

大连湾海域污染对水产资源
影响的调查研究

高象贤 刘兴盛 张作芳

庄人沁 王淑萍 孙成明

辽宁省海洋水产研究所

一九八二年六月

海域污染改变了海洋生态环境,使海域生物群落结构发生了变化,失去了其生态平衡的相对稳定性。就海域来说,直接受害的是水产资源从而影响了渔业生产的发展。因此,必须对海域污染进行系统的调查研究,了解各种污染物对生态系统结构的影响,阐明其作用机制。以便采取必要的措施和对策,缩小或消除污染危害。保护水产资源。

根据国家水产总局下达的“黄渤海污染对水产资源影响的调查研究任务”以及科研协作组的分工,我所承担了“大连湾海域污染对水产资源影响”的调查研究课题。

在一九七一年至一九七三年,我所与有关部门曾分别进行了一些调查分析工作。结果认为,大连湾主要污染物是砷、石油及有机物等。为进一步探索污染物对主要经济生物的相关关系,危害程度和作用机制等自一九七八年承担任务以来,三年间对大连湾海域着重开展了四方面工作:一、污染对水产资源危害的调查;二、海洋污染的实验生物学研究;三、主要经济生物体内残毒的调查分析;四、赤潮的调查研究。由1978年10月起至1982年6月,共进行了有关海洋污染实验生物学研究30余批,一般每批试验10—20组。时间最短96小时,最长4个月。到渔业社队进行渔业危害调查(包括取样)约90人次,现场观察和赤潮生物调查共出海110人次,取样品450余份。通过多次实验观察和调查分析,已初步摸清海域污染对大连湾水产资源的危害影

* 许澄源。管敬群。王运吉曾参加过本课题工作。

响，为海域治理及进一步试验研究，提供依据。现将结果汇总整理如下：

一、概况

大连湾海域位于渤海海峡的北侧，辽东半岛南端，东经 $121^{\circ}35'$ — $121^{\circ}51'$ ，北纬 $38^{\circ}54'$ — $39^{\circ}03'$ 。由大孤山起到黄白咀止海岸线长约80公里。海湾由大、小三山岛所裹夹，构成面积为210平方公里的半封闭海湾。大连湾海域的潮汐为半日潮，流速为1.5节左右，海湾内落潮流大于涨潮流，余流为0.2—0.5节。水深大部分在15米以内，黄白咀至大孤山有一道20米等深线，湾的东南部水较深，最深达35米。海湾北部除部分沿岸线滩冬季结冰以外，大部分海域不结冻，夏季水温最高为 23°C 。盐度在23—32‰之间。透明度均在10米以内，西部较低。底质主要是砂泥软底。海湾西部有臭水套。北部有甜水套。河套及红土堆子湾，这些海区水较浅，都在7米以内，流速为0.2—0.3节。

大连湾自然海况优越，风浪不大，水质肥沃，水产资源丰富，是鱼、虾、贝藻类生长、繁殖的优良场所。特别是扇贝、海参等海珍品资源雄厚，为我省主要海珍品基地之一，同时渔业汛期，黄海北部产卵支群的对虾、鲅鱼、刀鱼、小黄鱼和鲈鱼等游入湾内，索饵回游，构成良好季节捕捞渔场。一些定居的经济品种，如海带、贻贝、大连湾牡蛎、魁蚶、蛤仔等分布较广，产量较高，使海水养殖兴旺发达。

从海水养殖生产来看，大连湾已成为辽宁省主要基地之一。1958年以来，国营单位及沿海渔业社队先后开展了海带养殖，最高年份曾养殖12,000台。1970年以后又发展了紫贻贝人工养殖。1977年养殖贻贝高达17,000台，占全省的70%。1973年以来在大连湾海域进行了贻贝半人工采苗，1975年产贝苗500余

吨。从海洋捕捞看，五十年代仅甘井子区一个捕捞单位，在大连湾的年捕量达1,500吨。1979年调查，在大连湾海域从事水产生产有两个县（区），其中渔业大队级单位有九个，小队级（包括农渔）单位共36个，在大连湾内从事水产养殖及近海捕捞作业劳力3400人，有3000余户，人口12,000人。每年总收入达1000万元左右（不包括在其它海区生产的水产值）。船只有860多只，其中机动船130只。水产生产具有一定规模。

大连湾沿岸工业集中，厂矿林立，主要有石油、化工、冶金、机械和造船等大型企业，共有一百三十个厂矿，通过101个排污口，每年向湾内排放污水四亿一千六百吨，水中含有50余种有毒物质，主要有石油、砷、酚、铅、氰化物、硝基物和其他有机物等。排入海域的矿渣每天有九千余吨。据市监测站1978年统计，每天入海的石油有40吨，砷6吨，酚1吨，硝基物等有机物75吨。由于污水量大，有毒物质多，毒物逐年积累，造成湾内水域恶化。

根据市监测站的资料，在1975年至1977年，海水平均（17个站位）含油量是 0.43mg/l ，超过渔业水质标准7倍。在1972年至1977年，底质油检出范围是23.2—22067

mg/kg ，平均为 1362mg/kg 。自海港油码头至石油七厂沿线以西海区及石油七厂至和尚岛以北海区，底质含油量都在 2000mg/kg 以上，比渤海底质油高出10倍以上，水质油在 1mg/kg 以上，其范围约为大连湾的十分之一。

砷是大连湾的主要污染物之一。据1972年至1977年监测结果，海水含量范围是 $0.01\sim 0.43\text{mg/l}$ ，最高值为渔业水质标准的4倍。据1979年我所调查，自龙头咀至大连港以西海区水质含砷量在 0.1PPm 以上。底质含砷量的范围是 $3.30\sim 1075.3\text{mg/kg}$ ，比渤

海高出几十倍。

此外，大连港及大化外海水质含汞量为 $0.3\mu\text{g}/\text{l}$ 以上，已接近渔业水质标准。底质含汞量为 $0.03\sim 2.5\text{mg}/\text{kg}$ 。水质含铅量为 $0.3\sim 17\mu\text{g}/\text{l}$ 。底质最高含铅量为 $32.3\text{mg}/\text{kg}$ 。COD含量高达10PPm以上，可见大连港海域的水质和底质均受到不同程度的污染。其中以砷和石油更为突出，污染比较严重。

二、试验调查结果

(一) 水产资源危害的调查

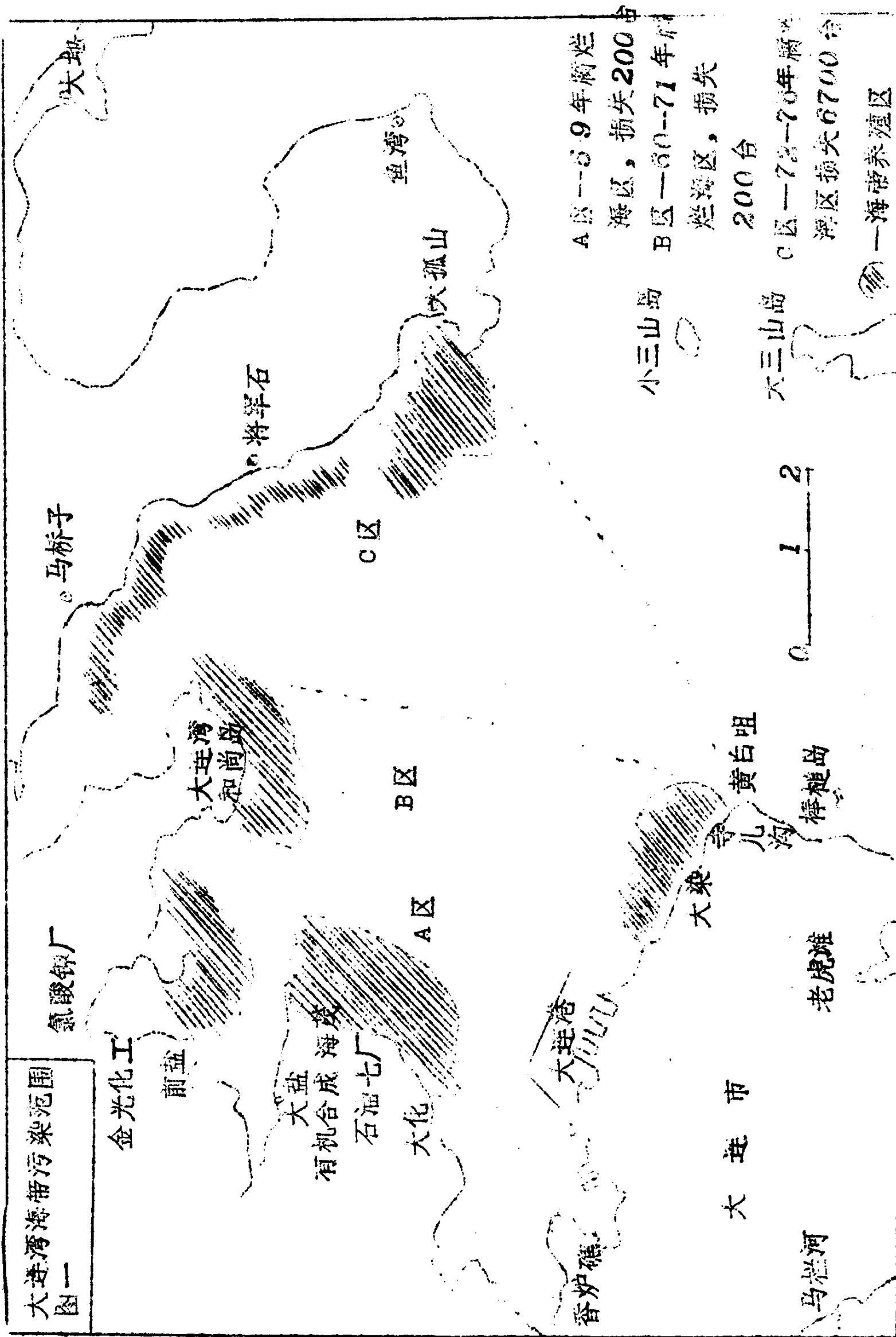
为了防治海域污染，保护和恢复水产资源。我所对大连湾海域污染状况、各种经济生物危害症状、资源及渔场变动以及污染造成的渔业损失等进行了全面调查。除了走访渔民收集上述有关情况外，并且了解水产行政部门、环保部门和卫生部门，结合海上观察。由1978年10月开始，先后调查了18个大、小渔业队，共计90余人次。三年来进行海上现场观察约计60人次，由于海域污染时间较长，污染物多种多样，对生物的影响也比较复杂，虽然经过仔细分析、归纳整理，有些危害难免有所出入，尚需进一步试验研究，现将调查结果分项整理如下：

1. 海带养殖

1958年以来，大连湾海域东起大孤山，西至寺儿沟，海湾沿岸的渔业社队均先后从事过海带养殖生产。在历年的养殖过程中，由于海域受到污染，大部分养殖区曾出现以下几种情况。

① 海带腐烂状态：一般冬季长势较好。到了三月中旬以后，在早春水温回升的过程中开始腐烂，初期叶体隆起白泡，后来粘膜白泡破碎穿孔，在其边缘扩张腐烂。到了四月中、下旬边缘脱落，烂到生长点附

近，致使整个菜体损失。如1959年海茂至龙头咀一带养殖200台，三月中旬开始，约半月时间全部烂掉。1971年和尚岛海区的海带是这样，1976年大孤山的海带也是这样。有的社队当发现白泡状烂象之后，在四月中下旬菜体不够成熟时，提前收割。类似这种规律烂掉的海带，初步统计，自1959年起到1976年至，整个大连湾海域实际烂掉的海带达9700台（图一）。



② 海带腐烂波及范围：从各海区海带腐烂的起始年限可以看出，污染的范围逐年扩大。最早在海茂及龙头咀一带，1959年开始腐烂。当时和尚岛以东还是较好的养殖海区。到了1971年前后该区已开始腐烂，包括寺儿沟海区。样这，寺儿沟至和尚岛以西的海区均不能养殖海带，造成各社队纷纷转港作业。如大连湾、棉花岛、海茂、香炉礁渔业队被迫迁至大孤山、棒槌岛一带海区作业。当时的寺儿沟养殖分场在1963至73年间，养殖规模由5000台缩小为150台，1974年被迫停产。

1972年以后，大孤山海区的海带也先后开始腐烂。大孤山养殖场，1972年养殖1200台，1976年只剩下600台。近几年其他社队已先后停产。目前仅有大孤山海区，养殖海带400余台。

上述情况看出，海带受污染的范围由西向东逐年扩大，由海茂逐年波及到相距30多华里以东的大孤山海区。

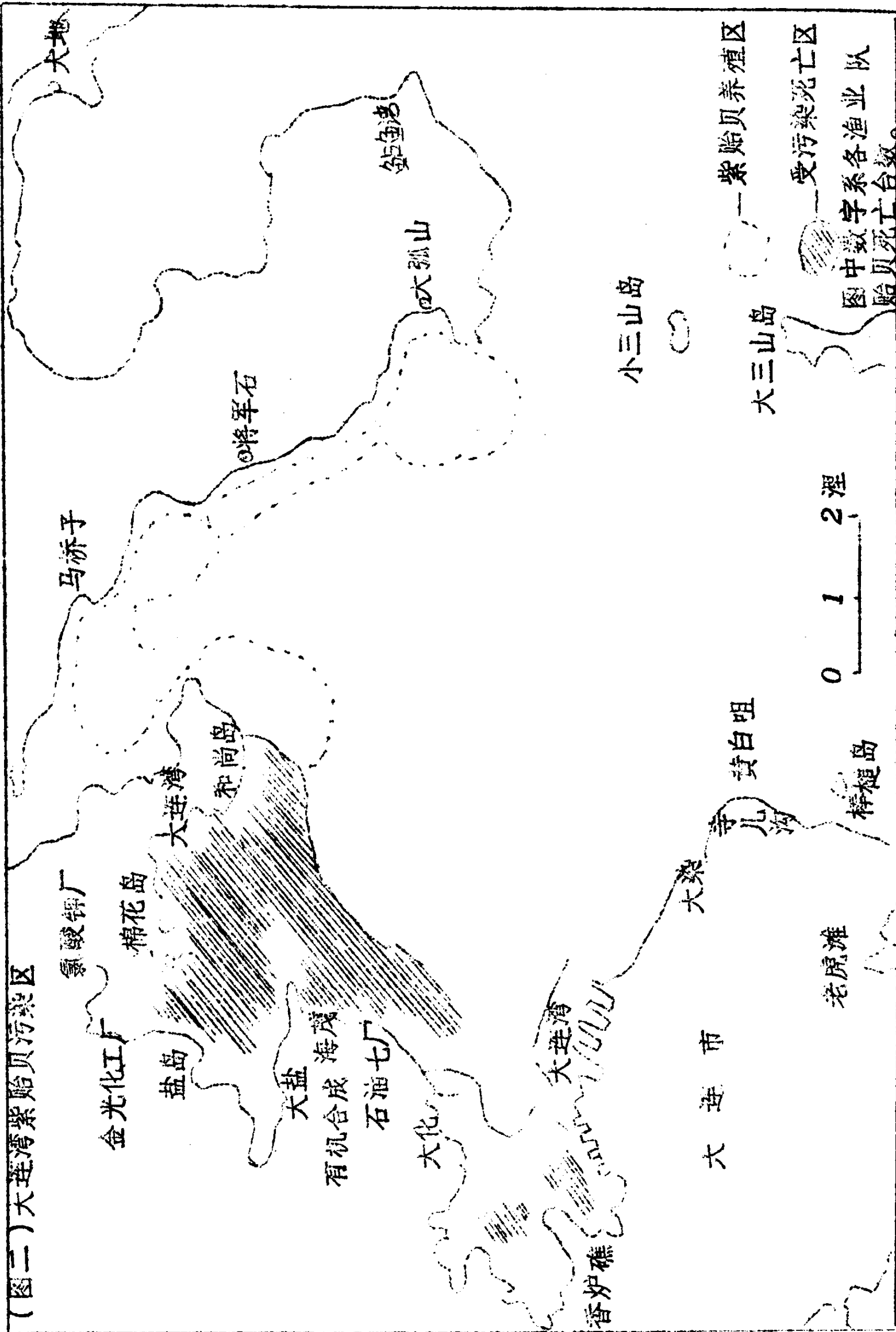
③ 野生海带：由于海带的人工养殖，促使各海区海底菜茂盛。早在1958年至1961年，寺儿沟养殖场一年收割海底菜21万公斤，后来逐年消失。目前除大孤山外，其他海区均无野生海带。

2. 贻贝养殖

大连湾海域是我省紫贻贝人工筏式养殖的主要海区，也是最早从事人工养殖的基地，1973年以后，原先从事海带养殖的社队，多数改为贻贝养殖。1975年以来大连湾海域养殖贻贝达17,000台，占全省总台数70%以上。由于水域污染，从1973年开始贻贝不断发生死亡现象。

① 死亡状况：1973年首先在海茂岛至龙头咀附近发生死亡，以后每年三月初开始死亡，到四月初稍有好转。海茂渔业队1973年养殖800台，三月初至月末损失300台。1975年以后，每当7。

(图二) 大连湾紫贻贝污染区



8月份，水温较高季节开始死亡，严重时一吊苗绳死掉20~50%，这种现象多半是下层比上层重。据1973年至78年初步统计，海茂前盐。棉花。大连湾。宋家和李家渔业队共损失贻贝3000多台（图二）

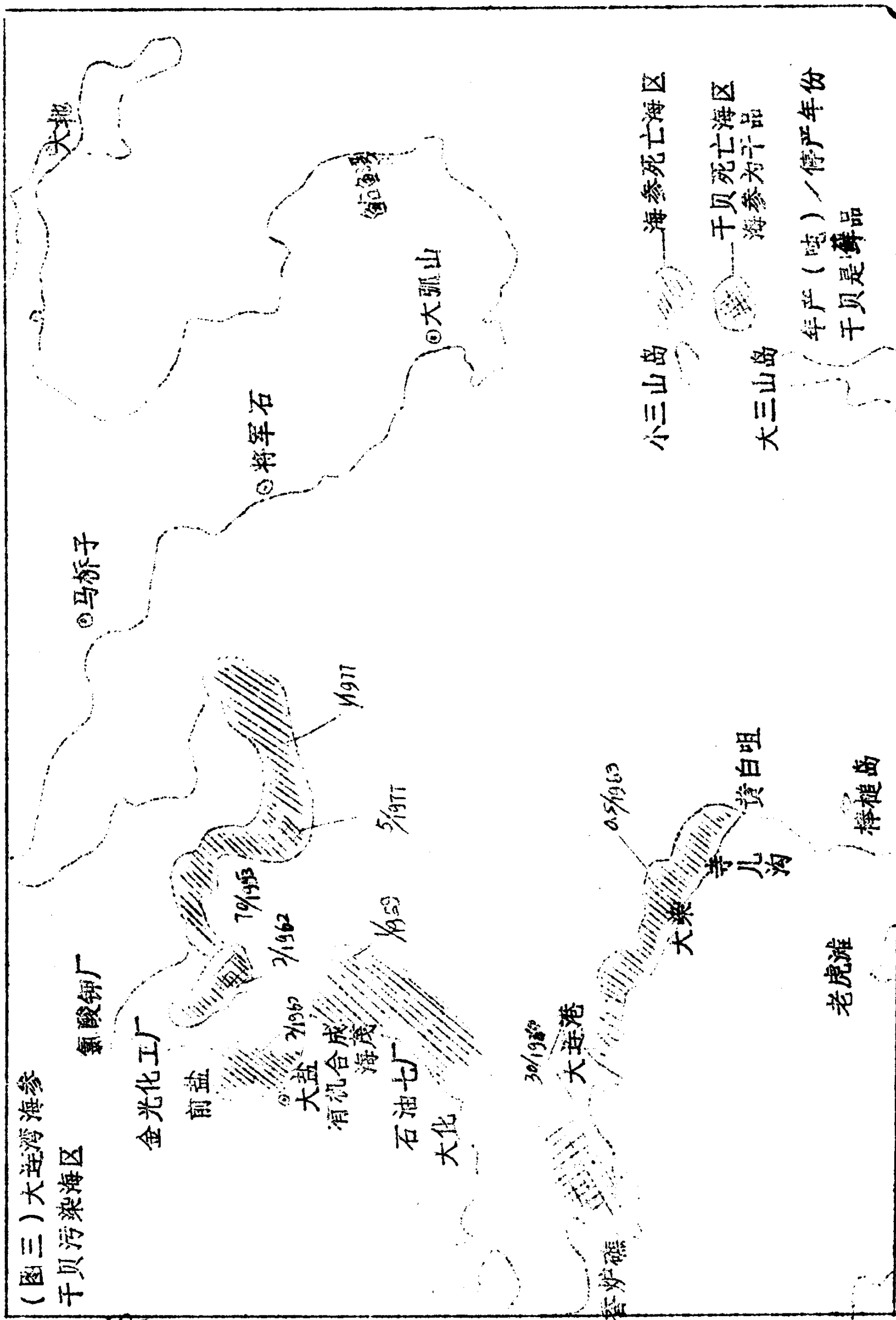
② 死亡范围：从贻贝死亡海区来看，1973年只在海茂一带出现死亡，1976年至1978年大连湾山前以西海区均有不同程度的死亡。目前和尚岛一带海区尚能维持生产。

③ 坝西（指大连湾西部海区）养殖区停产问题：因坝西海区水域污染较重，该区所产贻贝异味大，品质低劣，销路困难，大连市水产局决定，从1979年开始凡在该区养殖的贻贝，应全部撤出，重新安排生产。这样每年在坝西海区养殖贻贝6,500台需撤离停产，损失产量达7千吨，经济损失为150万元，需安排渔业劳力1060人。

3. 海珍品

过去，大连湾沿岸盛产海参，其中不少海区有扇贝生长。早在解放初期，寺儿沟。香炉礁。海茂。前盐沿海都是采参场所，小船一潮可拉100余斤盐水参。年产2万余斤。棉花岛。香炉礁年产扇贝20余万斤（鲜品）。二十年来，上述海区的扇贝。海参均受到污染，先后死亡（图三）。

(图三) 大连湾海参干贝污染海区



由各海区海参、扇贝资源衰亡时间可以看出，受污染的水域逐年扩大，首先在1958年，海茂一带海参不见了；1960年前盐海区不能生产；1962年棉花岛停产；1963年寺儿沟海区也没有采捕价值；到了1971年大连湾山前的海参、扇贝，也受到影响。目前，整个大连湾海域只剩下马桥子至大孤山沿岸尚可采捕。

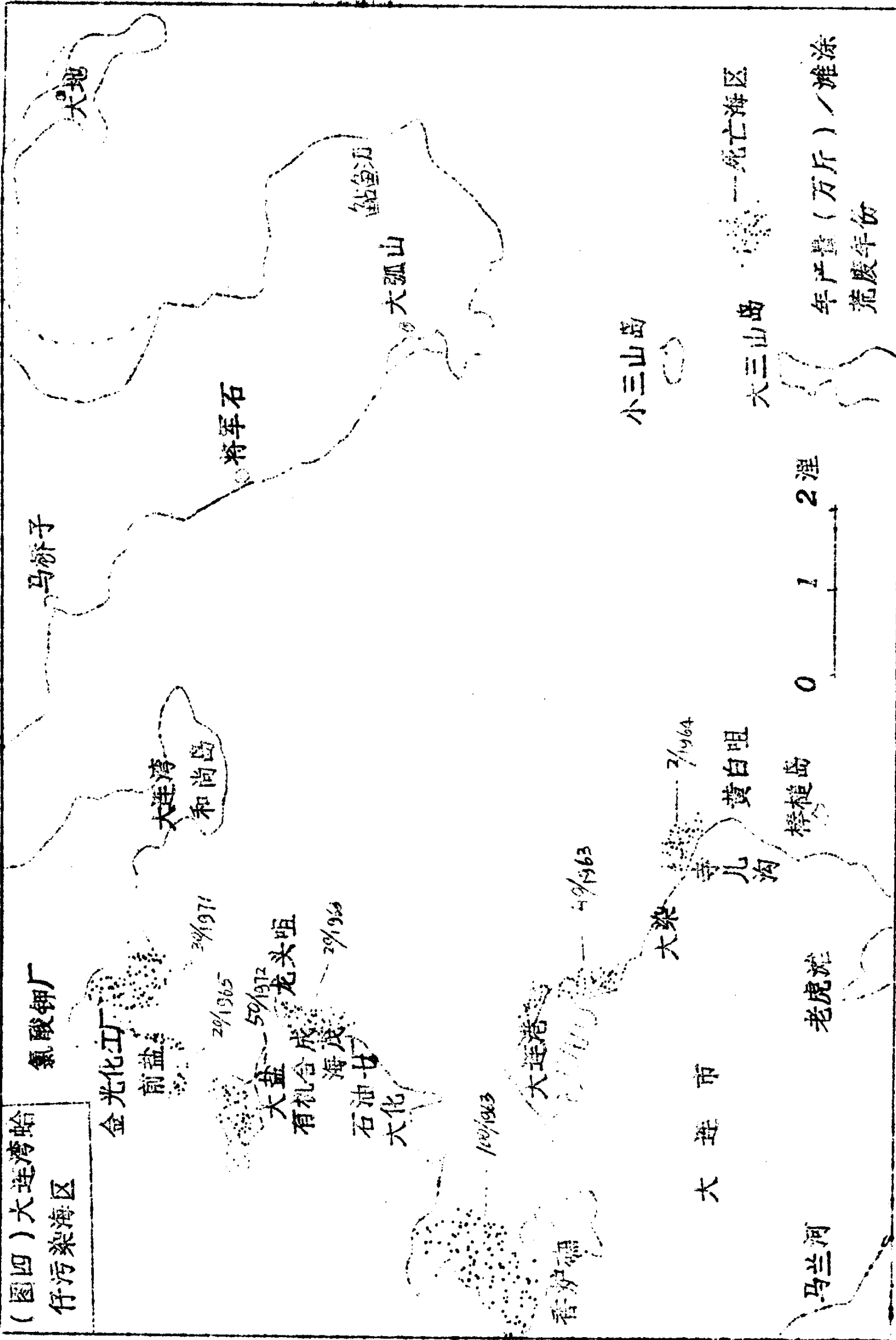
总之，大连湾山前至寺儿沟以西海区，原有7处参场全部荒废，2处扇贝场地也被破坏，经初步统计年损失价值约30余万元。

4. 沿海其它贝类

大连湾沿岸虽然滩涂不多，但贝类资源丰富。1970年以前，大盐村滩涂蛤仔每平方米最高为4斤多，年产50~80万斤；棉花岛滩涂年产30~40万斤。从大连湾山前至寺儿沟沿岸滩涂均有蛤仔分布，六十年代以来先后受到污染危害。

① 滩涂贝类：在1964年以前，香炉礁后海套年产蛤仔100多万斤，后来逐年减少以至绝迹。1970年7月份大盐村的蛤仔突然中毒死亡，大量的蛤肉腐败集附于滩面。1971年棉花岛的蛤仔养殖区也被污染破坏。在寺儿沟三块地一带的蛤仔，贝肉呈绿色，食后发苦，有时呕吐，不能采捕投放市场。总之，大连湾海域大小滩涂6处已全部荒废，死亡损失的蛤仔达1000多吨（图四），每年损失30余万元。

(图四) 大连湾蛤仔污染海区



② 深水贝类：大连湾牡蛎、魁蚶一向是近海捕捞的主要对象。多年来沿海社队习惯于近海捕贝作业，生产规模较大。近年来，和尚岛至寺儿沟以西海区资源逐年减少，该渔场已失去捕捞价值，目前大部分船只被迫在东部海区作业，其单位产量下降幅度很大，大连湾捕捞场1970年以前单船日产蛎肉200多斤，魁蚶1000余斤，目前仅产蛎肉几十斤，魁蚶200余斤。

5. 近海捕捞

50年代到60年代初，在对虾、鲆鱼、带鱼、小黄鱼、鲈鱼等渔汛期间，在大连湾沿岸是定置网（大折网、圈网）良好的捕捞场，定量渔业生产比较发达，后来由于污染给近海捕捞生产带来损失。

① 资源衰退，网具减少：由于湾内水域污染，使一些经济鱼虾类回避外游。自六十年代以来，游入湾内的经济鱼虾类，几乎很少，已不能构成渔场，致使沿岸社队的大折网、圈网、泊网和小挂网等逐年减少。

大连香炉礁水产大队，1958年有圈网8盘，泊网5盘，到1971年后全部废弃。1958年泊网每盘年总产10000多斤，1970年仅3000余斤，减少了三分之二以上，后来均已停产。海茂大队1962年有大折网、圈网各9盘，到目前只剩下圈网二盘，勉强维持生产。

② 鱼类急性致毒死亡：近年来，死鱼现象不断发生，从大连湾渔港至香炉礁一带的鲈鱼、鲆鱼成批死亡，特别是7~8月份，每当大雨或泛海之后，海面上总是漂浮2~3斤重鲈鱼，有时集附于岸边。1977年一次范围较大，一个人能拣到上百斤死鱼，同时在棉花岛海区，发现大批蟹子（日本鲟）也爬到岸边礁石一带，接近半死状态，直到1981年在甜水套仍出现大批死鱼，渔民拣到鲈鱼千斤以上。总之，由70年以来，大连湾西部几乎年年出现大批死鱼，说明海区污染严重导致鱼类急性致毒死亡。

③ 水产品沾污，降低食用价值：在大连湾西部海域生产的水产品，从鱼类到贝类都存在不同程度的油臭。辣、苦等异味。食后往往腹泻、呕吐。寺儿沟滩涂年产蛤子几万斤，因苦味较浓，食后头晕呕吐，已被禁止投放市场。大连湾牡蛎、蟹子均有油味。西部海区所产贻贝干（淡菜），异味很大。

综上所述，大连湾海域遭受的污染是严重的，对水产资源的危害是很大的，给渔业生产带来很大困难，造成一定的经济损失。由表一看出，自1973年以来，仅贻贝养殖和滩涂贝类两项，即损失350余万元，不仅危害了水产生产，直接影响了渔民生活。

（二）海洋污染的实验生物学研究

当前，海洋污染研究中，总的趋向是侧重于水质、底质分析，以及对污染物质的理化变化过程的探索，如果调查水质、底质污染物的含量、分布、污染物迁移扩散、环境容量分析等。无疑，这样是需要的，相反对生物学变化过程，污染物与生物的相关关系等却往往重视不够。

由70年代开始，我国在海洋污染调查研究方面，进行了大量的工作，取得了较好进展，相比之下，污染对海洋生物的影响方面，成果较少。众所周知，海洋污染后，直接受害的是海洋生物，而评价污染严重与否，海洋生物又是重要一环。就大连湾而言，污染物种类繁多，究竟哪些污染物对哪种生物有危害；危害的程度如何；几种污染物对生物的共同作用如何；以及生物对毒物的富集能力等，都需要深入探索研究。

目前，在污染物对水生生物影响的试验研究中，国内外主要采用急性、亚急性、慢性致毒以及回避、富集等多种实验方法。由于研究目的和条件不同，各种方法均有其特点。为了探索大连湾海珍品的污染危害，选择了主要污染物一砷和石油，对海参、扇贝等开展了急性、亚急性和富集试验。主要结果归纳如下：

表一 大连湾渔业损失情况表

序号	年份	发生海区 (或渔业队)	污染危害情况	损失价值 (万元)	备注
1	1975-1977	西部海区	污染贻贝死亡, 造成减产 6.050 吨	100	
2	1978	坝西海区	污染贻贝 3000 台, 有异味, 降低等级, 贬价出售。	97.7	经市委及有关 部门研究, 由大 连湾沿岸有关各 厂赔偿损失 68.4 万元
3	1979	坝西海区	因沿岸各污染源长期排放废水, 致使海生物污染严重。水产部门对该区产品不予收购, 使该区渔民失去生活来源。	110.8	
4	1973-1979	棉花岛 前盐李家	滩涂蝇子, 牡蛎污染死亡。	74.8	
5	1975	海 茂	滩涂蝇子, 贻贝死亡。	6	有机合成厂赔偿 损失 2.9 万元

棉花岛、前盐
李家、李家

1984-1985

每年污染死亡数量

800

砷 (As_2O_3) 的毒理试验

砷是自然界广泛分布的一种元素，它在海洋中的平均值为 0.0023 mg/l ，在我国渤海海区，正常海水中含砷量通常在 $0.002-0.01 \text{ mg/l}$ 之间。由于人们的生产活动，尤其是近代工业生产，每年会把大量的砷转移到海洋中去。据 1972 年调查，大连化工厂每天将有 6 吨三氧化二砷排入大连湾海域。正是因为砷具有毒性，所以很早就引起人们重视。其毒性大小取决于它的存在状态，三价砷的毒性远远超过五价砷，工业排放的多为三价砷。为此以三氧化二砷对扇贝，海参，贻贝的影响开展了四项试验。

1. 砷对栉孔扇贝 (*Chlamys farreri*，下称扇贝) 发育不同阶段的影响。

该试验依扇贝的发育特点，选择了受精卵至面盘幼体。面盘幼体。匏匏期到稚贝，幼贝和成贝五个阶段。前三个阶段采用亚急性试验，时间最长 32 天；后两个阶段为急性致毒试验。

① 受精卵到面盘幼体：砷对扇贝卵的受精和卵裂，由外观上看不够明显，各浓度组均能受精以至卵裂（见表二）。即 5 PPM 以内无明显影响。

到了原肠期，在原肠胚外形成纤毛后即开始转动，正常囊胚的转动自行逐步加快。试验看到 $3.0 \sim 5.0 \text{ PPM}$ 浓度组，出现转动缓慢的原肠胚，在这些囊胚的周缘囊夹大小不等的半透明小球，形成畸形原肠胚。当试验进行到一昼夜左右，担轮幼虫破膜而出，开始在水中游动。

3.0 PPM 以上各组变态的面盘幼虫，因壳线功能失效而不能形成完整的双壳，出现大量的蝴蝶状畸形面盘幼体，这些幼体经 4 天培养均解体死亡。