

在距污染源 5 米—20 米处,可设立小花坛,多种些抗污草本花卉植物如万寿菊、紫茉莉、凤仙花、虽植物长势欠佳,但能存活、开花,可起到局部美化环境的目的。距污染源 50 米以外,可大量种抗污染的乔木和灌木树种,对防止毒气的扩散和净化厂区的空气都有积极作用。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院植物研究所二室编著,环境污染与植物,第 46—48 页,科学出版社,1978.
- [2] 王焕校、吴玉树,环境科学,1(4), 28(1980).
- [3] 陈锐章等,环境科学 4(3), 45(1983).
- [4] 郁梦德,环境科学,1(2), 35(1980).
- [5] 董宝贤等,水土保持通报,5(2), 36(1984).
- [6] 龙爱敏等,环境监测与科研,5(2), 10(1984).

厦门港天然微生物种群对烃类物质 降解作用的研究*

周宗澄 倪纯治 蔡子平 李志棠 曾活水 谢锦祥

(国家海洋局第三海洋研究所)

随着海上石油开发和石油运输事业的发展,石油对海洋污染日益严重。据报道全世界每年有 6 亿吨以上石油烃化物进入海洋。虽然世界各国已应用各种物理和化学方法处理污染油,但残留的油仍对海洋造成污染。那末,这种污染可否通过海洋微生物降解而自净呢?对此,近几年来,有关科学家进行了许多有益的探讨。例如,Herbes (1981)^[1]曾用六种放射元素标记的多环芳香烃分别与沉积物和水样一起培养,研究微生物转化烃的速度及其归宿。Fedorak 等(1981)^[2]证实,添加氯和磷营养盐后,降解原油的组分,与不添加者比较,有显著差别。Sherrill 等(1980)^[3]研究菲的生物降解,指出多环芳香烃的降解与现场温度有关。近年来,虽然,我国也开展了这方面的研究工作^[4-6],但有关海区微生物种群降解石油的能力与海洋自净能力之间的相互关系,报道甚少。

为此,我们在以前研究的基础上,为配合厦门经济特区开发,在本港区选择受油污染轻重不同的二个站位,研究微生物种群对烃类物质的降解作用,以及各种环境因子对其

降解能力的影响,其目的是通过周年观察,试图探讨海洋微生物在污染海域的净化中所起的作用。

一、材料和方法

1. 样品来源 在厦门港选择二个站位,一是船舶停靠站,油污染较严重,为 1 号站位,另一是油污染较轻,为 2 号站位。采样时间从 1983 年 1 月至 12 月,每月二次。采集的样品立即(不超过半小时)接种。

2. 培养方法

(1) 液体培养基 NH_4NO_3 (1.00 克), MgSO_4 (0.10 克), K_2HPO_4 (1.00 克), CaCl_2 (0.002 克), FePO_4 (痕量), 陈海水 1000 毫升 $\text{PH}7.2-7.4$, 灭菌后,按 15 毫升培养基中加入 50 微升不同的纯烃(十六烷、十八烷,萘和 α -甲基萘)。

(2) 培养方法 在 150 毫升三角瓶中加入上述三倍浓缩的液体培养基 5 毫升,灭菌后接入采集水样 10 毫升,对照组仅加 15 毫

* 广州市微生物研究所的张南峰同志参加本研究部分工作。

升液体培养基,不加水样,于室温下静止培养 10 天。

3. 石油降解菌计数

用上述液体培养基以三个稀释度十五管最近似值 (MPN) 法计数。

4. 降解率的测定

培养液经正己烷萃取后,用国产 2305 全型气相色谱仪氢火焰离子化检测器测定,固定液为 4%OV-1,担体为 Chromosorb w(60—80 目)。柱长 2 米,内径 4 毫米;柱温 190℃。气体流速:氮气为 35 毫升/分,氢气为 25 毫升/分,空气为 400 毫升/分。

二、结 果

1. 不同培养温度对降解作用的影响

从表 1 和图 1 看出,(1)天然微生物种群对十六烷的降解率与温度有关。从四月至十

月,室温在 20 到 33℃ 之间,对十六烷的降解率达到全年的最高值,其余月份,室温低于 20℃,它的降解率就较低。(2)二个站位的天然微生物种群,对 α -甲基萘的降解率,受温度的影响较小,例如,1 号站位仅在五月至十一月的降解率较高,其余则偏低。而 2 号站位的降解率始终很低,不超过 10%。

上述结果,除证实 Westlake^[7]所提出微生物对油的降解率取决于温度外,还证实,对海洋微生物降解烃类物质,尤其是十六烷,最适宜的温度是 20—27℃,太高的温度不利于降解作用的进行。

2. 石油降解菌数对降解作用的影响

从表 1 和图 2 看出,(1)水样中所含解油菌数与降解率有一定关系,如 1 号站位的水样中含降解十六烷和 α -甲基萘的菌数都比 2 号站位的多,因而 1 号站位对这两种烃类的

表 1 温度、解油菌数与降解率的关系

采样时间	水温* ℃	室温** ℃	站 位	解油菌数/100ml		烃类降解率***(%)	
				十六烷	α -甲基萘	十六烷	α -甲基萘
1月	14	12	1	22000	—	23.9	3.1
			2	200	—	11.9	8.3?
2月	12.5	14.5	1	31000	23000	20.2	4.5
			2	9200	130	18.2	0.3
3月	16.5	16.1	1	63000	13000	27.8	6.0
			2	630	79	16.2	2.5
4月	17.2	20.6	1	120000	460	68.5	8.6
			2	2400	14	44.8	3.5
5月	23.7	27.2	1	34000	2200	75.6	15.7
			2	270	23	67.4	1.6
6月	27.5	29	1	90000	790	56.4	16.5
			2	4900	2	47.5	0.8
7月	30	33	1	33000	490	64.2	15.2
			2	1700	<2	46.2	0.5
8月	30.5	32.2	1	34000	170	67.1	11.7
			2	1700	<2	54.9	3.7
9月	29	30.2	1	14000	200	49.7	14.1
			2	1400	<2	29.7	0
10月	26.5	26.3	1	9000	340	36.4	9.8
			2	430	<2	35.4	2.8
11月	22	19.6	1	900	140	35.9	15.1
			2	260	<2	8.4	3.9
12月	15.5	16	1	1400	140	23.7	9
			2	130	<2	5.6	2.4

* 水温为采样时的温度

** 室温为当月实验时的温度

*** 降解率数据为 6—8 个数据的平均值。

降解率比 2 号站位高。(2) 二个站位水样降解十六烷的菌数都比 α -甲基萘的菌数多, 因而, 对十六烷的降解率也比较高。(3) 2 号站位水样中所含的降解 α -甲基萘的菌数始终很低, 所以降解率亦低。

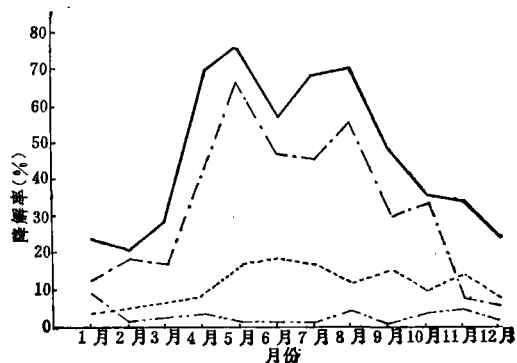


图 1 二个站位水样对二种烃类物质的降解率

— 1 号站位水样降解十六烷
 --- 1 号站位水样降解 α -甲基萘
 - - - 2 号站位水样降解十六烷
 - · - 2 号站位水样降解 α -甲基萘

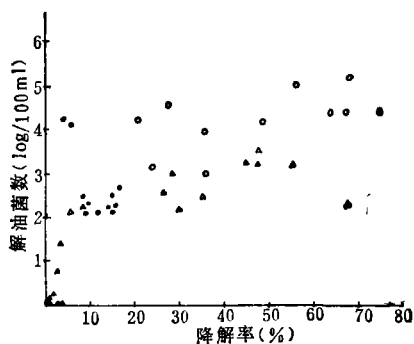


图 2 解油菌数与降解率的关系

1 号站位 ○ 十六烷 2 号站位 △ 十六烷
 ● α -甲基萘 ▲ α -甲基萘

Kappeler^[8]的实验指出, 水相中细菌数超过 10^4 — 10^5 个/毫升时, 可加速烃的降解速率。这是因为水相中所含的解油菌也多, 即 HC/AA 的比值也高^[4]。我们的实验也证实, 当解油菌数在 $10^4/100$ 毫升以上时, 它的降解率就高。但值得指出的是, 在 1 至 3 月, 水样中解油菌数虽高, 但由于温度偏低, 致使降解率也很低, 说明在这样低的温度下, 抑制了细菌的代谢活动。

3. 不同烃类物质对降解率的影响

从图 3 看出: (1) 正烷烃的降解率高于芳香烃; (2) 十六烷比十八烷的降解率略高; (3) 萘的降解率比 α -甲基萘的高。说明正烷烃中所含的碳原子少, 较易被微生物利用; 在芳香烃中, 苯环上多一个甲基的化合物很难被利用。

本实验得到的降解顺序为十六烷 > 十八烷 > 萘 > α -甲基萘, 与我们以前的研究^[6]结果相一致, 说明自然种群和纯种对以上烃类的降解能力相似。

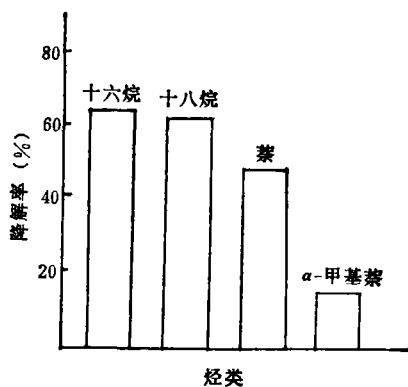


图 3 天然微生物种群对四种烃类的降解率

4. 不同培养时间对降解十六烷的影响

用 1 号站位的水样, 培养温度为平均 26°C , 其余实验条件同前, 比较五种不同培养时间对降解十六烷的影响, 结果表明, 培养 5 天时, 降解已达 77.4%, 而后, 降解率上升缓慢, 到 25 天才达最高值 (加上对照值已达 100%) 见表 2。从表 2 看出, 培养 5 天的解油菌数已达 2.6×10^4 , 所以降解率较高, 以后菌数增加较少, 15 天以后, 菌数已不再增加, 降解率也上升很慢。这些结果说明: (1) 解油菌数和培养时间与降解率的一致性; (2) 微生物降解烃有一个高峰期, 即使再延长时间, 其降解率也不再增加。

5. 营养盐对降解十六烷的影响

用 1 号站位水样, 培养温度平均 20°C , 不加氮和磷营养盐, 其余实验条件同前, 分别

表 2 不同培养时间与解油菌数和降解率的关系

	5 天	10 天	15 天	20 天	25 天
解油菌数 (个/100 ml)	2.6×10^4	3.4×10^4	3.5×10^4	3.5×10^4	3.5×10^4
降解率 (%)	77.4	81.5	83.4	85.4	88.4

振荡和静止培养 1 个月, 结果与培养基中添加营养盐的实验组有十分显著的不同(表 3)。

表 3 营养盐对降解十六烷的影响

	加入营 养盐	不加营养盐	
培养方式	静止	静止	振荡
降解率(%)	36	0	0
降油菌数(个/100ml)	9000	<2	<2

从表 3 看出: (1) 单用海水培养不能降解十六烷, 静止和振荡培养所得结果一致; (2) 加营养盐静止培养 10 天, 可降解 36% 的十六烷。此结果与我们以前的实验^[7]相一致: 在降解原油时, 不加营养盐, 原油不被降解。虽然十六烷比原油更易被降解, 但结果是一致的。

三、讨 论

本研究采集的 1 号站位水样, 受油污染较严重, 水样中所含解油菌数比 2 号站位多, 降解率也高。Herbes^[1]指出, 沉积物中多环芳香烃量的增加, 引起微生物群落的富集。我们同意他的看法, 同时还认为水样中所含解油菌数, 可作为油污的指示菌和油污程度的参考, 所含解油菌数多, 说明油污较重。

比较二个站位水样降解十六烷和 α -甲基萘的实验看出, 对十六烷的降解率高于 α -

甲基萘的, 此结果与我们以前的研究相同。说明天然微生物种群与纯种的降解作用相似, 对正烷烃的降解率高于对芳香烃的降解率。

Atlas^[9]报道了北极生态系中石油烃的生物降解作用, 他指出石油烃消失的速度决定于现场温度和营养盐以及污染油的成份。他认为, 由于北极的生态特征温度低, 营养盐少, 石油烃在北极水域和陆地生态中可以保持几十年。从本实验结果证实, 微生物对烃类物质的降解作用受几种因素的影响, 其中温度和营养物质起重要作用。在适宜的温度下促进微生物的活动, 有利于降解作用的进行; 补充营养物质, 使细胞数目增加, 也促进降解作用。由此可见, 在天然水域中, 缺少一定的营养物质, 污染油难以被降解。如在水域中不断补充营养物质(如异养微生物分解动植物残体后, 增加可利用氮等营养物), 则加快污染油的消失。因此, 微生物在海洋污染油的净化中起重要作用。同时, 了解天然海区微生物种群数量和水体中营养盐的浓度, 对估算海域自净能力有一定参考价值。

参 考 文 献

- [1] Herbes, B. E., *Appl. Environ. Microbiol.*, **41**, 20 (1981).
- [2] Fedorak, P. M. et al., *Can. J. Microbiol.*, **27**, 432 (1981).
- [3] Sherrill, T. W. et al., *Appl. Environ. Microbiol.*, **39**, 172 (1980).
- [4] 丁美丽等, 微生物通报, **6**, 11(1979).
- [5] 周宗澄等, 海洋学报, **5**, 777(1983).
- [6] 倪纯治等, 海洋学报, **6**, 497(1984).
- [7] Westlake, D. W. S. et al., *Can. J. Microbiol.*, **20**, 915 (1974).
- [8] Kappeler, T. H. et al., *Water Research*, **12**, 327 (1978).
- [9] Atlas, R. M., *Microbial Ecology*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. 86 (1978).