

胜利原油对对虾受精卵 及幼体发育的影响*

吴彰宽 陈民山

(中国水产科学研究院黄海水产研究所)

我们于1980—1981年系统地观察研究了胜利原油对渤、黄海对虾(*Penaeus orientalis*)的受精卵及各发育阶段幼体成活、变态、摄食的影响。为今后对虾人工育苗、养殖及渤海对虾资源增殖的研究,为进一步开展石油污染生态的研究提供基础资料。

一、材料与方 法

本研究使用的对虾受精卵及各发育期幼体,是由本所增殖室对虾组的对虾工厂化育苗试验中人工培育的。

原油系从黄岛油库取得的胜利油田原油。在室内添加少量低毒性消油剂(日本产 Neos

AB-3000)¹⁾,经超声波处理制成乳化油液,用Oil-20红外测油仪标定浓度,作为实验母液供稀释用。乳化油油球的直径为1—2微米,油液稳定。

实验分受精卵、无节幼体、溞状幼体、糠虾幼体及仔虾五个发育期进行。受精卵实验到孵出无节幼体止。各期幼体实验均到变态为下一期幼体止。仔虾只进行96小时的急性致毒实验。另外,还进行了无节幼体、溞状幼体、糠虾幼体三个发育阶段的连续变态实验。方法是,先进行无节幼体实验,待其变态为溞状幼体后,将相同浓度组的溞状幼体集中一处,每组各选出20个较活泼的溞状幼体,在原实验条

表1 各项实验的基本水质条件¹⁾

实 验 生 物			水 质 条 件		
名 称	发 育 期	数 量 (个)	水 温 (°C)	溶 解 氧 ²⁾ (毫克/升)	投 饵 量
受 精 卵	多细胞至原肠胚	10—30	17—18	6.3—7.8	
无节幼体	3期	20	23±1.0	5.1—6.4	
溞状幼体	1期	20	24±1.0	5.3—6.1	10—20万细胞/毫升 ³⁾
无节幼体	3期	20	24±1.0	5.3—6.6	
溞状幼体	1期	20			10—20万细胞/毫升 ⁴⁾
糠虾幼体	1—2期	10	23±1.0	5.3—6.6	500—1000个/升 ⁵⁾
仔 虾	7—21毫米	10	24±1.0	4.2—5.6	500—1000个/升 ⁶⁾

1) 各期水质的pH均为8.2—8.5,盐度为29.09—31.98‰; 2) 为经24小时消耗后的剩余量;
3), 4) 为牟氏角毛硅藻; 5), 6) 为卤虫无节幼体。

* 本研究蒙本所增殖室对虾组给予指导和支持,特此致谢。

1) 中肋骨条藻在浓度为1000ppm的Neos AB-3000中培养7天,生长正常。本实验最大用量为72.5ppm。

件下继续进行实验,直至变态为糠虾幼体止。

各项实验均在1000毫升烧杯中进行,实验液1000毫升。实验设对照组和一个平行样。每24小时换一次实验液,同时观察检查幼体的成活、变态及摄食状况。实验用水经沉淀和NX 103号筛绢过滤。水温用控温仪作水浴恒温控制。蚤状幼体实验投喂适量牟氏角毛硅藻(*Chaetoceros muelleri*);糠虾幼体和仔虾实验投喂卤虫(*Artemia salina*)无节幼体。水质测定为溶解氧、pH、盐度项目,结果见表1。

二、结果与讨论

1. 对受精卵孵化的影响

对虾受精卵在人工育苗试验培养条件下,水温为18—20℃时,经30余小时孵出无节幼体。孵化率一般为75—95%¹⁾。

体。孵化率一般为75—95%¹⁾。

实验结果(表2)表明,受精卵具有较大的耐油污能力,在高达56ppm的油水中,卵的胚胎发育和孵化不受影响。各浓度组的受精卵可顺利完成原肠、肢芽及卵内无节幼体等主要发育阶段的正常变态,卵胚胎的发育速度基本一致,约经50小时孵出形态正常的无节幼体。孵化率与正常人工育苗的孵化率基本一致。由于实验水温偏低,卵的孵化时间比人工育苗的延长约20小时,但未见异常影响。据报道,比目鱼(*Rhombus maotias*)卵在 10^{-2} — 10^{-3} 毫克/升的原油中两天死亡;太平洋鲱(*Pacific herring*)卵在5毫克/升的原油中,3—4天死亡70—100%。由此可见,对虾受精卵对油污污染的灵敏度比比目鱼和太平洋鲱的卵低得多。

表2 不同油浓度中受精卵的孵化率(%)

油浓度 ¹⁾ (ppm)	0 ²⁾	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	56
孵化率	94.5±8.0	82.5±10.6	91.5±12.0	90.0±14.1	92.5±6.5	94.5±8.0	92.0±10.5	82.7±12.7

1) 油浓度为稀释配制值,24小时内略有下降(以下同); 2) 0为对照组(以下同)。

表3 不同油浓度中无节幼体的变态率(%)

油浓度 (ppm)	0	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	100
变态率	98.8±2.5	98.8±2.5	98.8±2.5	97.5±2.9	96.3±4.8	83.8±6.3	78.8±7.5	35.0±7.1

表4 不同油浓度中蚤状幼体的成活率、变态率(%)

油浓度(ppm)		0	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10
成活率	48小时	97.5±3.5	100	95.0±7.1	97.5±3.5	95.0±7.1	45.0±21.2	0	0
	96小时	90.0±7.1	92.5±3.5	92.5±3.5	95	70.0±7.1	25	0	0
	144小时	85	90	92.5±3.5	92.5±3.5	45.0±7.1	5	0	0
	192小时	85	90	87.5±3.5	90	22.5±10.6	0	0	0
变态率	144小时	80	82.5±3.5	72.5±3.5	70.0±14.1	0	0		
	192小时	85	87.5±3.5	87.5±3.5	90	5	0		

2. 对无节幼体变态的影响

对虾无节幼体尚无完整的口器和消化器官,不摄食,靠自身卵黄维持机体生命活动。具有明显的趋光性。幼体发育分六期。在人工

育苗试验条件下,平均水温为19.1℃时,经

1) 王培、赵发箴等,1965。对虾人工育苗试验。海洋水产研究丛刊20:34—50。

93.5小时变态为溞状幼体。无节幼体成活率一般为90—95%。

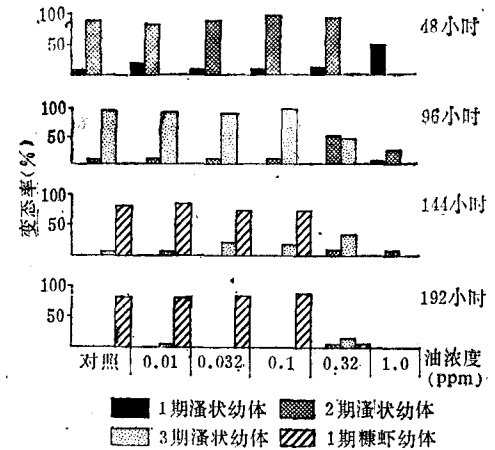
实验结果表明(见表3),石油对无节幼体的变态有一定影响。各浓度组幼体经48小时变态为溞状幼体。油浓度达10ppm时,幼体变态率开始迅速下降,而且明显低于人工育苗试验的成活率。3.2ppm以上各组变态而得的溞状幼体生命力弱,摄食机能受抑制。3.2ppm组有40—50%的溞状幼体变态第一天就不能摄食,其他幼体消化道内只见少量食饵,摄食量明显低于低浓度组的。这些溞状幼体往往由于附肢刚毛沾上污物而相互缠成一团沉在底部,濒临死亡,石油对变态的溞状幼体摄食与成活的影响,随油浓度增高而加重。因此,石油对无节幼体的最低影响浓度限为3.2ppm。

3. 对溞状幼体成活与变态的影响

溞状幼体是对虾生命周期中最脆弱的发育阶段。幼体已有较完整的口器和消化器官,有趋光性,营浮游生活,靠滤食浮游植物为生。在人工育苗试验中,幼体成活率比较低,一般为30—35%,较好的为50—60%。溞状幼体发育分三期。在平均水温20.8℃时,经188小时变为糠虾幼体。

实验结果表明(表4,图),油浓度高于0.32ppm时,幼体成活率随浓度增高及实验时间延长而迅速下降。3.2—10ppm各组幼体不摄食,不变态,48小时内全部死亡。1.0ppm组幼体的摄食受影响,192小时内全部死亡,其中80%死于一期,20%死于二期。0.32ppm组幼体的成活、变态及摄食亦受到不同程度的影响,两天内,幼体摄食、发育尚属正常,第三天开始部分幼体失去游泳能力,摄食受抑制,沉于底部,附肢不时颤动,一般约经3—4天才死亡。受抑制的幼体,其发育比对照组慢2—3天,变态率仅5%。低于0.1ppm各浓度组的幼体的成活、变态、摄食均正常。用直线内插法求得溞状幼体48小时的半存活浓度(TLm)为0.83ppm;96小时的TLm为0.45ppm;50%变态率的浓度为0.12ppm。初步认为,石油对溞状幼体影响的最低浓度限为0.1

ppm。这一结果同委内瑞拉原油对美国龙虾(*Homarus americanus*)幼体的影响限接近,同高象贤做的大连石油七厂污水回收油对刺参(*Stichopus japonicus*)幼体影响一致¹⁾。



不同油浓度中溞状幼体的变态率 (%)

日本学者梅识敏等指出,贝类幼虫在摄取饵料时,几乎无选择地同时也摄取海水中的悬油成分。进入胃中的油滴破乳后互相结合成大油滴,终于充满胃中不能排出而导致幼虫死亡。溞状幼体以滤食浮游植物为生,由于乳化油液的油滴比牟氏角毛硅藻(约4—5微米)小,因此,推测油对溞状幼体的影响可能也存在致毒效应。

4. 对无节幼体变为糠虾幼体的影响

为了进一步观察石油对幼体发育的影响,进行了无节幼体、溞状幼体、糠虾幼体三个发育阶段的连续变态实验。从表5,6可以看出,结果与表3,4的结果基本一致。由于本实验中各组幼体在油水中多生活两天,因此,对变态的影响似乎大些。

5. 对糠虾幼体变态的影响

糠虾幼体在形态和习性方面均不同于溞状幼体。糠虾幼体头朝下、尾朝上,呈倒挂状悬浮于水中。食性已变为以捕食浮游动物为生。其发育分三期。人工育苗试验中,在平均水温

1) 辽宁省海洋水产研究所,1982。大连湾海域污染对水产资源影响的调查研究。(油印)

表 5 不同油浓度中无节幼体和蚤状幼体的变态率 (%)

油浓度(ppm)	0	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32
无节幼体变态率	97.5	97.5	100	97.5	97.5	97.5	97.5	87.5	85
蚤状幼体变态率	144小时	40	60	10	0	0	0		
	192小时	55	95	85	35	0	0		

表 6 不同油浓度中蚤状幼体的成活率 (%)

油浓度(ppm)	0	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	
成活率	48小时	80	100	100	100	95	65	0	0
	96小时	75	100	95	95	85	40	0	0
	144小时	75	100	95	90	75	0	0	0
	192小时	55	95	85	60	25	0	0	0

表 7 不同油浓度中糠虾幼体的变态率 (%)

油浓度(ppm)	0	0.1	0.32	0.56	1.0	1.8	3.2	5.6	10
变态率	76.7	90	90	80	96.7	55	66.7	35	20

为20.5℃时,经171小时变为仔虾。成活率为80—90%。

从实验结果表明(表7),当油浓度达到1.8ppm以上时,对幼体变态产生明显影响,变态率迅速下降并低于人工育苗的成活率。因此,石油对糠虾幼体影响的最低浓度限为1.8ppm。

6. 对仔虾成活的影响

人工育苗试验中,仔虾的成活率为90—95%。实验结果表明(表8),仔虾的成活率

随油浓度的增高和实验时间的延长明显下降。当油浓度达到5.6ppm以上、96小时时,其成活率显著低于人工育苗的成活率,并对仔虾捕食有影响。油浓度大于18ppm时,可明显影响仔虾捕食,并影响仔虾蜕皮,使仔虾蜕皮后的死亡率升高。石油对仔虾成活影响的最低浓度限为5.6ppm。

三、结论

上述实验表明,胜利原油对对虾受精卵和各发育期幼体的毒性影响有明显的差异。根据对虾人工育苗试验中各发育期的成活

率和对各项实验结果的分析,初步得到了石油对各发育阶段幼体影响的最低浓度限。其值分别为受精卵56ppm,无节幼体3.2ppm,蚤状幼体0.1ppm,糠虾幼体1.8ppm,仔虾5.6ppm。从这些影响限看出,石油对受精卵及幼体的毒性影响次序为蚤状幼体>糠虾幼体>无节幼体>仔虾>受精卵。蚤状幼体与其他幼体及受精卵对石油的灵敏度差异达1—2个数量级。用直线内插法求得蚤状幼体48小时的TLm为0.83ppm,96小时TLm为0.45ppm,50%变态率浓度为0.12ppm。0.32ppm可影响蚤状幼体摄食。因此,在评价石油污染对对虾人工育苗、养殖及自然海区资源的影响时,首先应考虑对蚤状幼体的影响,从而才能获得客观的结论。

表 8 不同油浓度中仔虾的成活率 (%)

油浓度(ppm)	0	1.0	1.8	3.2	5.6	10	18	32	56	
成活率	24小时	97.1±4.9	100	100	100	98.6±3.8	97.1±7.6	95±8.4	88.6±16.8	70±20
	48小时	95.7±7.9	100	99±3.8	99±3.8	94.2±7.9	85.7±11.3	76±10.8	68±13	65±21.2
	96小时	91.4±10.7	100	91±13.6	92.5±8.9	61.4±10.7	44.6±10.6	30±8.2	16.7±11.5	0

**THE EFFECTS OF CRUDE OIL ON THE DEVELOPMENT OF
FERTILIZED EGG AND LARVA OF PENAEID SHRIMP**

Wu Zhangkuan and Chen Minshan

(Yellow Sea Fisheries Research Institute)

Abstract

The effects of crude oil were studied on the survival and metamorphosis of penaeid shrimp fertilized egg and larva. The experimental results show that the resistance of larvae to oil is much less than that of egg. The susceptibility of egg and larvae to oil varies as greatly as 1—2 order of magnitude in the sequence of Zoea, Mysis, Nauplius, Postlarva, and fertilized egg. Survival and metamorphosis of Zoea were apparently affected when the oil concentration reached the range of 0.1—0.32 ppm.