

从生物的辐射敏感性看生物的进化方向*

Evolution Tendency of Living Things Seen from Their Radiosensitivity

宋道军¹ 余增亮²

(中国科学院等离子体物理研究所离子束生物工程中心, 博士¹; 研究员² 合肥 230031)

徐登益 万兆良

(西南农业大学核技术研究中心, 教授 重庆 400716)

达尔文的生物进化论, 被马克思誉为与能量守恒定律和细胞学说并驾齐驱的 19 世纪自然科学的三大发现之一。该学说阐明: 生物的遗传和变异是自然选择的结果, 生物通过自然选择淘汰不利的变异, 保存有利的变异, 由此产生由低级到高级、由简单到复杂的进化过程^[1]。尔后, 随着生物学突飞猛进的发展, 尤其是生物化学的发展, 以木村资生为代表的一批学者于 60 年代末期又提出了“中性进化”理论, 其基本思想是^[2]: 在遗传物质载体(基因与核酸)或生物功能的执行者(蛋白质与多肽)保持其原有功能的情况下, 作为其构成单位的核酸和氨基酸在生物进化过程中被逐渐地置换, 这种置换对生物的生存既非有利, 亦非有害, 而是“中性”的, 因此, 自然选择对之不起作用; “中性突变”主要是通过群体中的随机遗传漂变而消失或被固定, 并且有恒定的与环境无关的突变速率。分子生物学的诞生和分子遗传学的出现, 反映了科学家们试图从分子水平上研究生物进化的程序, 这已成为当今进化论研究的热点^[3]。上述内容就构成了现代生物进化论的总体研究概况。

本文想结合我们多年对生物辐射敏感性的研究和生物进化论的基本内容, 阐述生物进化和生物辐射敏感性的关系, 以便为研究生物进化提供一条新的途径, 并预测未来生物进化的方向。

一、生物的辐射敏感性与达尔文的生物进化水平的关系

自 1927 年 H. J. Muller 发现 x-ray 能诱发果蝇发生基因突变以来, 人工诱变加速生物变异的速度比自然变异速度提高了成千上万倍^[4]。辐射生物学家们通过在育种实践中对不同生物的辐射敏感性研究发现: 在所有的生物中, 以结构最简单、进化

水平最低、最原始的各种微生物最抗辐射, 其致死剂量在 60 万~200 万伦琴之间; 而进化程度最高的热血动物, 尤其是人对辐射最敏感, 致死剂量在 400~1 200 伦琴之间, 植物则介于二者之间。例如, 干种子的辐射致死剂量在 1 万~50 万伦琴之间, 且不同于种子的致死剂量可相差 50 倍, 而各种热血动物及微生物之间的致死剂量一般仅相差 2~3 倍左右^[5]。从上述的研究结果可以看出, 各种生物从低级到高级对辐射的敏感性恰好与生物进化水平的高低相对应, 即进化程度越高、生命的活动形式越复杂, 对辐射越敏感; 反之, 进化的水平越低、生命的活动形式和其结构越简单, 越抗辐射。简言之, 从生物的辐射敏感性这一角度考虑, 并结合达尔文的进化理论可以看出, 生物的进化是向着辐射越来越敏感的方向发展。

事实上, 上述结论是很容易理解的, 生命形成之初, 已经由炽热逐渐冷却下来的地球上仍充满着各种宇宙射线^[6], 强烈的电离辐射充斥着生物生存的空间, 迫使已形成的生命通过基因突变来适应这一外部环境, 一些产生了有利基因突变(即适应电离辐射)的生物体, 经过自然的选择便存活了下来, 而一些并未产生抗辐射基因突变的生物体则随之被淘汰。于是, 存活下来的生物体, 尤其是各种微生物和植物, 通过新陈代谢逐渐改变了地球上的生物圈, 通过排放 CO₂ 等气体形成了大气层, 使许多宇宙射线逐渐被挡在大气层之外。在地球上电离辐射逐渐减弱这样一个生存空间中, 各种辐射作用对生物体的威胁也就逐渐减小, 因此, 一些生物抗电离辐射的基因也就逐渐失去其存在的价值。生物体本着从最经济的原则出发, 有的就关闭了一些抗辐射的基因(很可能, 真核生物 DNA 上许多功能不明的内含子就是这一作用的结果), 有的为了最大限度的节能干脆丢弃了大部分抗辐射基因。这样进化和

* 国家自然科学基金资助研究

发展下来,生物体就由低级到高级逐渐失去了对电离辐射的抗性。

二、从细胞水平上认识生物辐射敏感性 与生物进化的关系

从细胞水平上看,从微生物到高等动物(例如低等的细菌就是一个结构简单的原核细胞,而高等动物的细胞则是进化较为完善、充满着各种生命活动细胞器的真核细胞),其进化层次逐渐提高。研究表明,最抗辐射的原核单细胞细菌——耐辐射微球菌(*Deinococcus radiodurans*),其受 γ -ray 辐射的剂量达 10 000Gy 时仍有 20% 的存活^[7],而真核的中国仓鼠细胞在辐射剂量达 15Gy 时即死亡^[8],一般植物受 γ -ray 辐射的耐受剂量介于两者之间。这就充分说明,在细胞水平上,其进化层次的高低与其对电离辐射的敏感性呈正相关,即进化的层次越高对电离辐射越敏感。

实际上,从细胞结构层次上来分析,低等的原核生物,细胞结构最简单,仅有细胞壁、细胞膜、核糖体、裸露的 DNA 这些主要结构,而真核的高等生物细胞就进化得较为复杂、精密和完善,不仅有细胞壁(植物)、细胞膜、核糖体,还有细胞核(核内有 RNA、DNA 和组蛋白构成的染色体)、线粒体、高尔基体、叶绿体(植物)、内质网等结构复杂的细胞器,其生命活动的复杂性通过细胞结构的复杂性而体现出来。真核的高等生物细胞结构的复杂、精巧与低等的原核生物细胞结构的简单相比较,就好像一部现代化的高级机器与古代手工作坊时的简单“机器”相比,前者高级、复杂而精密,虽然提高了工作效率,但却变得更为“脆弱”,极易受外界自然作用力的损坏;而简单的原始“机器”往往更能经得起外力的作用,具有生命活性的细胞亦如此。

三、从分子水平上认识生物的辐射 敏感性与生物进化的关系

研究已表明,在组成生物体的大分子中,分子结构越简单越抗电离辐射,分子结构越高级越复杂对电离辐射越敏感,这一事实亦能很好地与达尔文的进化理论相吻合。例如,各种脂类,其结构较蛋白质简单,辐射剂量在 200~900Gy 范围内才使其氧化,而各种蛋白质变性的辐射剂量一般为 100~600Gy,构成蛋白质的氨基酸比蛋白质结构简单,各种氨基酸受破坏的辐射剂量多在 1 000Gy 以上,而蛋白质又比生命的遗传物质(最高级、最复杂的 DNA 大分子)抗辐射,一般情况下,几个 Gy 的电离辐射就能使 DNA 产生单链或双链的断裂^[9]。

按照上述事实,虽然我们还缺乏足够的证据来推断在生命起源的过程中是先有蛋白质还是先有

核酸,但这一事实已给我们指出了—个研究生命起源过程中生物分子是如何进化的大方向。很多学者认为,进化的最初阶段是生命系统的自繁殖和自保存,但在进化过程中关于遗传密码以及蛋白质的合成机构、生命的分子结构单元从何而来?在其具有生命之前,它们是否都已经组成了自我维持、自我繁殖的单位?最初的活性分子是否已经同时具有储存遗传信息和自我繁殖的两种功能(而现在则分别以 DNA 和 RNA 作为一方,而蛋白质作为另一方)?值得一提的是,我研究中心正在开展的离子注入作用于生命物质原初过程的研究,将很可能促进上述问题的解决。

四、结束语

生物的进化过程按达尔文的理论是由简单到复杂、由低级到高级的方向进行;而从我们关于生物体对辐射的敏感性研究看,是按由耐辐射型逐渐向辐射敏感型方向进化。我们的这一理论从对生物个体、组成生物个体的细胞和组成细胞的生物大分子的分析来看,与达尔文的生物进化论预言的生物进化方向是一致的。因此,可以预言未来生物的进化仍将向着对辐射越来越敏感的方向发展(当然,生物的进化是多种因素共同作用的结果,即物种间的相互作用、气候的变迁、生存环境的变化,等等,电离辐射仅是主要作用因素之一)。由此可见,加强对生物辐射敏感性的研究,除了有利于生物的品种改良外,对物种起源和生物进化的研究亦将具有重要的意义!

参考文献

- [1]F. 达尔文,达尔文生平,北京:科学出版社,1983, P210~276
- [2]贺福初,发展进化理论的新尝试,科技导报,1996 (10),P8~11
- [3]谭远德,非达尔文自然选择,大自然探索,1994,13 (49),P39~47
- [4]顾光伟,农业应用核技术,北京:原子能出版社, 1992,P161~247
- [5]赵孔南,植物辐射遗传育种研究进展,北京:原子能出版社,1990,P130~137
- [6]Steven Weinberg, et al.,《宇宙中的生命》专辑,科学,1995(2),P1~81
- [7]Moseley B E B. Similarity of repair of ionizing and UV radiation damage in *Deinococcus radiodurans*. *Nature*, 1965, 4982: 373~375
- [8]K. H. 查德威克著,张卿西译,辐射生物学分子理论,北京:原子能出版社,1987,P148~150
- [9]方允中,辐射与营养,北京:原子能出版社,1989,P5 ~19

(责任编辑 王宏章)