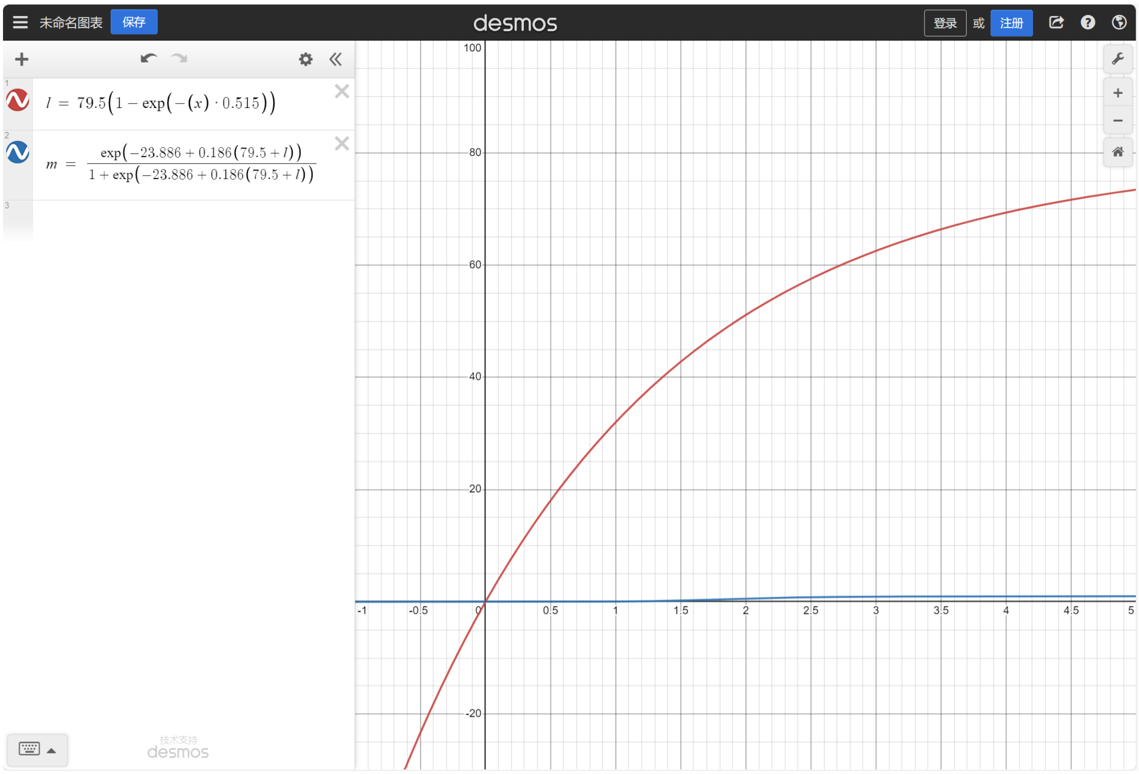
$$\begin{aligned}&\Delta l_i : i\text{年前的鱼预期的长度变化量}\\&L_\infty = 159\text{：渐进长度}\\&\bar{l} = L_\infty/2 = 79.5mm\text{：鱼长度区间的中点}\\&d = 0.515\text{：对特定溪流的成长季时长（}growingseasonduration\text{）}\end{aligned}$$

$$\Delta l_i = (L_\infty - \bar{l})[1.0 - exp(-i \times d)]$$

注：

- $L_\infty 159mm$引用三篇论文
  - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133008715880
  - https://benthamopen.com/ABSTRACT/TOFISHSJ-2-59
  - https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133013001846
- Δl_i的计算引用
  - von Bertalanffy growth equation
  - 《Survival and metamorphosis of larval sea lamprey (Petromyzon marinus) residing in Lakes Michigan and Huron near river mouths》

- $d = 188$天引用：https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0380133003704845



将算出来的P_y、性别比算出的密度带入最上面的公式，可以算出B

假设：成年鱼存活率为1快找个文献论证一下（或者根本不提这个事了）

$$
\begin{aligned}
&N^{juvenile}：当前时刻单位体积成年鱼数量\\
&D^{larval} = 4年：未成年时期的时长（duration），单位：年\\
&D^{juvenile} = 2年：成年时期的时长（duration），单位：年\\
&S^{larval} = 0.627：幼鱼每年存活率\\
&P_y：幼鱼存活y年，且没有变态的概率（前面算过了）\\
&R_y：y年前的那一年出生的鱼，在今年或之前成年并存活的概率\\
&m_i：幼鱼在第i年变态为成年鱼的概率（前面算过了）\\
&B：每年出生的幼鱼数量（前面算过了）
\end{aligned}
$$

思路：今年成年鱼的数量，等于寿命时间范围内，每年出生的鱼的数量，乘这些鱼存活并变态的概率

今年出生的未成年鱼不会成年
1年前出生的未成年鱼今年成年的概率等于**存活一年并变态**

$$R_1 = S^{larval} m_1$$

2年前出生的未成年鱼现在成年且存活的概率等于：出生就成年（概率为0）+ 幼鱼存活1年再成年 + 幼鱼存活2年，今年成年

$$
\begin{aligned}
R_2 = &S^{larval} m_1\\
&+ S^{larval}(1 - m_1) \times S^{larval} m_2
\end{aligned}
$$

3年前出生的未成年鱼现在成年且存活的概率等于：出生就成年（概率为0）+ 幼鱼存活1年再成年 + 幼鱼存活2年再成年 + 幼鱼存活3年再成年

$$
\begin{aligned}
R_3 = &S^{larval} m_1\\
&+ S^{larval}(1 - m_1) \times S^{larval} m_2\\
&+ S^{larval}(1 - m_1) \times S^{larval}(1 - m_2) \times S^{larval} m_3
\end{aligned}
$$

4年前出生的未成年鱼现在成年且存活的概率等于：出生就成年（概率为0） + 幼鱼存活1年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活2年再成年 + 幼鱼存活3年再成年 + 幼鱼存活4年再成年

$$
\begin{aligned}
R_4 = & S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval} m_2 \\
& + S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval}(1-m_2) \times S^{larval} m_3 \\
& + S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval}(1-m_2) \times S^{larval}(1-m_3) \times S^{larval} m_4
\end{aligned}
$$

5年前出生的未成年鱼现在成年且存活的概率等于：出生就成年（概率为0） + 幼鱼存活1年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活2年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活3年再成年 + 幼鱼存活4年再成年

$$
\begin{aligned}
R_5 = & S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval}(1-m_2) \times S^{larval} m_3 \\
& + S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval}(1-m_2) \times S^{larval}(1-m_3) \times S^{larval} m_4
\end{aligned}
$$

6年前出生的未成年鱼现在成年且存活的概率等于：出生就成年（概率为0） + 幼鱼存活1年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活2年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活3年再成年(但是成年后活了2年就死了) + 幼鱼存活4年再成年

$$
R_6 = S^{larval}(1-m_1) \times S^{larval}(1-m_2) \times S^{larval}(1-m_3) \times S^{larval} m_4
$$

如果一个幼虫超过4年了还没成年，我们认为它已经死了

总公式如下：

$$
R_y = \sum_{i=max(y-D^{juvenile},0)}^{min(y,D^{larval})} P_{i-1} S^{larval} m_i
$$

$$
P_0 = 1
$$

$$
y = 1, 2 \ldots (D^{larval} + D^{juvenile})
$$

$$
N^{juvenile} = \sum_{y=1}^{D^{juvenile}+D^{larval}} R_y B
$$

注：当前时刻成年鱼的数量，等于所有$D^{juvenile} + D^{larval}$年前出生的鱼

这样，就从性别比，幼虫密度到出生量B，计算出了当前成年个体的数量