

渤、黄海污染对水产资源 影响的调查研究

(1978 — 1982)

黄 海 水 产 研 究 所
辽 宁 省 海 洋 水 产 研 究 所
河 北 省 水 产 研 究 所
天 津 市 水 产 研 究 所
山 东 省 海 洋 水 产 研 究 所

目 录

一、前言.....	1
二、渤、黄海水产资源的概况.....	3
三、污染物质对水产生物的毒性效应.....	6
(一) 石油对对虾、海参的急性、亚急性致毒效应.....	6
(二) 砷对扇贝、海参等的急性、亚急性致毒效应.....	17
(三) 重金属对贻贝的急性、亚急性致毒实验效应.....	29
(四) 农药对毛蚶、梭鱼的急性致毒效应.....	37
(五) 鱼虾类对有害物质的回避实验.....	38
(六) 多种有害物对对虾和海参的联合毒性.....	43
四、渤、黄东海区水产生物体内有害物质的残留状况.....	50
(一) 渤、黄海区鱼类体内有害物质的残留状况.....	52
(二) 渤、黄海区虾类体内有害物质的残留状况.....	57
(三) 渤、黄海区贝类体内有害物质的残留状况.....	59
(四) 渤、黄海区其他海洋生物体内有害物质的残留状况.....	65

(五) 小 结.....	67
五、海域污染对渔业生产的影响.....	68
(一) 内湾渔场的荒废.....	69
(二) 洄游性鱼虾类的产卵场受到不同程度的影响.....	71
(三) 海域污染导致水产品质量下降.....	72
(四) 滩涂贝类资源受到严重损害.....	73
(五) 湖河性鱼类资源遭到破坏.....	74
(六) 内湾海域发生赤潮.....	76
(七) 石油污染严重损害定置渔业的生产.....	77
六、结 论.....	80

参 考 文 献

一、前 言

渤海是我国内海，黄海是处在我国大陆架上的浅海；它们蕴藏着丰富的水产资源。近年石油勘探表明，渤、黄海海底储有大量石油。因此它们在国民经济发展中占有重要地位。近十多年来，随着沿海地区工农业的发展，每年约有20亿立方的工业和生产废水排入渤、黄海沿岸水域，污染海域，危害水产资源。

原国家水产总局，根据国务院一九七七年128号文件的要求，一九七八年召开了山东、河北、天津、辽宁省（市）水产局，山东、辽宁省海洋水产研究所，河北省、天津市水产研究所，黄海水产研究所，烟台、大连海洋渔业公司参加的《渤、黄海污染对水产资源影响的调查研究》科研会。会上，成立了由上述研究所和渔业公司参加的科研协作组，并制订了一九八一—一九八五年渤、黄海污染对水产资源影响的调查研究规划。协作组在原国家水产总局直接领导下开展工作。课题后因进度调整，提前三年结束。

一九七八—一九八一年以来，协作组为了完成此项国家环保重点项目的研究任务，按规划，主要完成了以下三个方面的调查研究工作。

- 1 石油及其他有害物质对海洋水产生物毒性的研究。进行了石油对对虾、海参不同发育阶段影响，砷对贻贝影响，汞、镉、铅、铜、锌五种重金属对贻贝卵子及幼体发育影响，六六六、滴滴涕、汞、铅、镉、石油对毛蚶、梭鱼的急性和亚急性致毒效应，对虾对汞、铜及梭

鱼对汞、镉、铅、六六六、滴滴涕、石油的回避效应，石油和砷复合因子对海参的协同作用，铜和汞对对虾的联合毒性等大量室内生态模拟试验研究工作。通过这些工作初步摸清了有害物质对海洋鱼、虾、贝类的致毒效应及忍受限度，并用环境污染生态学的观点探讨某些渔场荒废、损害的原因。

2. 渤、黄海水产生物体内残留毒性的研究。对渤、黄海各种经济鱼虾类、软体动物体内汞、镉、铬、砷、铅、铜、锌含量进行了测定。同时对内湾、河口海区和渤、黄海主要工业城镇的沿岸，北从大连湾、复州湾、辽河口、连山湾、上锚湾、营运河口、黄骅外海、小清河口、烟台外海以及崂山湾、胶州湾及渤、黄海中部的鱼、虾、贝类共约60种经济生物体内的有害物质做了系统的测定。研究结果表明，渤、黄海洄游性大宗经济鱼类体内有害物质含量尚无明显升高；而内湾及河口海区的水产生物体内有害物质含量明显增大，有的已超过食品卫生标准的要求，这证明海域污染对水产资源已造成较大危害。

3. 渤、黄海污染影响水产资源机理的研究。主要探讨水域污染影响渔业生产的各种因素。首先在渤、黄海沿岸各主要渔区调查海域污染对渔业的危害性，掌握污染对水产资源影响的动向。同时，对重点渔场如大连湾、滦河口、小清河口、莱州湾、胶州湾进行水质、底质、浮游生物、底栖生物等的调查研究工作，收集统计渤、黄海历年渔业生产记录，用环境生态学观点，分析各种捕捞对象的数量变动原因，研究渤、黄海渔业资源演变趋势，最终摸清了污染对水产资源影响的

范围、程度，提出污染防治的重点。

通过大量的调查研究工作，结果证明：渤、黄海区近海污染已对水产资源造成较大危害，近岸海域的水产资源显著衰退，水产生物体内有害物质含量明显增大，有的已超过食品卫生标准，沿海、内湾和河口海区渔业生产已受到较大破坏，个别海湾曾有赤潮发生。总之，从一九七八年开始，我们用几年时间，组织五个研究所，参加调查研究的专业人员和工作人员近百人，运用环境生态学观点，采用现场调查、系统研究测定海洋生物体内有害物质残留状况与进行室内生物模拟实验相结合的方法，研究了渤、黄海污染对水产资源影响的问题，其时间之长，规模之大、范围之广，在我国海洋渔业环境保护科研工作中尚属首次。迄今为止，我们已取得了大量丰富的数据资料，并已总结出比较符合实际的科学结论，取得了很有价值的科研成果，为渤、黄海污染治理、保护海洋水产资源提供科学依据。

大连海洋渔业公司和烟台海洋渔业公司开展渔港、渔船油污染治理的研究均取得显著成绩。大连海洋渔业公司已完成0.23吨/小时重力式油水分离器研制工作。烟台海洋渔业公司已完成0.2吨/小时船用小型油水分离器的研制任务。上述三种油水分离器不但经海上实际使用效能良好，并先后经辽宁省和山东省环境保护局组织的鉴定会上通过，故不列入本报告。

二、渤、黄海水产资源的概况

渤、黄海渔业历史悠久，在我国海洋渔业中占有重要地位。海区的自然环境优越，沿岸有数十条大小河流，汇集大量淡水入海，其中

年径流超过20亿立方的有鸭绿江、大洋河、辽河、双台子河、大凌河、滦河、黄河、射阳河等大量生原物质随着河水进入海洋，使渤、黄海，特别是渤海沿岸及河口海区水质肥沃，浮游生物和底栖生物滋生，构成许多鱼虾类产卵和索饵的场所。黄海南部又是外海高盐水系和低盐沿岸流交汇的区域。北纬36°以南水深超过60米，是洄游性鱼虾良好的越冬场。每年春季随着暖流增强，沿岸水温上升，各种洄游性鱼虾类先后集群从越冬场向沿岸河口海区和内湾移动，即开始所谓产卵洄游或阶段性索饵洄游，产卵后，在秋末冬初随着沿岸水温下降，它们又结群游向越冬场，这样周而复始，使长期栖息在渤黄海的经济鱼虾类成为独立的海洋水产生物群系。

渤、黄海年产经济鱼虾鱼50~70万吨，主要经济鱼虾类有：小黄鱼、带鱼、鲆鲽、大黄鱼、鲭鱼、鳓、黄姑鱼、海鳗、白姑鱼、红娘鱼、真鲷、鲈鱼、对虾、毛虾等它们占渔获量一半以上。六十年代以后，经济鱼类的产量持续下降。例如小黄鱼50年代产10万吨左右，60年代降到5万吨，70年代降到1万吨，到70年代末已降到7千吨左右。带鱼是黄海的主要鱼类，1956年产量最高达到6万吨以上，其中海州湾渔场年产6~7千吨，石岛渔场1万7千多吨，海洋岛渔场1万4千多吨，莱州湾渔场1万2千多吨，1965年以后，上述渔场的带鱼已不能形成渔汛，目前，渤海群系的带鱼年总产量不过千吨。

鲆鲽类1960年年产量为3万多吨，不同年份产量虽有升降，但

总的趋势呈现下降，例如1977年只有1万多吨。黄海南部的大黄鱼60年代捕捞量为3~5万吨，而1971年到1977年的产量从2万吨逐年下降至5千吨以下。鲑鱼1959年最高产量达到2.8吨，而70年代以后降至1千多吨，黄海1972年和1973年的青鱼产量分别达到12.4万吨和12.4万吨，跃居渤、黄海分鱼种产量的首位，而1975年却剧降到4万吨，目前的产量已很小了。

渤、黄海渔业资源波动的特点是，60年代前后各种经济鱼类产量相继下降，而被低质的小型鱼类取而代之，所以单从产量看，1950年~1989年三十年间渔获总产量逐年增加，达到96万吨，实际上经济鱼虾类产量占总产量的比例逐年下降，例如小黄鱼50年代初占总产量的1.6%，1977年已降到0.73%。

渤、黄海群系的带鱼1956年曾达到历史上最高产量6万吨，1966~1980年逐步下降到不足千吨，资源严重枯竭，鲑鱼1959年年产最高，为2万8千吨，1980年也降到3千吨左右。鲆鲽类1972年为7万吨，1980年降到少于万吨的水平。黄姑鱼1971年（历史最大产量）为1万4千吨，1978~1980年已降到小于5千吨。与此相反，体长10~20公分小型鱼类，如青鳞、黄鲫、鲢鱼，1980年分别达到2万2千吨，2万5千吨，1万9千吨。对虾是一年生的虾类，繁殖力强，生长快，每年在渤海诸内湾4~5月产卵，10月体长达15厘米左右，是渤海主要捕捞对象。七十年代年产2万吨左右，个别年份超过了3万吨，1982年估计将降到7千吨左右。

三、污染物质对水产生物的毒性效应

生物毒性效应的研究是研究水域污染的最基本、最有效的方法。这种观点，近十年来，为愈来愈多的科学家所确认。因为海域污染的防治首先要了解海洋中污染物质对海洋生物群落的生物效应；而不同污染物质对各种生物的影响是不同的。化学分析的方法只能测定海域中某些污染物的含量，不能说明环境对海洋生物生态体系究竟有什么影响，而且海域污染物质是各种成份的混合物，它们间的相互作用使得其对生物的影响更加错综复杂。对于特定水域，如不考虑生物群落结构的特点，简单引用化学方法得到的监测结果，或用耐污生物试验得到的结果来评价和治理污染，必然导致错误的结论。只有通过大量的生物毒性试验，确定某些污染物需要控制的限量或安全浓度，才能最后评价海域污染的程度并制定防治海域污染的目标。

因此，我们选择渤、黄海几种主要污染物质和重要的水产经济生物开展污染物质对水产生物毒性效应的研究工作。

(一) 石油对对虾、海参的急性、亚急性致毒效应。

1. 石油对对虾不同发育阶段的影响

石油是海洋中一种数量大、分布面广的污染物质。渤、黄海石油入海量每年为64044吨，其中71%入渤海，29%入黄海，数量之大仅次于化学耗氧量，居渤黄海各种污染物质入海负荷量的第二位。渤黄海区石油的超标率为61.8%，其中渤海、黄海近海分别为63.5%

和58.8%。随着渤、黄海石油资源的勘探和开发,石油对水产经济生物的危害势必将成为渤、黄海污染防治的重要课题。

对虾是渤海重要的经济虾类资源,也是我国沿海各地目前大力发展的优良的增养殖品种。因此,研究石油对对虾各发育阶段的影响,弄清其危害程度,确定最高允许浓度,这无论对保护对虾资源,还是对开展对虾人工育苗增养殖研究都是十分重要的。

(1) 石油对受精卵胚胎发育与孵化的影响

试验结果表明,处于正常发育的卵子胚胎在油浓度低于56 ppm的环境中仍能继续其发育进程,约经50小时整齐一致地孵出无节幼体。初孵出的无节幼体,其形态与活动状况均属正常,平均孵化率为83~95% (表1)。

表1 不同油浓度中受精卵的孵化率

油浓度 ppm	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	56
孵化率 (%)	95	89	93	83	92	90	93	95	92	83

(2) 石油对无节幼体变态的影响

试验结果表明,无节幼体(N_2)可以在低于100 ppm的油污环境中继续发育并为蚤状幼体(Z_1),油浓度大于10 ppm时,得到的蚤状幼体(Z_1)极不健康,不能摄食,绝大多数沉于底部而濒于死亡,油浓度3.2 ppm组的蚤状幼体(Z_1)尚能自由游动,但消化道

内食物很少，油浓度低于1.0 ppm各组蚤状幼体（Z₁）摄食与行为均正常，平均变态率为35~100%，变态率与油浓度的关系见图1，表2。由此可见，油浓度增大，变态率明显下降。

另外，在油浓度3.2 ppm组中，曾两次分别发现一个躯体短小、变态异常、附肢尚能颤动的蚤状幼体（Z₁）。

表2 不同油浓度中无节幼体变态率

油浓度 (ppm)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	100
变态率 (%)	100	100	100	100	100	98	95	80	73	35

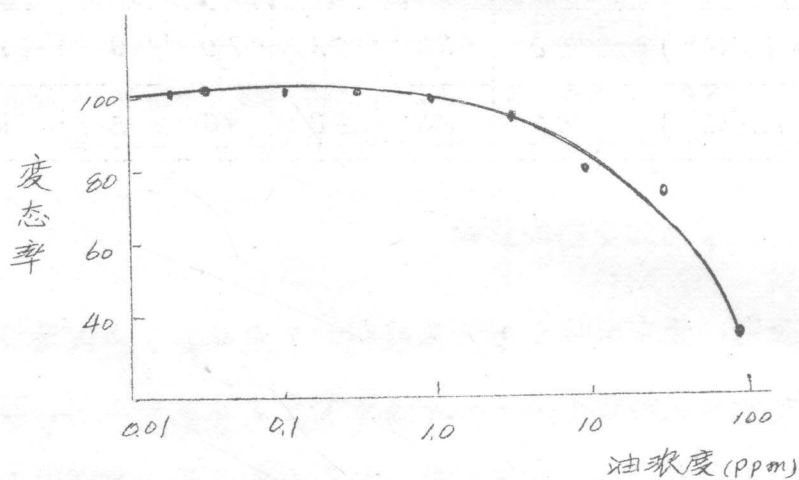


图1. 无节幼体的变态率

(3) 石油对蚤状幼体成活与变态的影响

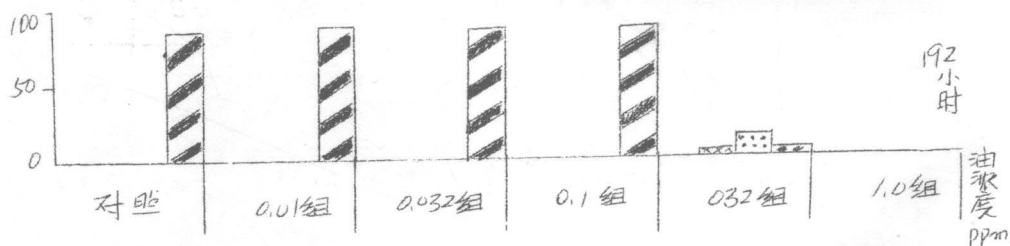
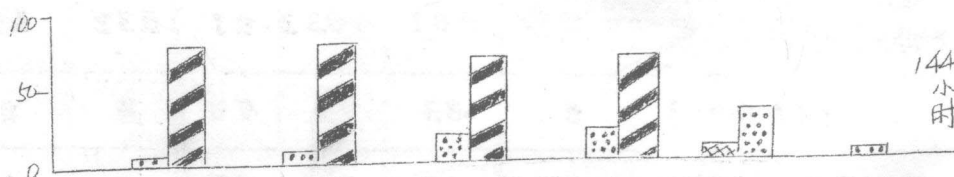
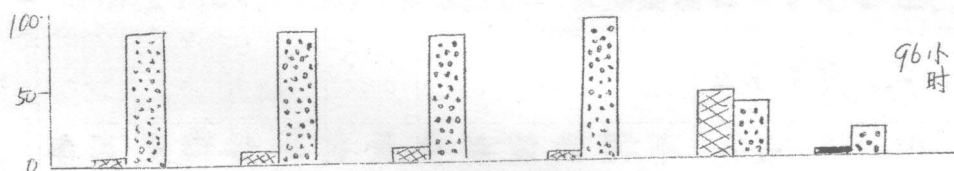
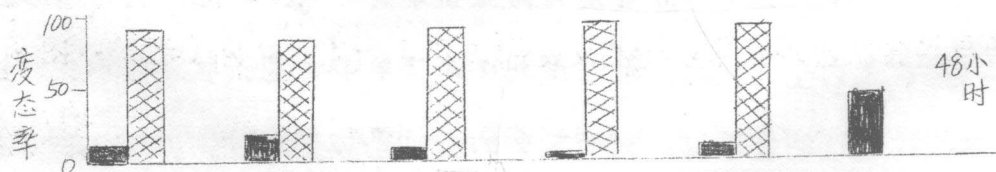
试验结果表明, 蚤状幼体 (Z_1) 在油浓度大于 3.2 ppm 的环境中不能生存, 在 2 天内致毒死亡 (表 3)。0.32~1.0 ppm 的油对蚤状幼体的成活与变态均有明显的影响 (表 3、表 4); 浓度为 1.0 ppm 的油能使 80% 的蚤状幼体 (Z_1) 不能继续发育而死亡。只有 20% 的蚤状幼体 (Z_1) 能发育为蚤状幼体 (Z_2), 但不能再继续发育, 在 8 天内全部死亡。油浓度为 0.32 ppm 组蚤状幼体的成活随着时间的延续明显下降, 只有 5% 的蚤状幼体变为糠虾幼体。油浓度低于 0.1 ppm 各组蚤状幼体的成活与变态率比对照组高 3~5% (表 3、表 4)。

表 4 不同油浓度中蚤状幼体的变态率

变态率 时间 (天)	油浓度 (ppm)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0
6 (144 小时)		80	83	73	70	0	0
8 (192 小时)		85	88	88	90	5	0

表3 不同油浓度中蚤状幼体的成活率

成活率 (%) 油浓度 (ppm) 时间 (天)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32	100
2 (48小时)	98	100	95	98	95	45	0	0	0	0
4 (96小时)	90	93	93	95	85	25	0	0	0	0
6 (144小时)	85	90	93	93	45	5	0	0	0	0
8 (192小时)	85	90	88	90	23	0	0	0	0	0



1期蚤状幼体 3期蚤状幼体
 2期蚤状幼体 1期糠虾幼体

(4) 石油对无节幼体至糠虾成活与变态发育的影响

试验结果表明, 无节幼体 (N_3) 在油浓度低于 3.2 ppm 时可以继续发育并变态为蚤状幼体 (Z_1)。油浓度在 1.0 ppm 各组的蚤状幼体 (Z_1) 不能摄食, 沉于底部, 有时数个幼体互相缠成团, 已是奄奄一息。油浓度为 3.2 ppm 组的少数蚤状幼体 (Z_1) 活动自如, 尚可摄食, 但摄食量较少。油浓度低于 1.0 ppm 各组蚤状幼体 (Z_1) 活动与摄食状况均正常, 平均变态率为 85~100% (表 5, 图 3)。

表 5 不同油浓度中无节幼体的变态率

油浓度 (ppm)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32
变态率 (%)	98	98	100	98	98	98	98	88	85

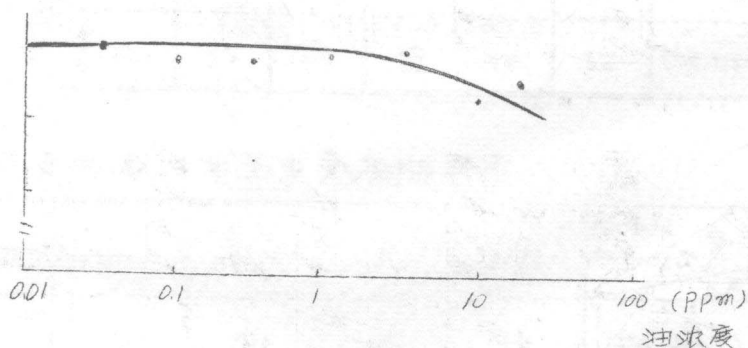


图 3 无节幼体的变态率

石油对蚤状幼体的成活与变态的影响是极为显著的。蚤状幼体 (Z_1) 在浓度为 3.2 ppm 的油中只能生存 24 小时 (表 5, 图 4), 油浓度为 0.32~1.0 ppm 各组的蚤状幼体的成活率低于 0.1 ppm 以下各组。第 8 天的成活率亦明显低于对照组, 该两组的蚤状幼体发育至蚤状幼体 (Z_2 或 Z_3) 即陆续死亡而不能变成糠虾幼体。油浓度低于 0.032 ppm 各组蚤状幼体的成活率与变态率却明显高于对照组 (表 6, 表 7 图 4)。

表 6 不同油浓度中蚤状幼体的成活率

成活率 时间(天)	油浓度 (%) (ppm)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0	3.2	10	32
2 (48小时)		80	100	100	100	95	65	0	0	0
4 (96小时)		75	100	95	95	85	45	0	0	0
6 (144小时)		75	100	95	90	75	0	0	0	0
8 (192小时)		55	95	85	60	25	0	0	0	0

表 7 不同油浓度中蚤状幼体的变态率

成活率 时间(天)	油浓度 (%) (ppm)	对照	0.01	0.032	0.1	0.32	1.0
6 (144小时)		40	60	10	0	0	0
8 (192小时)		55	95	85	35	0	0

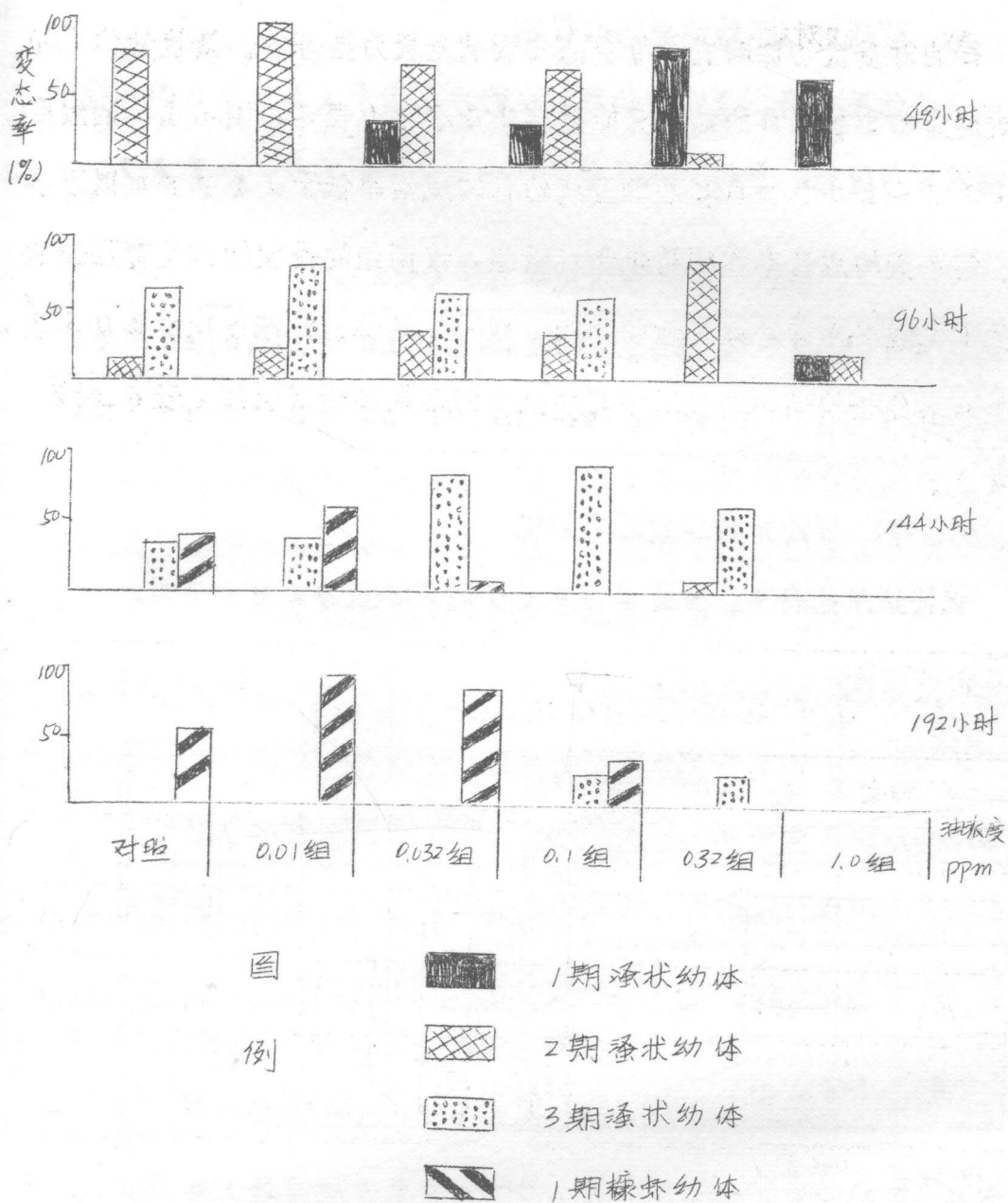


图4. 不同油浓度中各期蚤状幼体的变态率

(5) 石油对糠虾幼体变态的影响

试验结果表明，糠虾幼体可以在油浓度低于 18 ppm 的环境中继续发育与变态，平均变态率为 20~97% (表 8，图 11)。

表 8 不同油浓度中糠虾幼体的变态率

油浓度 (ppm)	对照	0.1	0.3	20.56	1.0	1.8	3.2	5.6	10	18
变态率 (%)	77	90	90	80	97	55	67	32	20	35

(6) 石油对仔虾成活的影响

试验结果见表 9。由此求得 96 小时 TLM 值为 10 ppm。

表 9 不同油浓度中仔虾的成活率

成活率 (%)	时间 (天)	油浓度 (ppm)	对照	0.32	0.56	1.0	1.8	3.2	5.6	10	18	32	56
			对照	0.32	0.56	1.0	1.8	3.2	5.6	10	18	32	56
1	(24 小时)		97	100	100	100	100	100	99	97	95	89	70
2	(48 小时)		96	100	100	100	99	99	94	86	76	68	65
4	(96 小时)		91	95	95	100	90	91	61	46	33	17	0