

α 径迹法测定空气中的氡-222

——用灯提高检测的灵敏度——

〔牧康行等: Radioisotopes 30(2): 45~47, 1981 (日文)〕

用固体径迹探测器 α 径迹法测量空气中氡-222的浓度虽有简便、经济、可多点同时测定等优点,但在实际应用中还存在若干必须解决的问题。空气中 ^{222}Rn 及其子体(^{218}Po 、 ^{214}Po)所放出的 α 粒子在硝酸纤维素薄片探测器(以下简称薄片)的不同深度产生的径迹,随浸蚀而扩大,形成刻槽。为了求得 ^{222}Rn 浓度与径迹密度的精确关系,必须严格规定浸蚀时间及浸蚀液的浓度、温度等条件,按规定进行蚀刻。此外,在对刻槽进行计数时,判断上也存在困难,某种程度上不得不取决于测量者的主观判断。在野外测定时,由于季节不同,常常会在薄片表面上附着水滴,使探测效率下降。为此,作者在测量地下水贮槽空间的 ^{222}Rn 浓度时,把薄片和灯放在两端开口的塑料圆筒($\phi 8$, L12厘米)内,以保持筒内温度在露点以上。结果,除了防止薄片表面结露外,在灯表面上还捕集了氡的子体,这些子体放出的 α 粒子也在薄片上形成径迹,使径迹密度比原来的方法提高了5~6倍。为此,对利用这一现象来改进 α 径迹法测定空气中氡-222浓度的可能性进行了探讨。

为了研究由于灯表面与薄片之间的距离不同而引起径迹密度的变化,在不锈钢架子中央固定一个实验灯(5瓦, $\phi 2$, L3厘米),围绕此灯在不同距离上安放薄片(1×1.5厘米)。然后把这个架子放在地下水槽内1~2天,与含有由地下水放出的氡及其子体的空气相接触,再将薄片用 $60 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 的10%氢氧化钠溶液浸蚀65~180分钟,而后轻轻水洗,再用超声波洗涤15分钟,除去表面的腐蚀物。最后用显微镜进行径迹测定和计数。

当浸蚀时间为65分钟时,在距灯3和5.5厘米的薄片上可看到直径约为0.5微米的刻槽。浸蚀时间增加,刻槽也增多,且径迹密度的两个峰值向灯的方向移动。此现象是由于捕集在灯表面上的两种放射性核素放出 α 粒子造成的。如果薄片离灯很远,则 α 粒子在空气中被减速而不能到达薄片,无法产生径迹。如果灯与薄片的距离为3和5.5厘米,则各种核素的 α 能量

在薄片表面被减速到形成刻槽的最适宜能量而进入薄片,形成径迹。如果将灯更靠近薄片,则 α 粒子在硝酸纤维素层更深的部位形成径迹。此外,由于灯的形状及表面积等几何条件的影响,各种不同能量和入射角的 α 粒子在硝酸纤维素的不同深度形成径迹。如果进行浸蚀,则开始是较浅部位,继而是较深部位的径迹形成刻槽。因此,浸蚀时间越长,离灯距离越近,径迹密度就越高。但是,如果再进一步让薄片接近灯,则由于大多数 α 粒子穿过硝酸纤维素层,径迹密度反而下降。

取浸蚀时间为160分钟,此时刻槽扩展最大,而薄片表面不出现痕迹。在距灯2.5和4厘米的位置上可看到径迹密度的两个峰值,在4厘米的位置上径迹密度比没有灯时高6倍。处于不同位置的薄片,其蚀刻直径从0.5至10微米,各不相同,在3和5.5厘米位置上,5微米以上的直径占较高比例,即此处比起其它位置来,由形成刻槽最适宜能量的 α 粒子所产生的径迹比率,因此用这个位置来计数刻槽最有利。

在灯与薄片间的距离为5.5厘米的条件下,研究了灯的外加电压与径迹密度的关系。电压一直加到灯丝即将烧断的140伏为止。随外加电压的升高,径迹密度也升高。

同时测定了捕集于灯表面的几种 α 放射性核素。使校正用的 ^{241}Am 源(源表面能量为4.55 MeV)的粒子在薄片表面减弱到刻槽的最适宜能量 E 的空气层厚度为1.6厘米,此时蚀刻直径与前面所述3和5.5厘米位置上的蚀刻直径几乎相同。根据 α 粒子能量与空气中射程的关系求得 E 为2.7 MeV,而未经3和5.5厘米空气减弱的灯表面上 α 粒子的能量分别为5.7和7.6 MeV,与这两种能量相当的子体核素是 ^{218}Po (5.998 MeV, 3.05分)和 ^{214}Po (7.69 MeV, 1.64×10^{-4} 秒)。用Ge(Li)探测器测灯表面的放射性,可测到 ^{214}Pb 和 ^{214}Bi 的 γ 射线峰。

研究了空气中 ^{222}Rn 浓度与径迹密度的关系。由于水槽空间的氡浓度随扬水量、气温、气压而变化,

因而不适宜于研究。为此将氯化镭(^{226}Ra) 315Bq放入干燥器中,研究了由 ^{226}Ra 衰变所生成的氡(与子体处于放射性平衡状态)和径迹密度的关系。在干燥器(容积8.5升)内还放入了灯,离灯5.5厘米处放置了硝酸纤维素薄片。为使薄片能够出入,在干燥器盖子上装了一个不漏气的插入口。将此干燥器放在恒温室(20°C)内,将薄片暴露2小时,求得镭生长氡的不同时间的径迹密度。结果与计算值十分一致,确定了氡浓度与径迹密度成正比。

由于灯表面捕集了空气中的氡子体,而氡子体放出的 α 粒子能射到硝酸纤维薄片上形成径迹,因此使本法径迹增多,灵敏度比以前的 α 径迹法提高5~6倍,

且大部分径迹蚀刻在薄片的一定深度,蚀刻直径一致,易于计数。由于灯的保温作用,在湿度高的地方进行测定时,薄片表面不易附着水滴,因而不会使径迹密度下降。此外,还证实了在灯的表面有 ^{222}Rn 的子体 ^{218}Po 、 ^{214}Pb 、 ^{214}Bi 、 ^{214}Po 。但是 ^{218}Po 以下这些子体的捕集效率如何,为什么会被捕集在灯上,尚不清楚。 ^{222}Rn 浓度与径迹密度的关系是在干燥器内的特定条件下测定的结果,情况不同,未必一样。因此,要利用本法测定空气中的 ^{222}Rn 浓度,今后必须把这些问题搞清楚。

(强亦忠摘译 章仲侯审校)

用密度梯度离心法从X射线 照射过的大鼠胸腺细胞悬液中分离出死细胞部分

Yamada T et al: Int J Radiat Biol 37(6):695~699, 1980(英文)

引言

大白鼠胸腺的小淋巴细胞,通常称为胸腺细胞,它是间期死亡的生物化学研究的方便的材料源。胸腺细胞受到中等剂量的辐照以后,随着照后的时间推移,死细胞部分逐渐增多。“死亡细胞部分”的逐渐增多,意味着一些被照射细胞的死亡比另一些细胞要早一些,也就是说,所有被照射的细胞,死亡过程并不是同时进行的。因此,细胞悬液受电离辐射作用以后的任一时刻,细胞悬液的一部分已死或正在死去,而其余部分则仍然活着。

当我们考察伴随间期死亡事件时序的生化变化时,通常是分析从整个细胞悬液制备而来的提取物,其中的一部分是死的或正在死去。这样测得的生化变化代表着正在死去的和仍然活着的细胞的正常生化变化的总和。所以仅在死去细胞中发生的微小的生化变化将很难被检测到。

如果能研究出一种从正常的活细胞中分离出死细胞或正要死亡的细胞部分的方法,那么,就可为研究间期死亡的生物化学提供一种实用的手段。但至今还未曾试验过在生化检测之前,从活存细胞中分离出死细胞部分。本研究详细地介绍了用改进的胶体二氧化硅梯度离心法,从照射过的大白鼠胸腺细胞悬液中分离出死细胞的方法。

材料与方法

一、胸腺细胞悬液的照射和制备

如前曾介绍的那样,用400伦X射线(200Kvp , 20mA , 0.5mm 铝+ 0.5mm 铜滤片)在有机玻璃盒中照射年轻的Wistar雄性大白鼠,照射后2或4小时杀死动物,并将胸腺细胞悬浮于单纯的Krebs-Ringer磷酸盐溶液中(2×10^6 细胞/毫升, $\text{pH}7.4$)。

二、用Percoll梯度分离细胞

使用Percoll——一种细胞的密度梯度离心介质——连续密度梯度分离这种悬浮的胸腺细胞(Pharmacia, Uppsala, Sweden), Percoll由胶状的二氧化硅外包被聚乙烯吡咯烷酮(Polyvinylpyrrolidone)所组成。由于介质中粒子大小的不一致性, Percoll溶液在离心时就自然地形成密度梯度。当天用 1.2ml 五倍浓度的Krebs-Ringer磷酸盐溶液($\text{pH}7.4$)和 5.15克 Percoll混合制备梯度介质。在 $15 \times 70\text{mm}$ 聚碳酸酯离心管中,用梯度介质与 2ml 的细胞悬液彻底混和,然后在日立离心机上用角转子(35°) RPR18-2将混合物于 4°C , 11000r.p.m (管的中部为 11000g)离心30分钟。 20°C 时混合物起初的密度为 1.084g/ml , $\text{pH}8.1$ 。混和物与Krebs-Ringer磷酸盐溶液一起准确地调至等渗,可用冰点下降和蒸汽压平衡技术测量法来确定。当Percoll梯度在原位