

射危害。象铯-90这样的同位素，不仅半衰期长（33年），而且又是亲骨性的元素，一旦进入人体，就会参与机体循环而积聚在骨骼中长期辐射，造成器官和细胞的损伤。

海洋生物——鱼、贝、虾、藻是人们喜爱的食品，但它们都有富集同位素的能力。因此，海洋生物可以成为同位素进入人体的媒介。稀释因子的测定及研究将有助于控制海洋生物的污染。

海水稀释因子就是废物比活性与海水比活性之比。稀释因子愈大，说明海区扩散愈快。在此海区排放放射性废物的限制就愈小；反之，限制越大。

为了完成海水稀释因子的测定，在中国人民解放军大力配合下，我们于1968至1969两年内，完成了榆林海区、湛江湾、汕头南澳岛海区、长江口、朝连岛海区和青岛海西湾六个点的现场实验。

该实验是直接放射性同位素钴-60作的。方法是将食用大红颜料与一定数量的钴-60均匀地混合在60升的水体中，然后倒入海水表层，使放射性物质随海流和波浪运动而自然扩散，再用小艇尾随扩散水体定时取样。样品取回之后，用液体闪烁计数器和NaI探头进行放射性测定，最后将测定结果换算成稀释因子。

在实验过程中，及时对现场风力、风向、海流、海浪、水深等水文条件进行测定，以便发现稀释因子与这些水文条件间的关系。

从两年的实验资料得出如下的初步结论：

1. 稀释因子与放射性同位素注入的时间有关。在外海和一般性水文条件下，放射性浓度为0.17—0.34微居里/毫升（这是原子反应堆冷却水的一般浓度）时，稀释因子在4—8分钟为 10^4 ，9—10分钟为 10^5 。

2. 长江口具有上述外海稀释的特点。

3. 港湾的稀释情况一般低于外海，在上述浓度和水文条件下，稀释因子在4—12分钟为 10^4 ，13—120分钟为 10^5 。

4. 影响稀释因子的因素主要是风、浪和海流以及海区周围的地理特点。在风浪大时，海流等因素的影响是次要的；在风浪小时，海流等因素的作用是主要的。风、浪、海流愈大，稀释的愈快；反之，愈慢。一般说来，南海比东海和黄海易于扩散。

5. 在外海排放较高浓度的放射性废物是可以的，但要根据核舰艇的数量及能量作出合理的计算，并且要在排放时选择有利于放射性废物扩散的水文条件。无限制地、无规律地向海洋排放放射性废物是绝对不允许的。

6. 从长远的观点看，应当禁止在港湾内排放放射性废物，因为这里水体交换较差。但是，偶尔排放低浓度的废物不会造成很大危害。

7. 在计算海水中各种同位素的最大允许浓度时，我们保守地认为，稀释因子采用1,000是可以的。

海洋生物对放射性核素浓缩系数的测定

中国科学院海洋研究所放射生态组

由于苏美两个超级大国争霸世界，拼命进行核竞赛，在海上和大气中进行了数百次核试验，大量的放射性散落物通过种种途径进入了海洋。另外，原子能工业和核动力舰船以及其他有关设施排放出的放射性废物的大部分也最后汇入海洋，因而造成了海洋的放射性污染。海洋

中的放射性污染物质主要有铯-90、铯-137、铯-65、钴-60、铁-55、铁-59、锰-54、铬-51、钽-182、铀-235、铀-238、钷-239等等。其中某些放射性核素大量地被海洋生物吸收富集，从而导致海洋生物的污染。人若长期地、大量地食用被污染的生物，就会使健康受到严重影响，譬如引

起恶心、呕吐、食欲不振、消化不良、头痛、四肢无力、失明、红白血球减少、贫血和血小板显著降低等等，对人类的危害还可能在下一代或下几代表现出来。目前海洋中的放射性污染虽然没有石油和重金属污染那么严重，但由于放射性危害之大，某些海洋生物对放射性核素吸收之强烈，因而引起了人们的特别重视。

海洋生物对放射性核素的富集本领，我们用“浓缩系数”来表示，其含义是：生物体内某种放射性核素的含量（浓度）与其所生活水域中该放射性核素含量（浓度）之比。当生物体内某种核素与生活环境中该种核素的相互交换达到动态平衡时，此时的浓缩系数则称为平衡时的浓缩系数。

近代海洋环境科学研究中的一个重要课题，是了解放射性核素在海洋中变化和作用的规律，而海洋生物对放射性核素的富集，则是它的一个基本研究内容。其基础工作是测定放射性核素的浓缩系数，研究海洋生物对放射性核素的吸收、累积、转移、排出等代谢规律，以及影响这些生物学过程的环境因子。浓缩系数的测定，对于海区的放射性安全管理，海域的放射性污染情况监测，海产品的放射卫生标准和核动力舰船、核工程设施放射性废物排放标准的制定等，都是必不可少的基础工作，这是直接关系到海洋生物资源保护和人类健康的一个重大问题。

1968年以来，我们在室内，以几种海洋生物（黑鲷、石鲈、对虾、蛤仔、贻贝、紫菜、海带等）为材料，对几种放射性核素（钴-60、铯-137、铁-55+59、铬-51、碘-131、钽-182）进行了浓缩系数的测定研究。其基本方法是：分别将上述海洋生物放在加有某种放射性核素的水池中养殖，每隔一段时间取一定的生物样品和水样品分别测其放射性强度，进而求得浓缩系数。我们一共进行了三十多个项目的实验，有的时间长达250多天，有的获得了平衡时的浓缩系数。实验结果表明，鱼的内脏，蛤仔的贝壳，海带的中部和梢部，贻贝的肌肉和

贝壳对钴-60的累积能力较高。对虾（整体），鱼的肌肉对铯-137的累积能力较高，海带累积铯-137的能力也较强，其分布是基部高于中部，中部高于梢部。另外，我们还发现，贻贝对钴-60的吸收较快，其足丝对钴-60的累积能力非常高，浓缩系数达12,711，根据贻贝这些特点，加之其分布广，易养殖，经济价值大，我们认为贻贝可以作为监测钴-60污染的指示生物种。

另外，在海洋中由于各种原因造成的海洋放射性污染的非均匀性，使海洋生物的生活环境具有不同的放射性浓度。为了解海洋生物在不同浓度下对放射性物质的摄取、累积情况，我们做了不同放射性浓度对浓缩系数影响的实验，以蛤仔和黑鲷为材料，测定了钴-60三种浓度（0.5微居里/升，1.0微居里/升，3.0微居里/升）下的浓缩系数。结果表明，钴-60的浓度在0.5—3.0微居里/升范围内，对蛤仔和黑鲷的浓缩系数没有什么影响。

为了了解受放射性污染的海洋生物生活到天然海水中后，生物体内累积的放射性向体外排出的情况，以便在实践方面为我们处理受放射性污染的生物提供有价值的依据，我们做了两次黑鲷和一次贻贝对钴-60的排出实验，方法是在含有放射性物质的海水中养殖过而累积了放射性核素的黑鲷和贻贝移入天然海水中养殖，每隔一段时间取样测量生物样品体内的放射性强度，看其排出的情况。实验结果表明，无论是黑鲷还是贻贝，在我们实验的条件下，其体内累积的钴-60向体外排出都是比较慢的，要全部排出则是很困难的。我们还发现，经长时间慢性污染的黑鲷，生活在天然海水中后，对钴-60的排出率不受其体内不同比强度的影响，也不受原来示踪浓度的影响。

现在，我们在进行海洋生物对放射性核素的浓缩系数测定研究的基础上，正深入开展海洋放射生态学方面的研究。我们决心发扬攻关不怕难的精神、树立雄心壮志，为建立我国的海洋放射生态学、发展我国的海洋环境科学，赶超世界先进水平做出贡献。