

## 钉螺分布与滩地环境因子的关系\*

265-269

张旭东 杨晓春

彭镇华

S384.9

S184.38

(中国科学院生态环境研究中心系统生态开放研究室 北京 100080) (中国林业科学研究院 北京 100091)

**摘要** 长江中下游滩地钉螺的分布与滩地的地下水位关系显著,当地下水位为 32cm 左右时,钉螺密度和有螺框出现率分别达到其最大值。活螺密度( $Y$ )与地下水位( $x$ )的回归方程为: $Y = -1.9686 + 0.2512X - 0.004013X^2$ ;有螺框出现率( $Y_r$ )与地下水位的关系为: $Y_r = -55.9720 + 7.5689X - 0.1180X^2$ ;5 月份钉螺适宜在土壤含水率 30% 左右的土壤表层生活。当土壤含水率为 28%~30% 时,滩面有螺框出现率和活螺密度均达到最大值;土壤湿度小于 28% 或光照强度大于 3800lx 时,钉螺趋向于凹凸不平的滩面生活,活螺密度  $Y$  及有螺框出现率  $Y_r$  与地表状况  $X$  相关显著为  $Y = -2.4713 + 0.2979X - 0.004678X^2$ ;  $Y_r = -63.985 + 8.2619X - 0.1308X^2$ ;钉螺在草滩的分布与植物群落类型关系密切,其中活螺密度( $Y$ )、活螺框出现率( $Y_r$ )与植物群落类型的关系为: $Y = -10.9357 + 0.8499X - 0.0133X^2$ ;  $Y_r = -256.5333 + 20.1155X - 0.3098X^2$ ;以莎草为主组成的植物群落,其钉螺分布密度高于苔草群落和狗牙根群落,其中狗牙根群落的钉螺密度最小。

**关键词** 钉螺,滩地,环境因子。

RELATIONSHIPS BETWEEN THE SURVIVING  
ONCOMELANIA AND BEACHES ENVIRONMENTAL FACTORS

ZHANG Xu-Dong YANG Xiao-Chun

(Department of Systems Ecology, Research Center for Eco-Environmental Sciences,  
Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100080, China)

PENG Zhen-Hua

(Chinese Forestry Academy of Sciences, Beijing, 100091, China)

**Abstracts** On the seasonal beaches, density of the surviving oncomelania ( $Y$ ) and the occurring rate of oncomelania ( $Y_r$ ) are significantly related with the underground water table ( $X_1$ ) and the soil water content ( $X_2$ ).  $Y = -1.9686 + 0.2512X - 0.004013X^2$ ,  $Y_r = -55.9720 + 7.5689X - 0.1180X^2$ ; When the underground water table is under 32cm, it has a significant correlation with  $Y$  and  $Y_r$ . When the underground water table is over 32cm, the relationship is negative. If the soil water content is less than 28%, it has a significant positive relation with  $Y$  and  $Y_r$ . If the soil water content is more than 38%, the relationships appear to be significantly negative. Distribution and breeding of oncomelania are highly correlated with beach vegetation types. There are no oncomelania breeding on bare beaches. Once plants invade into the beaches, the oncomelania occurs immediately. The relationships between the density of the surviving oncomelania ( $Y$ ) and plant community

\* 国家自然科学基金资助项目(39670137)。

收稿日期:1998-03-10,修改稿收到日期:1998-07-28。

types ( $X$ ) is as follow;  $Y = -10.9357 + 0.8499X - 0.0133X^2$ , and the occurring rate of oncomelania ( $Y_1$ ) are related with the plant community types ( $X$ ) is as follows;  $Y_1 = -256.5333 + 20.1155X - 0.3098X^2$ . The density of oncomelania is the highest at the reed beaches and other grass beaches on the seasonal beaches along the middle and lower reaches of the Yangtze River. The distribution and density of oncomelania at grass beaches are different due to the different characteristics of plant communities. The density of oncomelania is the highest in flatsedge community, and the lowest in Dogtoothgrass community.

**Key words** oncomelania, beaches, environmental factors.

血吸虫病是发展中国家的主要寄生虫病之一,历史悠久,传播广泛,危害严重<sup>[1-3]</sup>。在中国,表达晚期血吸虫病腹水的“蛊”字见于公元前 16 至 15 世纪,并且字形显示腹中有虫的意思。根据生物进化的过程,血吸虫的历史应当早于人类历史<sup>[4]</sup>。

中国大陆的日本血吸虫病流行于长江流域及其以南的 12 个省、市、自治区,呈片状或点状分布。血吸虫病病人累计人数与累计有螺面积主要集中于非封闭性的长江中下游湖北、湖南、江西、安徽、江苏和上海等五省一市的滩地上<sup>[5,6]</sup>,约占全国血吸虫病人数及有螺面积的 95% 以上,是全国血防工作的重点地区。本工作主要从滩地环境因子对血吸虫的中间宿主——钉螺的影响着手,研究环境因子与钉螺孳生的关系,以期从环境整治的角度控制血吸虫病的流行<sup>[7]</sup>。

## 1 研究地点与研究方法

工作地点位于长江下游干流的安徽省怀宁县红星江滩上。该滩地是钉螺密集区,血吸虫病流行严重。位于该滩的一个行政村,仅 1988 年血吸虫病急感病人就高达 111 人,1989 年在该滩地建立试验区,面积为 310hm<sup>2</sup>,其中造林 235hm<sup>2</sup>,150hm<sup>2</sup> 实行间种。

在不同类型的滩地上,分别在林地、芦苇地和草滩设置 0.11m<sup>2</sup> 的样框 300~500 个,调查地表钉螺的数量、活螺数、植被盖度、植被高度和土壤含水率等。造林区采用每行等株、邻行交叉落框机械抽样法,框距为 30m;芦苇滩、草滩均采用系统抽样法,芦苇滩距为 20m×20m,草滩框距为 10m×10m。

## 2 研究结果

### 2.1 滩地地下水位与钉螺分布的关系

除了滩地的类型影响钉螺的分布外,钉螺在滩地土表的分布与地下水位有明显的关系,随着地下水深度度的变化,出现了两条稀螺带,两条多螺带和一条密螺带的分布特点(表 1)。

表 1 滩地不同地下水位与土表钉螺分布

Table 1 Relationships between oncomelania distribution and different underground water level

| 地下水位<br>Underground<br>water level<br>(cm) | 调查框数<br>Investigation<br>frames | 有螺框数<br>Frame of snail | 活螺数<br>No. of living snail | 有螺框出现率<br>Occurring rate<br>of snail frame<br>(%) | 活螺密度<br>Density of<br>living snail<br>(只/0.11m <sup>2</sup> ) |
|--------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 10                                         | 141                             | 19                     | 34                         | 13.50                                             | 0.241                                                         |
| 20                                         | 133                             | 47                     | 147                        | 35.34                                             | 1.105                                                         |
| 30                                         | 147                             | 107                    | 352                        | 70.07                                             | 2.394                                                         |
| 40                                         | 139                             | 64                     | 197                        | 64.04                                             | 1.417                                                         |
| 50                                         | 76                              | 18                     | 46                         | 23.68                                             | 0.605                                                         |

地下水位与钉螺分布的多项式回归模型为:

$$Y = b + b_1x + b_2x^2 + \dots + b_px^p$$

其中  $Y$  为活螺密度(只/0.11m<sup>2</sup>);  $x$  为地下水位(cm);  $b_0, b_1, \dots, b_p$  为回归系数。选择  $p=2$  即抛物线模型计算, 结果为:

$$b_0 = -1.9686, b_1 = 0.2512, b_2 = -0.004013$$

即回归方程为:

$$Y = -1.9686 + 0.2512x - 0.004013x^2, R^2 = 0.8610, F = 6.1934, p = 0.1390$$

同样, 地下水位与有螺框出现率(%)有如下关系:

$$Y = -55.9720 + 7.5689x - 0.1180x^2, R^2 = 0.88886, F = 7.9738, p = 0.1114$$

由此可以认为, 地下水位对钉螺密度和有螺框出现率的影响均呈抛物线型。从上述方程可推知, 当地下水位为 32cm 左右时, 钉螺密度和有螺框出现率分别达到其最大值。

## 2.2 滩地土壤湿度与钉螺分布的关系

钉螺适宜在土壤湿度适中的环境中生活, 过干或过湿均不利于钉螺的生长。在炎热的夏天, 钉螺为逃避地表高温, 也有暂短时间移居水中的现象, 根据调查研究, 5 月份钉螺适宜在土壤含水率 28%~38% 的土壤表层生活(表 2)。

表 2 土壤含水率与地表钉螺的分布

Table 2 Relationship between oncomelania distribution and soil water content

| 土壤含水率<br>Soil water<br>content<br>(%) | 调查框数<br>Investigation<br>frames | 有螺框数<br>Frame of snail | 活螺数<br>No. of<br>living snail | 有螺框出现率<br>Occurring rate<br>of snail frame<br>(%) | 活螺密度<br>Density of<br>living snail<br>(只/0.11m <sup>2</sup> ) | 地下水位<br>Underground<br>water level<br>(cm) |
|---------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <28                                   | 0                               | 0                      | 0                             | 0                                                 | 0                                                             |                                            |
| 28~38                                 | 26                              | 19                     | 83                            | 73.08                                             | 3.1920                                                        | 20                                         |
| >38                                   | 87                              | 20                     | 41                            | 22.99                                             | 0.4173                                                        |                                            |
| <28                                   | 0                               | 0                      | 0                             | 0                                                 | 0                                                             |                                            |
| 28~38                                 | 78                              | 66                     | 230                           | 84.62                                             | 2.9490                                                        | 30                                         |
| >38                                   | 35                              | 20                     | 58                            | 57.14                                             | 1.6570                                                        |                                            |
| <28                                   | 32                              | 7                      | 13                            | 21.86                                             | 0.4062                                                        |                                            |
| 28~38                                 | 78                              | 49                     | 166                           | 62.82                                             | 2.1280                                                        | 40                                         |
| >38                                   | 0                               | 0                      | 0                             | 0                                                 | 0                                                             |                                            |

## 2.3 滩地地表状况与钉螺的分布

在土壤含水率小于 28% 的情况下, 钉螺趋向于地表凸凹不平的环境中生活, 而在土壤含水率大于 28% 的情况下, 钉螺则明显趋向于地面平整的环境中生活(表 3)。

经统计分析后活螺密度  $Y$  及有螺框出现率  $Y_1$  与地表状况  $X$  相关显著。

$$Y = -2.4713 + 0.2979X - 0.004678X^2, R^2 = 0.7192, F = 6.4034, p = 0.0418$$

$$Y_1 = -63.985 + 8.2619X - 0.1308X^2, R^2 = 0.7854, F = 9.1516, p = 0.0213$$

除了土壤含水率高低直接影响钉螺在不同地表的分布状况外, 天气也是影响钉螺分布状况的重要因子。根据不同天气调查结构分析, 晴天, 不平整滩地钉螺分布密度大, 且集中在凹陷处、裂缝边。在阴雨天, 不平整的地表大多积水, 这时钉螺离开低凹处, 移向地表平坦的非积水滩面生活。

表 3 滩地地表状况与钉螺分布的关系

Table 3 Relationships between oncomelania distribution and soil surface feature

| 地表状况<br>Ground surface | 地下水位<br>Underground<br>water level<br>(cm) | 调查框数<br>Investigation<br>frames | 有螺框数<br>Frame of snail | 活螺数<br>No. of<br>living snail | 有螺框出现率<br>Occurring rate<br>of snail frame<br>(%) | 活螺密度<br>Density of<br>living snail<br>(只/0.11m <sup>2</sup> ) |
|------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 不平整 Knit               | 10                                         | 71                              | 6                      | 14                            | 8.45                                              | 0.1972                                                        |
| 平整 Unknit              | 10                                         | 41                              | 5                      | 9                             | 12.20                                             | 0.3195                                                        |
| 不平整 Knit               | 20                                         | 58                              | 17                     | 33                            | 29.31                                             | 0.5690                                                        |
| 平整 Unknit              | 20                                         | 55                              | 22                     | 91                            | 40.00                                             | 1.6540                                                        |
| 不平整 Knit               | 30                                         | 32                              | 29                     | 104                           | 90.62                                             | 3.2500                                                        |
| 平整 Unknit              | 30                                         | 81                              | 27                     | 184                           | 70.37                                             | 2.2720                                                        |
| 不平整 Knit               | 40                                         | 11                              | 6                      | 22                            | 54.54                                             | 2.0000                                                        |
| 平整 Unknit              | 40                                         | 99                              | 50                     | 157                           | 50.51                                             | 1.5860                                                        |

#### 2.4 群落类型

草滩植物群落以莎草、苔草和狗牙根草为主组成,因不同群落对光照、热量和水分等环境因子反应不同,形成了各自的生境特点,并影响着钉螺的分布(表4)。

表 4 不同草本植物群落的钉螺分布

Table 4 Oncomelania distribution in different herb plant communities

| 群落类型<br>Community type | 调查框数<br>Investigation<br>frames | 有螺框数<br>Frame of snail | 活螺数<br>No. of<br>living snail | 有螺框出现率<br>Occurring rate<br>of snail frame<br>(%) | 活螺密度<br>Density of<br>living snail<br>(只/0.11m <sup>2</sup> ) | 地下水位<br>Underground<br>water level<br>(cm) |
|------------------------|---------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 莎草 Flatsedge           | 73                              | 27                     | 82                            | 37.9                                              | 1.123                                                         |                                            |
| 苔草 Sedge               | 40                              | 12                     | 42                            | 30.0                                              | 1.050                                                         | 20                                         |
| 狗牙根 Dogtoothgrass      | 0                               | 0                      | 0                             | 0                                                 | 0.000                                                         |                                            |
| 莎草 Flatsedge           | 61                              | 49                     | 178                           | 80.3                                              | 2.918                                                         |                                            |
| 苔草 Sedge               | 40                              | 31                     | 76                            | 77.5                                              | 1.900                                                         | 30                                         |
| 狗牙根 Dogtoothgrass      | 12                              | 6                      | 34                            | 50.0                                              | 2.833                                                         |                                            |
| 莎草 Flatsedge           | 32                              | 22                     | 77                            | 68.8                                              | 2.404                                                         |                                            |
| 苔草 Sedge               | 25                              | 14                     | 40                            | 56.0                                              | 1.600                                                         | 40                                         |
| 狗牙根 Dogtoothgrass      | 53                              | 20                     | 62                            | 37.0                                              | 1.117                                                         |                                            |

经统计分析后,活螺密度  $Y$  及有螺框出现率  $Y_1$  与植物群落  $X$  类型的相关数学模型为:

$$Y = -10.9357 + 0.8499X - 0.0133X^2, R^2 = 0.6879, F = 6.6138, p = 0.0304$$

$$Y_1 = -256.5333 + 20.155X - 0.3098X^2, R^2 = 0.6442, F = 5.4308, p = 0.0451$$

以莎草为主组成的植物群落,其钉螺分布密度高于苔草群落和狗牙根群落,其中狗牙根群落的钉螺密度最小,有螺框出现率也最低,说明莎草群落在 5 月份更适合钉螺的孳生。

#### 3 讨论

3.1 钉螺在草滩的分布呈明显的五带分布,并与地下水位有明显的相关。当地下水位为 32cm 左右时,钉螺密度和有螺框出现率分别达到其最大值。滩地实施抑螺防病林工程,高滩林农复合经营,低滩养鱼,造成

了不利于钉螺生长的环境,可以有效的控制钉螺的孳生。

3.2 土壤含水量 28%~38%最适合于钉螺生长。滩地抑螺防病林工程建设,采取生物措施和工程措施相结合,路沟配套,降低了地下水位和土壤含水量,限制了钉螺的生长。

3.3 滩地的植被类型也影响钉螺的分布。以莎草为主的植物群落中钉螺分布密度最大,苔草次之,狗牙草最小。

### 参 考 文 献

- 1 Abdel-Wahab M F. *Schistosomiasis in Egypt*. CRC press, Boca Raton, 1982, 1~10
- 2 Logan J W M. Schistosomiasis in Swaziland-a comparative study of three irrigated estates. *J. Helminthol.* 1983, 57: 247
- 3 Lopes V L. Watershed management program on Santiago Island, Cape Verde. *Environmental Management*, 1993, 17(1), 51~57
- 4 毛守白主编. 血吸虫生物学与血吸虫病的防治. 北京:人民卫生出版社, 1990. 1~20
- 5 彭镇华, 江泽慧著. 中国新林种——抑螺防病林研究. 北京:中国林业出版社, 1995. 1~20
- 6 江泽慧. 江滩钉螺种群的数学模型. 见:江泽慧主编, 兴林灭螺论文选集. 北京:中国林业出版社, 1995. 17~22
- 7 张旭东. 草滩钉螺分布格局的研究. 见:江泽慧主编, 兴林灭螺论文选集. 北京:中国林业出版社, 1995. 66~71