

国外论文译述

海洋微生物学的主要任务*

生物学博士 A. E. 科利斯

海——微生物棲息的特殊环境。特殊的盐类成分,低温,高压,低浓度的有机物质,植物及动物区系的稀少等组成了微生物生命活动的广阔海洋区域一些主要生态特征。

海洋中最初的微生物学研究,早在上一世纪就已进行了,但是它们局限于较狭小的任务——确定细菌在海洋中的存在及其组成。而 B. J. 伊萨琴科的卓越著作《北冰洋细菌的研究》奠定了阐明微生物在全世界海洋(约近 15 亿立方公里)的巨大水团内物质转化过程中作用的开端。这项工作是在 1908 年结束的,但是直到 1914 年才出版。这篇包括有关海区中微生物活动多方面资料的专论,确定了海洋微生物学多年的研究方向并使海洋微生物学发展成独立的科学部门。

目前这门科学领域中已拥有大量的实际资料,而且我国的研究工作在海洋微生物学知识的进展中,占有卓越的地位。许多微生物学考查队曾调查过了祖国东南西北沿岸的全部海洋。

目前可看出海洋微生物学研究发展的极其迅速,这不仅是由于微生物学家的注意,而且也是由于研究海洋物理、物理化学、化学及生物学等现象的邻近科学部门的需要。许多从事水生生物学、水化学、海洋地质学甚至水理学工作的科学家们都认识到微生物学资料在阐明海洋中进行的过程的原因实质有重要的意义。

在海洋水生产率问题的研究中,海洋微生物具有特殊重要的地位。由于分布在水深处及密布海底表面的微生物具有强烈而复杂的酶促活动,成为生命物质转化主要环节反应的生物催化者。它们在有机物质的转化及形成过程中具有显著的作用。微生物破坏着死的有机物质并抑制其中释放出的水生植物发育所必需的无机化合物,也就

保证着水生植物的再生。但这不是在海洋中制造有机物质的唯一方法,因为也有一些微生物,能借着光能或化学物质氧化能来同化二氧化碳,建造自己的身体。

从无机化合物发生的、原始的、呈植物及微生物细胞状态的有机物质进入到各种转化循环内的营养链中,使得经济上重要的水生动物种繁殖起来。

无论在陆地上或在全世界大洋内,要估计有机物质巨大变态过程以及有机物质从矿物质的恢复过程的数量变化及动态,不考虑微生物活群体及其所进行的决定着生命元素循环的破坏性及创造性活动是不可能的。当然,这种数量计算应该建立在微生物和其周围的其他生物类型及无生命界的相互关系的生态研究基础上。只有这样的研究才可能阐明以微生物群体分布为基础并由自然界中微生物学过程强度决定的那些规律性。

如果要说明近年来海洋微生物学发展的一般特征,那么应该注意两种情况:第一,已进行的一些工作,主要是在沿岸区域及海洋的表层、深水方面,特别是远离陆地的外海区域,研究的比重比较小。实质上,海洋微生物学只处于发展的开始阶段,落后于海洋的所有其他部门。

第二,研究工作主要是根据所谓的培养法,这只能比较准确的断定能在与自然条件很不相同的实验室环境内人工培养基上繁殖的不多种海洋微生物。因而实际上缺乏有关海中微生物的数目,及生物群体垂直及水平分布规律性的报道。只有最

* 原文作者及题目名称: A. E. Крисс: Основные задачи морской и океанической микробиологии. 发表于 Вестник Академии Наук СССР, 1954 (8); 22—34.

近才广泛推广了显微镜直接检查法, 这个方法的发现与应用是祖国科学工作者们的功绩。这些方法能有很大程度完善地测定居住在海洋中微生物

型的数目及其形态的多样性, 因而更有根据来解决关于物理的、化学的及生物学的因子对海洋微生物影响的许多问题。

表 1 黑海不同深度 1 毫升水中细菌的数目

深度(米)	菌落计算法			直接镜检法		
	工作站 1	工作站 2	工作站 3	工作站 2	工作站 3	工作站 4
0	80	330	20	111000	197000	222000
10				123000	122000	160000
25	30	70	160	105000	130000	232000
37				140000	151000	185000
50	320	20	90	38000	109000	43000
75	20	20	10	25000	12000	33000
100	10	10	10	11000	18000	29000
125	20	50	0	70000	17000	
150	270	20	30	93000	42000	57000
175	250	40	40	122000		66000
200	20	0	20	104000	72000	72000
225	20	20	10	75000	102000	42000
250	90	0	20	74000	4000	30000
300	20	150	10	70000	63000	49000
500	30	100	0	57000	67000	47000
750	30	10	0	35000	91000	31000
1000	290	330	10	38000	59000	82000
1250	0	30	70	20000	40000	64000
1500	400	10	10	16000	43000	45000
1750	70	80	0	25000	30000	48000
2000	420	0	30	36000	63000	65000

直接镜检法的准确度还是有缺陷的, 因为判断一些微小的细菌细胞与死亡的微生物还有困难。但这比目前在微生物学、水生生物学及鱼类学中应用的其他计数法

是准确的多了。关于用直接镜检法比用培养法阐明的海中微生物分布规律具有优点, 可由表 1 来证明。表中所提供的资料是黑海氧气带及硫化氢带中不同深度的微生物数目。水样是取自里海距岸遥远区域水最深处(深度在 2000 米以上)的三个工作站。这些水样用两种方法来研究: 菌落计算法及直接镜检法。

比较表内资料, 不只可以令人确信已知的事实, 即直接镜检法能够查明比培养法多得多的微生物, 而且可以肯定直接镜检法对说明海内微生物垂直分布规律的优点。在实验室内人工培养基上繁殖出的只有不多几种, 它们在水团的不同水层内数目急剧变动(从零到几百), 分布不均匀。而用直接镜检法, 却能计算出微生物总群体垂直分布的一定规律性。依照表内资料, 微生物的最高密度是在水表层, 比 50

米深时便急剧下降, 以后接近硫化氢上面界限(200 米)又增多, 直到海底已看不出显著的变动。

只有苏维埃微生物学家们用直接镜检法进行了海中微生物数量的调查。由于他们的研究得到了黑海及里海, 鄂霍次克海的深水地方及与其相毗连的太平洋区域内微生物数量及微生物群体的十分详细的资料。应该指出, 海中微生物数量的鉴定, 是要以取自沿岸与外海区域从表面到海底的各种深度的几百分水样为基础的。海洋微生物学主要任务之一, 就是要在不同海洋的生态地理情况中继续这些工作。为了顺利地解决这任务, 首先必须保证微生物学家系统地参加海上和海洋学的考察队。



图 1 河流对黑海西北部微生物数量分布的影响 [按照 M. H. 列别捷娃 (Лебедева) 的资料]: 1——1 毫升水中微生物细胞在 35 万以上; 2——从 30 万到 35 万; 3——从 20 万到 30 万; 4——从 15 万到 20 万; 5——从 10 万到 15 万。

现有的海洋微生物学工作的规模决不能认为是足够的。它们仍然带有偶然的性质，只有少数科学工作者们的力量，在这方面落后于其他海洋科学部门。海洋学的断面图及测量是在某些海区进行该区水环境中物理的，化学的及生物学的因子垂直及水平分布的比较研究的基础方法，但在这方面尚未充分利用微生物学家，他们通常只在个别的工作站工作。但黑海及里海的工作经验指出，沿岸及中部密布着微生物学工作站网，这调查就能在全海范围内查明由许多生态因子决定的微生物分布特性。

物分布特性。

象在黑海及里海曾用这种方法查明了河流对微生物分布的影响。例如查明黑海西北部德聶伯-布格(Днепровско-Бугский)湾与德聶斯特(Днестр)河口对面一带细菌的密度比较在多瑙河口对面区域要多 $1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ 倍(图1)。大约是因为多瑙河的有机物质浓度比德聶斯特河及德聶伯河少 $1\frac{1}{2}$ 倍。

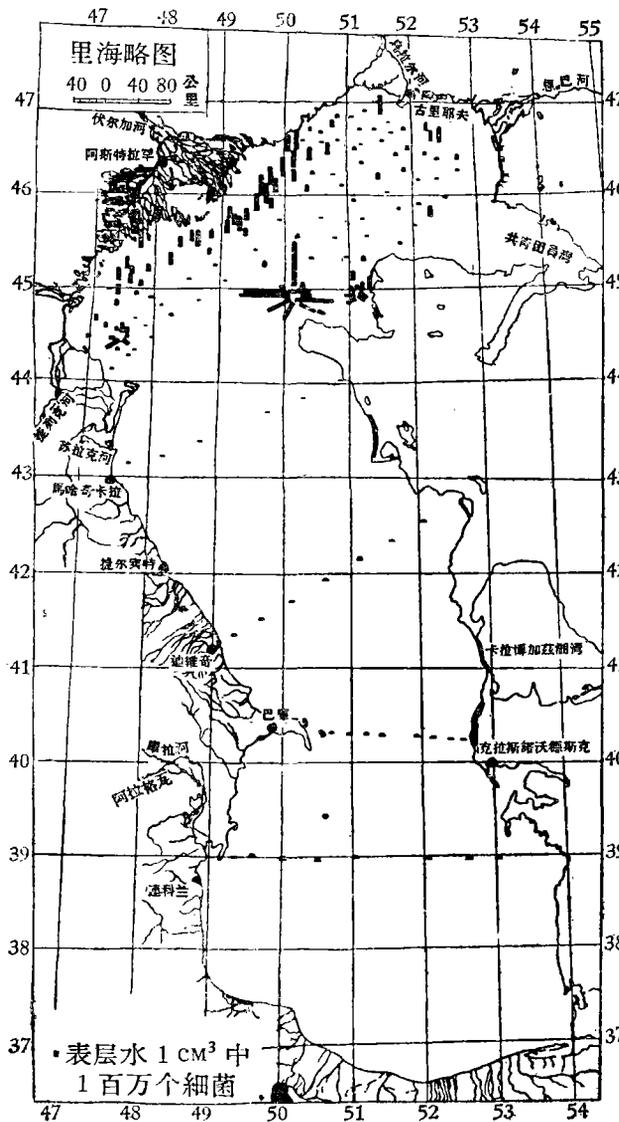


图2 里海水表层微生物密度的分布[按照 В. И. 毕朝朝娃(Вирюзова)及 Л. К. 奥斯尼茨卡娅(Осницкая)的资料]。

同样查明，在里海中伏尔加河水显著地影响伏尔加河三角洲附近比较大区域的微生物数目分布图(图2)。如果不算上库拉雷岛(О. Кулалы)附近有腐敗植物的干涸浅滩，微生物界在那里死亡的有机物质上旺盛发育的话，那么这里细菌群体最高。比较伏尔加河三角洲和里海北部毗连区域(图2)的微生物群体数量时，不难得出结论说，伏尔加河本身含有的细菌不多而微生物在这河与海交接处旺盛繁殖起来，我们知道这地方是里海北部动植物界特别繁茂的地方。在所举例子中，明显地反映了海中细菌，动物及植物的相互关系。里海水中细菌细胞密度的特殊分布并不决定于温度，因为在微生物学测量时全海面温度几乎一致，也不决定于盐度(比较库拉雷岛附近及里海北部东侧显然高盐度的浅湾和伏尔加河外三角洲的清洁区域可说明这点)，而是决定于有机界及其代谢与分解的产物。

在外海的断面图中，当需用微生物学研究的水样时要按全部的标准水平线来取，这样可很详细调查从表面到海底的全部水深度，同时容易发现微生物的密度与植物及动物最集中的水层极吻合(图3)。

但不只是非腐植质形式的有机物质作为能量来源，无机界物质只要它们氧化可供足够的能源来同化二氧化碳，都能聚集海中的细菌。属于这类

物質大家都知道的有硫、氮、鐵、甲烷、氫等一些非氧化性化合物。在我們行星上，唯一在深层含有大量硫化氫的海——黑海——其微生物羣体的分布是異常的。从硫化氫帶表面界限开始到海底，也就是到水层几乎深達 2000 米的地方，发现了大量特殊的属于紫色硫磺細菌的微生物。这类微生物

分解放出的能。根据微生物羣体的数量可断定海水中遭受矿化作用的有机物质的量。

当然，在一年或几年期間内进行一次数量測定，可能作出的結論只是在取样时残存的微生物羣体，也就是到这时生成細菌数目和已被水生动物吞食或腐敗了的細菌数目之間的差数。要获得

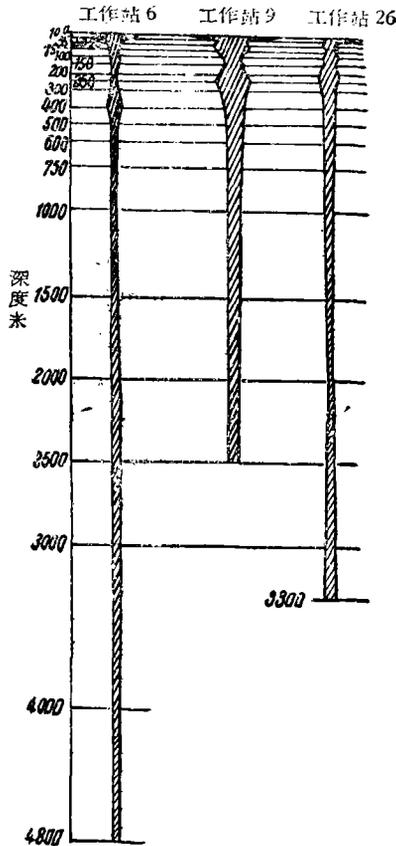


图 3 鄂霍次克海及太平洋深处微生物密度的变化 [按照 E. A. 魯基娜 (Руклина) 的资料]。

物能利用硫化氫进行自己的生命活动，显然是自养方式的，同化二氧化碳并以这种方式創造生物羣体，按密度來說不次于有氧带的生物羣体 (图 4)。黑海中微生物学的研究清楚的指出，在全海范围内細菌創造的有机物质的原始产量远远超过浮游植物的产量。

整个微生物羣体数量的确定可以极近似地用来判断它們在死有机物质的矿化作用中工作范围。根据計算，一个細菌細胞构成自己的身体需要的能，大約等于自己身体四倍重量的有机物质

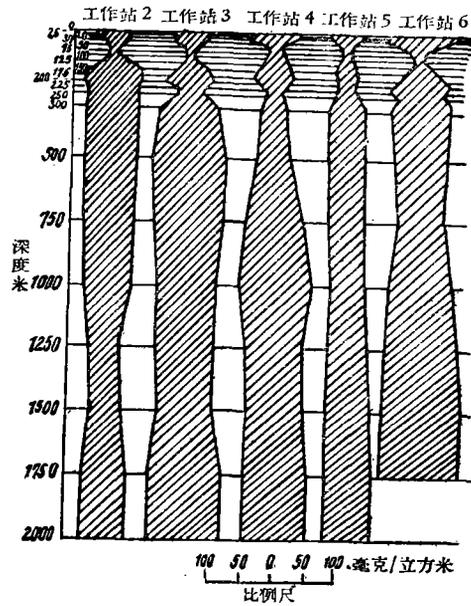


图 4 黑海深水区域内微生物羣体垂直分布的性质 [按照 M. H. 列別捷娃的资料]。

关于海中微生物数量变动的概念以及引起这些变动的的原因，組成几天或几个月的 (不是說一季的) 观察的必要已經成熟。在美国已經作过这种試探，但是很少获得令人满意的结果，因为水样是直接取自靠岸区域碼头的尽头，并用培养法来研究。必須要在离陸地足够远的地方选择水样，及用直接鏡检法研究它們。当然这只能在拥有一个适于在海中 3—4 級浪工作的，那怕是不大的船的海洋生物学站才能进行。这类工作現在已在塞瓦斯托坡里生物学站开始了。

除去只在离岸不超过几十哩的基地有系統的微生物学研究組織，一年各季中應該在一些主要海区的断面上进行研究，以便同时闡明在沿岸及中心海区微生物羣体的季节变化。此外，参与海洋学考察队实际工作的日夜站也要負起研究微生物动态的任务。

但是如果不清楚微生物在居住地方的具体条

条件下的繁殖速度,那么海洋或某些个别区域的微生物群体的测定,甚至在足够频繁收集的情况下,也不能提出微生物细胞状态生活物质变动的真正形势。迄今所知道的微生物繁殖速度,是以实验室培养方法为基础的;直到最近还没有测定在自然环境中细菌细胞分裂所需时间的方法。只有我们不久以前提出的一种方法,当然也是很不完善的,但就现在情况看来,是水生生物学中,应用的计算植物及动物生成数量的优越方法。这方法实质是直接镜检法,在海洋不同水深处放下载玻片;放在该各深度一定时间,而后取出。适当处理并染色后计算在这些玻片上,由微生物繁殖附着而出现在玻片上细菌落的数目,以及组成各细菌落的细胞数目。利用这方法能算出居住在海洋该层中的一些微生物种的平均繁殖速度。

下放到海洋深处的玻片表出有机及无机性质的悬浮质点,在全水层内显然充满这些质点(不只是在表层而且也在很深处,1毫升水中计算这些质点有几十到几百个)。每个这样或大小体积的质点造成各个表面,观察证明,微生物沉淀在这些表面上并进行繁殖。

用“玻片生长法”在太平洋,里海及黑海进行了微生物繁殖速度的研究。在黑海的一个海港进行了水中全年期间细菌细胞分裂速度的每月观察。

目前已经可以断定,海中微生物生产和其生物群体比例表示出的系数值(P:B)。由于在不同海洋区中条件的不一致性,以及同一区中在一年不同时间,这些条件的变动,因而必须在海和洋的外部及沿海区域内进行微生物繁殖速度的系统研究。这类研究能够阐明在一年中,以及其后几年中,在水深层和海洋底部,微生物细胞状态的生活物质的“损失”并算出死有机物质矿化作用以及被水生动物消费的微生物数值。

因此重要的是要保证海洋生物学的水生生物学方面重要部门之一的尽量发展——也就是确定微生物参与海水营养链中的直接环节。这个范围的研究,只是最近才走出实验的。此后在苏联进行的主要工作是要证明许多水生动物,特别是以微生物作食料的动物,发育与繁殖的可能性。随而出来的问题就是,微生物是否被用作食料以有各种各样食料的天然海水中被利用的范围如

何。

在自然环境中曾对里海海底水生动物群的一些代表进行了适当的研究。用特殊拟制的方法确定了,例如在淤泥中近一半的微生物细胞,当泥团通过一种环虫(*Neries Succinea*)的消化道时被消化。在这种情况下,我们就看到食物链的例子:微生物——环虫类——鱼类。还可能更短一些的链,也就是在鱼类发育初期微生物有作为食物的作用。显然在这方面我们已经开始试验的良好结果,不只对鱼类学有着理论上的意义而且对养鱼实践也有重要意义。

要阐明海中微生物与浮游植物及水底植物、浮游动物及水底动物的复杂而多样的相互关系,在前面尚摆有很多要作的工作。目前只是阐明了一般的规律,但因为直到最近研究的一方面是海洋动物和植物,而另一方面在异养菌中则是只能在容易吸收的有机物质上繁殖的较少数量的微生物类群,这两方面之间的关系,也需要确定并修正。直接镜检法的应用在这些现象的研究中开了新的可能性。对浮游生物学有意义的最近的重要任务,是在规模和作用上对海洋生物学过程有那样重大意义的细菌群落的动态研究,象:浮游动物的昼夜移棲及浮游植物的“水花”中细菌群落的动态。

用海洋微生物学现有的成就,要求解释海洋中生活物质分布的规律还远远不够。由于在陆地上与大洋中的有机物质及无机物质的生物催化转化中微生物有显明突出的作用,水化学家及地质化学家期待微生物学解释在一些化学化合物的分布中决定着观测规律的相互关联的原因。然而到最近期间,海洋生物学的资料在许多方面纯粹是质方面的。查明了在水深处及海与大洋近岸区域的海底发现有直接参与碳、氮、硫、铁、锰、钙循环的各种微生物生理类群的代表,但是关于这些微生物类型发现的数量如何及它们活动如何,则知道的很少。

微生物生理类群分布及其活动的广泛数量研究首先是在黑海进行的。它们是海中氨、亚硝酸盐、硝酸盐、硫化氢、硫代化合物的及磷酸盐的垂直分布特殊性的决定原因。由于应用了数量比较方法,清楚地看出了黑海海底是个决定目前黑海水化学状况的巨大的生物化学实验室。应该指出,

这些研究揭露了水化学家某些結論的錯誤性，例如关于黑海中硫化氢的起源，死亡有机物质的命运，在黑海硫化氢深处硫化化合物出现的原因。

但是不可过高估价现有的测定微生物生理羣的計数法。象其他的培养計数法一样，它們计算生活在自然环境內的微生物数量是不准确的，显然減少了实际数量。现有的这类方法不适用来计算绝对数量，而是用于物质轉化的微生物学强度的相对估計，并且只有在差异十分大的条件下才可以用。可以肯定說，在黑海最深区域的海底比鄂霍次克海深水区域的海底有更多易于被微生物吸收的有机物质，因为相应的生理羣的数量差别达 1000 倍。在水和土的一系列样品研究結果中差别較小时，可能引起一些不正确的概念，认为由于微生物学理羣数量鑑定法有很大的錯誤。

土壤微生物学和水微生物学的重要任务之一就是，改进老的方法和拟制新的方法，用数量来估計微生物在其居住的自然条件的生化活动。这方面的进展，可以使水化学解释清楚在海洋水深处生命物质分布的許多現象。这与海的土化学十分有关，海的土化学在目前还很少获得海洋微生物学資料来描述各种化合物在海洋底部的成岩作用过程。直到现在所累积的，只是关于所謂微生物地质学活动的一般知識，当然，尚不能满足海洋地质及海洋地质化学的需要，来闡明不同型及不同沉淀层內有机成分及矿质成分轉化的具体特点。

到最近还没有估計到海洋微生物学的特点，是高压下的微生物学。这方面已初步在大洋深处发现許多“嗜压”微生物羣，也就是只能在高压条件下繁殖的微生物。用培养方法查明，在大洋深注处的海底嗜压菌的数目超过能在大气压力下繁殖的微生物型的数目。这些事实应当引起科学家們的注意，因为大家知道高压在改变反应的速度及方向中的作用。詳細研究嗜压微生物的数量，种的組成及生理学是很必要的。可以期待，将发现这些微生物在高压条件下表现出生命活动的特有差异。所以很难过早估計嗜压微生物的研究对描述海洋深处由于微生物生命活动而进行的物质轉化过程的意义。

談到与海洋微生物学有密切关系的科学部門，假若不指出水理学与微生物学联系的紧密性，那么是不完善的，在这联系处也象其他科学的边

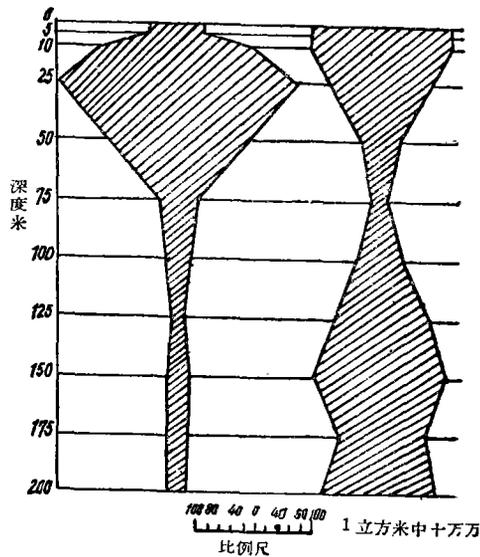


图5 黑海氧气带細菌密度的垂直分布(距离30 哩的站): 左边——夏天, 右边——冬天(按照 M. H. 列別捷娃的資料)

緣处一样，出現着一些新的可能性来解释兩門知識都感到兴趣需要解决的問題。

大家知道，在黑海硫化氢深层中发现的微生物具有的形态特点与其他的微生物型不同。广泛数量比較研究結果指出，这些微生物是硫化氢带的特殊居住者：它們在氧气带很少出現并且数目也很少。同样发现了，这些微生物在黑海西北部几乎近岸一带的浅水区域有比較大的数量。这种很有趣的微生物学事实在水理学的資料中获得了解释，資料証实由于西北风影响的結果在該区存在有涨落潮現象。水理学也获得了判断西北区域与黑海外海区域深水間水团交換强度的資料。借“指示的”微生物的帮助証明了，由黑海硫化氢带出来的水几乎达到教德薩岸边。

在黑海硫化氢带与氧气带間水交換的研究結果，也指出微生物学資料对水理学的意义。图5中表示出黑海同一地点夏季与冬季微生物羣体的垂直分布。清楚地看出，在氧气带下半部微生物羣体的浓度由于硫化氢带的“指示的”微生物而急剧的增多。这里微生物証明黑海硫化氢带与氧气带間水交換中的垂直循环作用。

有一种情况也是水理学家不能不注意的，即微生物相当明显地表示出温度突变的情况。当温度突变时，在該层或略低处常发现大量的微生物

羣体。当鄂霍次克海及太平洋的某些水层发现異养微生物突然異常增高的情形时, 目前用一些水理学的原理解释似乎最可靠。大家熟知的, 在表流接合处出現相当浓度的有机物质, 并且因而多少发生異养微生物的强烈繁殖。可以假定在深洋內不同水团接触交界处出現着类似現象。異养菌密度的增加反映出水层表面在有机物质方向的聚集作用。用这些精密的“試剂”也可能說明这种物质浓度的变化, 因为細菌細胞, 在有营养物质时迅速地繁殖起来。

技术部門也对海洋微生物学提出要求, 对它們來說主要考虑的是海中金属及混凝土建筑物的侵蝕, 利用海水工业的机械的水內部分的侵蝕及輪船船底附着物中微生物的作用。微生物学的研究指出, 由于微生物生命活动的結果可能引起建筑材料的破坏。也确定了, 很快沉淀到海內物体表面上的細菌能帮那些使輪船及工业材料正常应用遭到破坏的动植物附着物羣落的出現。但是微生物在腐蝕过程中及附着过程中参与程度的报告还远为不足, 不过这数量的鑑定对防止这些現象的根本研究是极其需要的。

研究工作者們的力量应当集中在海洋微生物羣落的质的研究上。从已发表的海水中分离出来的微生物种的名单, 可以看出只有那样少的一部分海洋微生物能在实验室环境中的人工培养基繁

殖。这些主要是在生命活动中只利用易吸收的有机物质的異养微生物, 甚至在形态学方面也反映出生活在海洋深处微生物类型的多样性。

微生物学家已具有了“探深球”(Батисфера), 来检查大洋深处: 在滤膜上超滤法比較了許多水体中的細菌数目, 利用玻片生长法好象沉下个显微镜到任何深度并識別該层細菌棲居的情况。最先在里海、太平洋进行这类“下沉”揭露了整个前所未有的微生物界。借着电子显微镜研究使人想到, 在海洋中除去最小的微生物外, 还存在着一些超光学显微镜的非細胞的生命类型。当然, 海洋中大量类型的生物学研究是在海洋微生物学主要任务范围内的。估計到生活在自然环境內微生物培养方法研究的微小成就, 这里困难是很多的。在微生物棲居地方微生物种类的生命活动研究中, 生态生理方向的发展是能克服这些困难的。

海洋微生物学的研究工作, 必需十分紧张地进行, 以便能滿足无論海洋学中的相近部門或普通微生物学对它提出的要求。

沒有微生物学家的广泛参加是不可能进行綜合性研究并解决一些主要問題的, 沒有他們参加, 也不可能掌握对人类实践活动有益的海洋水生产率的規律。

(孫国玉譯, 婁曉后校)