

232—238

8278(11)

第12卷 第3期

生态学报

Vol.12, No. 3

1992年9月

ACTA ECOLOGICA SINICA

Sep., 1992

温度对绥芬河滩头雅罗鱼 胚胎发育的影响*

尹家胜 沈俊宝[✓] 栾晓红

(中国水产科学研究院黑龙江水产研究所, 哈尔滨, 150078)

Q959-468

摘 要

1988—1990年, 于黑龙江省绥芬河, 先后观察了173组滩头雅罗鱼受精卵在不同水温下的发育情况, 查明了该鱼胚胎发育的最适水温为10—18℃, 极限水温为7—27℃, 与同时期绥芬河水温变化相一致。各发育期胚胎对水温变化的敏感性不同。孵出期和囊胚原肠期发育速率变化较大, 积温为变数, 其它时期发育积温趋于常数。使胚胎停止发育的下限温度与致死温度明显不同。各时期胚胎停止发育的下限温度为: 孵出期为9℃, 囊胚原肠期为8.5℃, 卵裂期、器官分化期为6.5℃。胚胎停止发育是适应气候多变的一种自然选择。

关键词: 滩头雅罗鱼, 胚胎发育, 水温,

滩头雅罗鱼 (*Leuciscus brandti* Dybowski) 又名远东雅罗鱼、三块鱼, 鲤科, 是溯河产卵的洄游性鱼类。在我国仅分布绥芬河和图们江, 是这两个水系的主要经济鱼类。滩头雅罗鱼上溯产卵的时间是4—6月, 由于这一时期气温和水温变化较大, 为0—27℃, 对该鱼受精卵的孵化发育和仔鱼的存活有很大的影响, 因此研究水温变化对胚胎发育及仔鱼存活率的影响, 对开发利用这一资源有重大意义。

对于滩头雅罗鱼的胚胎发育过程曾有过报道^[1-7], 但无环境温度对胚胎发育影响的研究。本文是在绥芬河进行该鱼人工繁殖和放流试验时, 观察到温度对孵化率的影响极大, 从而深入研究了温度对该鱼胚胎发育的影响, 找出了孵化发育的最适温度, 极限温度和温度与孵化时间的关系; 同时, 在研究温度对不同发育期胚胎影响时, 发现随着水温的变化, 各发育期胚胎发育速率互不相同; 在较低温度下, 胚胎可以停止发育, 但当温度上升, 发育又开始, 且各发育期胚胎发育下降的温度差异较大。

一、材料与方法

试验于1986—1990年4—6月, 于绥芬河水系的霍图尔河进行, 亲鱼采自淌网和流刺网。采到流卵亲鱼即于现场作人工授精。受精卵过数后放入玻璃纤维平列槽中流水孵化。常温试验用河水, 低温用泉水, 共进行173*组胚胎发育试验, 孵出仔鱼1800万尾。

孵化期间, 每天测水温, 观察胚胎发育和取样计算存活率、孵化率、畸形率等。由于孵化

* 本文承蒙张觉民研究员审阅指导, 刘志浩同志参加野外试验, 谨此致谢。

本文于1991年3月14日收到, 修改稿于1992年2月27日收到。

* 由于试验在野外进行, 水温昼夜变化较大, 本文选用水温变幅小于±1℃的组台整理。

用的河水昼夜温差较大, 因此每天测温 5 次, 即 4:00、8:00、14:00、18:00、22:00, 求出日平均水温。在 Olympus 体视镜下观察胚胎发育。并将其胚胎发育分为下列 7 个时期:

1. 卵裂期 从受精开始至细胞团出现;
2. 囊胚原肠期 从细胞团出现至胚盘下包4/5;
3. 神经胚期 从胚盘下包4/5至胚体形成, 体节分化;
4. 器官分化期 从体节出现至耳石出现, 胚体转动。
5. 孵出期 从胚体开始转动至仔鱼孵出;
6. 仔鱼前期 从孵出至鳃丝出现, 头、背及体侧出现黑色素;
7. 仔鱼期 从黑色素出现至背鳍分化, 能逆水游泳。

以上各期的划分以取样观察的数量超过该发育期的30%为准。孵化率、仔鱼存活率计数样本为1000粒/组。各发育期存活率的计数样本为100粒/组。死亡是指发育中的胚体或卵黄变浊(不透明)。

为了解低温对胚胎发育的影响, 用泉水进行低温(10℃以下)试验, 方法是将不同发育期的胚胎分别放入某一温度的泉水中, 24h(在 1、3 发育期)或48h(在 2、4、5、6、7 发育期)后取出, 镜检胚胎的存活率。

胚胎停止发育的下限温度, 是将常温下发育的各期胚胎放入不同水温(变化梯度为0.5℃)的低温泉水中, 观察胚胎发育停止时的温度, 即为下限温度; 在此温度下停留 7—14d 后再提高水温, 观察胚胎的存活率。

二、结 果

表 1 绥芬河滩头雅罗鱼受精卵和仔鱼在不同温度下的死亡率(1989—1990)
Table 1 The mortality rate of fertilized eggs and alevin of Dace in different temperatures in Suifen River

水 温 Water temperature(℃)	样 本 数 No. of group	孵化死亡率 Egg mortality(%)	孵化畸形率 Alevin abnormality(%)	仔鱼前期死亡率 Yolk fry mortality(%)	仔鱼死亡率 Alevin mortality(%)
4.0	2	100.0	0	100.0	0
7.3	3	100.0	0	90.0	0
7.5	2	52.6	0	54.0	0
8.0	3	47.4	0	26.3	0
8.5	3	40.8	0	14.7	0
9.0	3	24.5	0	9.2	0
10.0	4	7.1	0	11.6	0
11.0	3	9.5	0	15.8	0
13.0	7	5.3	0	6.6	0
15.0	6	14.9	0	5.2	0
17.0	4	13.7	1.2	0.5	0
18.0	4	10.1	1.5	3.0	0.1
19.0	3	27.4	11.0	2.9	0.5
20.0	2	27.1	4.0	8.6	1.4
21.0	3	29.8	7.0	7.1	2.8
23.0	3	40.9	21.1	14.5	7.5
25.0	2	87.2	23.1	20.8	18.7
27.0	2	87.0	50.9	43.9	37.0

1. 胚胎和仔鱼发育的最适温度

从表 1 可见, 水温 10—18℃, 绥芬河滩头雅罗鱼受精卵的孵化率最高, 都在 85% 以上; 在此温度范围以外, 其孵化率明显降低, 7℃ 和 27℃ 是该鱼受精卵孵化的极限温度, 其孵化率接近零。

仔鱼期对低温的耐受力极强, 水温降至 4℃ 时其仔鱼的存活率仍为 100%, 但仔鱼前期对低温的耐受力极低, 当水温降至 7℃ 时, 其存活率不足 10%。对高温, 滩头雅罗鱼的耐受力很低, 当水温升到 19℃ 以上时, 随水温的升高, 其存活率迅速降低, 水温升到 27℃ 时, 仔鱼前期的死亡率为 43.9%, 仔鱼期为 37%, 畸形率也很高, 畸形苗在仔鱼前期大都死亡。

从表 2 可见, 不同发育时期的胚胎对温度的敏感性不同。低温极易损害神经期的胚胎, 在 7℃ 时, 其死亡率为 100%; 而其他发育期, 在水温降至 4.5—5.0℃ 时, 死亡率才明显增加, 4℃ 是极限, 各组的死亡率均为 100%。高温对胚胎存活率影响很大, 水温升到 19℃ 以上时, 胚胎的死亡率逐渐提高, 尤其对孵出期和器官分化期影响更为显著。当水温升到 25℃ 时, 死亡率达 85% 和 73%。

表 2 绥芬河滩头雅罗鱼各发育时期胚胎在不同温度下的死亡率(1986—1988)

Table 2 The mortality rate of Dace embryos at different developing stages and different temperature condition in Sulfen River (%)

温度(℃) Temperature	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	8.0	8.5	9	10	11	12	14	16	18	19	20	21	23	25	27
样本数 Number of group	4	4	4	4	4	4	7	8	7	4	4	4	6	7	6	7	6	7	7	7	6	6
卵裂期 Cleavage stage	100	97	63	47	27	13	5	11	10	8	4	5	8	10	9	7	6	6	5	9	17	18
囊胚原肠期 Blastula-Gastrula stage	100	78	41	18	14	11	9	10	13	3	1	7	2	3	4	2	2	7	7	8	15	26
神经胚期 Neural plate stage	100	100	100	100	100	100	100	23	16	2	0	0	0	1	2	0	13	4	8	1	10	27
器官分化期 Organogenesis stage	100	33	20	19	12	9	11	8	5	9	8	4	2	5	3	11	9	14	21	33	69	73
孵出期 Hatching stage	100	26	15	9	7	6	9	10	7	5	2	1	0	0	5	8	12	17	30	21	77	85

2. 温度与孵化时间, 孵化积温的关系

表 3 的结果表明, 滩头雅罗鱼的孵化时间, 随水温的升高迅速减少, 水温和孵化时间的关系非线性相关。水温 9℃ 时, 孵化时间为 215h 水温升到 23℃ 时, 孵化时间仅为 61.2h。在此

表 3 绥芬河滩头雅罗鱼在不同温度下的孵化时间和积温(1986—1988)

Table 3 The accumulated temperature and hatching time of Dace embryos at different temperature in Sulfen River

温度(℃) Water temperature	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
样本数 No. of group	5	4	3	2	7	8	8	8	6	4	4	3	2	2	3
孵化时间(h) Hatching time(h)	215	185.4	158.7	143.3	130.5	118.9	108.7	99.1	89.8	84.2	77.9	71.5	69.4	64.5	61.2
积温(度时) Centigrade units	1950	1842.1	1739.4	1702.5	1654	1616.2	1600.7	1556.7	1517.8	1499.7	1468.8	1433.7	1420.1	1402	1396.5

9℃, 囊胚原肠期为8.5℃, 器官分化期为6.5℃。神经胚期在7.5℃时可正常发育, 但温度降至7.0℃时几乎全部死亡, 未找到下限温度(表5)。

三、讨 论

1. 滩头雅罗鱼胚胎发育的最适水温为10—18℃, 极限水温为7—27℃, 是与绥芬河同期水温的变化相一致。4月初, 绥芬河刚解冻时, 水温4℃左右, 随着第一次暖流的到来, 水温可升到10℃以上, 持续时间约10d。以后, 由于西伯利亚寒潮的影响, 水温骤然下降到5—8℃, 持续时间约一周; 接着第二次暖流来临, 水温又升高到12—15℃, 如此反复, 绥芬河水温逐渐上升, 到6月水温可达20℃以上, 但不超过30℃。在这样的自然条件下, 滩头雅罗鱼经长期进化选择已适应该河温度多变的水域环境, 并形成了独特的繁殖习性, 即在水温上升的当日下午和次日清晨大量产卵, 以保证在水温下降前顺利孵出, 发育到能耐受低温条件的仔鱼, 使种群得以繁衍延续。这种情况在东方鲀、俄国鲟、狗鱼等^[3]鱼类中也曾发现, 是物种在繁殖上的一种适应特性。

2. 滩头雅罗鱼的胚胎在神经胚期易受低温损害、与青鱼、草鱼、鲢鱼、鳊鱼和大麻哈鱼等是一致的。但高温下器官分化期和孵出期死亡率较高的原因尚不清楚。在高温条件下胚胎畸形率高, 可能是高温使胚胎发育加速, 导致器官形成出现某些缺陷, 并影响胚体在卵内的收缩和转动, 而造成畸形胚胎死亡。这种情况, 在其它鱼类中也常见到。

3. 滩头雅罗鱼的孵化时间与水温的关系式为非线性方程和孵化积温为变数的结果, 与Wallich^[8]的总能量假设和线性方程不同。对Wallich的模式, 过去一些学者的研究结果也与其不同, 如银大麻哈鱼^[9]、虹鳟^[10]、香鱼^[4]、鲢鱼^[6]、金鱼^[6]等鱼类的孵化时间与水温关系也都为非线性关系, 积温为变数。分析资料发现, 滩头雅罗鱼孵化积温出现大幅度变化的原因, 可能与低温下胚胎发育时间成倍延长有关, 特别是囊胚原肠期和孵出期的发育速度在不同温度下差异较大。这种情况在其它鱼种中未见报道, 因此上述情况是否具有普遍意义, 尚待进一步研究。

4. 鱼类胚胎各时期下限温度有所不同的情况未见报道。庞诗宜^[6]曾发现金鱼受精卵在10℃以下可发育到囊胚期, 温度若不升高, 发育将停滞而不死亡。显然可以推测囊胚期的下限温度高于卵裂期。Harrington^[11]发现沼泽鳉的胚胎在低于27℃的水温中将不孵出, 也可推测其孵出期的下限温度高于其它时期。类似的情况在鳉科的其它鱼类中也曾发现。由此可以看出, 在鱼类的胚胎发育中, 不同时期下限温度不同的现象并非滩头雅罗鱼所特有。

囊胚原肠期和孵出期是两个值得重视的时期, 因为它们不仅下限温度明显高于其它时期, 而且不同温度下它们的发育速度变化也很大。这两个时期是胚胎发育中两个重要的质变阶段, 对环境条件要求特别严格。另外, 由于在这两个时期之后分别是对低温敏感的神经胚期和仔鱼前期, 囊胚原肠期及孵出期在低温下停止发育, 这就避免了后两个时期免受低温损害。这一特性, 是滩头雅罗鱼在长期进化中适应环境, 保存种族的一种自然选择。

参 考 文 献

- [1] 戴定远, 图们江滩头鱼生物学研究, 动物学报, 1982, 23(3): 283—291.
- [2] 易伯鲁, 鱼类生态学, 华中农学院出版社, 1982, 90—105.

- [3] 科舍列夫B. B. (张亢西译), 鱼类发育生态形态和生态生理学研究, 科学出版社, 1985, 97—107.
- [4] 李明云, 池养香鱼人工繁殖与苗种培育的研究, 淡水渔业, 1986, 154(6):13—17.
- [5] 钟 麟, 家鱼的生物学和人工繁殖, 科学出版社, 1965, 50—65.
- [6] 庞诗宜, 环境温度对金鱼胚胎发育的影响, 实验生物学报, 1961, 7(1):271—278.
- [7] 狩野康比古, ウグヒの卵内发生概説, 鱼类学杂志, 1950, 1(2):116—126.
- [8] Wallich, C, A method of recording egg development for use of fish culturists, Report to the commissioner of fish and fisheries for 1990, U. S. Bureau of Fisheries, Fisheries Document 452:185—194.
- [9] Tohn Tang, Effect of temperature extremes on the mortality and development rates of Coho Salmon embryos and alevins, The Progressive Fish-Culturist 1987, 49:167—174.
- [10] Crisp, D. T., A desk study of the relationship between temperature and hatching time for the eggs of five species of Salmonid fishes, Freshwater Biology 1981, 11:361—368.
- [11] Harrington, R. W. Jr., Delayed hatching in stranded eggs of the Marsh Killifish, *Fundulus confluentus*, Ecology 1959, 40:430—437.
- [12] Alderdice, D. F. and F. P. Velson, Relation between temperature and incubation time for eggs of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*), Journal of the Fisheries Research Board of Canada 1978, 35:68—75.

EFFECT OF TEMPERATURE ON THE DEVELOPMENT OF DACE (*LEUCISCUS BRANDTI*) EMBRYOS IN THE SUIFEN RIVER

Yin Jia-Sheng Shen Jun-Bao Luan Xiao-Hong

(Heilongjiang River Fishery Research Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Harbin, 150076)

The effect of water temperature change on the rate of embryos and alevin development and the upper and lower limits of lethal temperature for hatching have been defined for dace (*Leuciscus brandti*) stocks. Incubation temperatures of 10°C and 18°C produced the best survival rates of eggs and alevins for dace stocks. The embryos stood with a temperature between 7°C and 27°C, nearly 100% mortality occurred at 27°C or higher and below 7°C. Effect of temperature on embryos was distinct at different development stages, and the lower temperatures harmed easily to neural plate and early alevins. At 7°C, the embryos of neural plate stages had nearly 100% mortality and early alevin had about 90% mortality. A temperature over 19°C harmed easily to organogenesis and hatching stages. The relationship between temperature and hatching duration was non-linear: $Y = 3587.29X^{-1.300}$. The centigrade units of hatching was not constant. The changing range of the centigrade units was different at each of development stages of embryos. In hatching and blastula-gastrula stages, centigrade units change greatly. At a lower temperature, the embryos development stopped, and the "dormancy temperature" of embryos was different at each of development stages, for example, the hatching stage was at 9°C, the blastula-gastrula stage was at 8.5°C and the cleavage and organogenesis stages were at 6.5°C.

Key words: dace (*Leuciscus brandti*), embryos development, temperature change,