

$\text{Co}^{60}\gamma$ 射线对海带幼孢子体的影响*

方宗熙

(山东海洋学院; 中国科学院海洋研究所)

李家俊

(中国科学院海洋研究所)

陈登勤

(山东海洋学院)

近几年来, 有关 X 射线对海带配子体和幼孢子体的影响以及 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线对海带配子体的影响都有过报导^[1-5]。本实验在于观察 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线对海带幼孢子体的影响和目前条件下可能看到的作用机制。正如 Gray (1959) 所指出: 尽管 X 射线对活细胞的作用问题已有 60 多年的研究, 但对有关的机制还是所知极少。本实验所能探讨的只是一些可见的、也就是属于细胞水平的机制。

一、材料和方法

实验所用的材料取自山东省海水养殖场, 用成熟的普通海带杂交所育成的幼孢子体, 都生长在玻片上。实验开始前, 选取若干玻片, 对幼孢子体的长度和宽度进行测量, 并由长 × 宽估计幼孢子体的大小。由此知道实验开始时各组幼孢子体的大小。

照射源是 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线。剂量率每分钟 125 r。连续照射。

照射剂量分 100 r、1,000 r、3,000 r 和 10,000 r。实验所用的材料连同对照组一起, 一共包括 5 组。

照射时温度是 7—8°C。照射后材料培育在正常条件下, 光照时间每天 10 小时, 光强约 1,000 ± 50 米烛, 实验室温度 11 ± 2°C, 培育用的海水经消毒后并加入适量的营养盐 ($\text{NO}_3\text{-N}$: 2.8ppm; $\text{PO}_4\text{-P}$: 0.28ppm), 每 5—6 天换水一次。

敏感性的观察在于比较各组幼孢子体的死亡率、各组幼孢子体的生长情况和幼孢子体细胞的大小。

实验时间是 1962 年 12 月到 1963 年 2 月。

二、结果和讨论

实验的主要结果归结为以下几个方面, 并进行必要的讨论。

1. 幼孢子体死亡率的比较

各照射组照射后当天没有发生死亡。死亡发生在照射后第二天, 且仅见于 10,000 r 组。这种情况跟过去对其他生物的观察一致 (Lea 1955, Meisel 1959)。死亡情况是幼孢子体一部分细胞的色素体成颗粒状, 或变绿。这样的个体一般都逐渐解体。照射后第 25 天, 随机检查, 看到各组死亡率随照射剂量的加大而提高。情形如表 1。

这个结果跟用 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线照射海带配子体所发生的效应有相似, 又有相异。相似处

* 中国科学院海洋研究所调查报告第 269 号。

是照射后死亡率都随照射剂量的加大而提高。相异处是幼孢子体比雌配子体的放射敏感性低些。例如,在幼孢子体方面,10,000 r 組在第 25 天的死亡率是 28.6%;在雌配子体方面,10,000 r 組在第 12 天就发生 50% 以上的死亡。这种差异大概跟幼孢子体是二倍体

表 1 照射后第 25 天各組幼孢子体的死亡情况
Table I. Mortality rates of $\text{Co}^{60}\gamma$ -irradiated young sporophytes of *Laminaria* (25 days after irradiation).

A. 剂 量	B. 总 数	C. 死亡的%
10,000 r	301	28.6
3,000 r	206	8.8
1,000 r	190	5.8
100 r	201	0.5
D. 对 照	153	4.6

Explanations:

A. Doses of gamma radiations;

B. Total number of young sporophytes observed;

C. Mortality rates (%);

D. Control.

組在第 24 天的死亡率是 10.4%; $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线 10,000 r 組在第 25 天的死亡率是 28.6%,而以前用 X 射线照射的 10,000 r 組在第 24 天死亡率是 97.4%。产生这种差异大概有几个方面的原因:一是 γ 射线和 X 射线的生物学效应可能有些差异;二是我們实验中 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线的剂量测定可能不很准确;三是照射的海带幼孢子体不是同一批,彼此可能有些差异。究竟哪一方面的原因是主要的,目前还难确定。

II. 对幼孢子体生长的影响

照射前,对照組幼孢子体的大小平均比各照射組稍为大一些。照射后第 12 天和第 25 天各检查一次,看到各照射組的幼孢子体大小平均都显著地大于对照組。情况如表 2。

表 2 不同剂量 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线照射幼孢子体对生长的影响
(各組观察总数 $n = 100$)

Table 2. Effects of $\text{Co}^{60}\gamma$ -radiations on the growth of young sporophytes of *Laminaria*.

A. 剂 量	C. 时 間 B. 藻体大小	D. 处 理 前		E. 处理后第 12 天		F. 处理后第 25 天	
		G. 长度(μ)	H. 寬度(μ)	G. 长度(μ)	H. 寬度(μ)	G. 长度(μ)	H. 寬度(μ)
10,000 r		33.6	13.5	163.6	54.5	490.5	144.0
3,000 r		35.7	15.6	137.8	46.3	408.0	114.0
1,000 r		34.0	15.2	115.6	43.9	447.0	121.5
100 r		37.7	14.4	109.5	42.2	390.0	126.0
I. 对 照		44.3	16.4	63.6	24.6	300.0	73.5

Explanations:

A. Doses of gamma radiations;

B. Size of young sporophytes;

C. Time of observation;

D. Before gamma irradiation;

E. 12th day after gamma irradiation;

F. 25th day after gamma irradiation;

G. Average length (μ);

H. Average width (μ);

I. Control.

而雌配子体是单倍体有关。这跟其他生物例如酵母菌的放射敏感性相似,即放射敏感性随倍体性的提高而降低 (Bacq 1955)。

这个結果跟用 X 射线照射海带幼孢子体的結果有相似,又有相异。相似处是死亡率都随照射剂量的加大而提高。相异处是 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线 1,000 r 組在第 25 天的死亡率是 5.8%,而以前用 X 射线照射的 1,000 r

幼孢子体的大小是这样测量的: 先测量每一个幼孢子体的最长度和最宽度, 然后由长 $\times$ 宽估计它的面积。幼孢子体长度和宽度的测量结果如表 2, 面积的估计如表 3。

表 3 不同剂量 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线照射海带幼孢子体对生长的影响
(各組观察总数 $n = 100$)

Table 3. Effects of $\text{Co}^{60}\gamma$ -radiations on the growth of young sporophytes.

A. 剂量	C. 时间 B. 藻体大小	D. 处理前	E. 处理后第 12 天	F. 处理后第 25 天
		G. 平均面积和标准差(μ^2)	G. 平均面积和标准差(μ^2)	G. 平均面积和标准差(μ^2)
10,000 r		460.3 $\pm$ 115.9	9144.2 $\pm$ 4557.8	71707.5 $\pm$ 31117.5
3,000 r		544.3 $\pm$ 127.7	6340.3 $\pm$ 2234.4	48645.0 $\pm$ 25110.0
1,000 r		500.6 $\pm$ 117.6	5214.7 $\pm$ 3212.2	56092.5 $\pm$ 32152.5
100 r		529.2 $\pm$ 104.2	4794.7 $\pm$ 2336.9	51457.5 $\pm$ 26347.5
H. 对照		717.4 $\pm$ 181.4	1569.1 $\pm$ 457.0	23152.5 $\pm$ 11565.0

Explanations:

A—F. Same as shown in Table 2;

G. Average size of sporophytes and standard deviation (μ^2);

H. Control.

以上结果跟以前用 X 射线照射海带幼孢子体的实验结果也有相似和相异。相似处是低剂量有促进生长的效应, 相异处是高剂量 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线至少表面上也有促进生长的效应。例如, $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线 10,000 r 组幼孢子体在照射后第 25 天比对照组幼孢子体大约大了 3 倍(表 3), 而以前用 X 射线照射的 4,000 r 组幼孢子体的生长都受到严重的遏制。为什么结果如此不同? 这跟上述死亡率不同的情况一样, 目前还不能有明确的解释。

为了进一步探悉高剂量的 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线促进生长的问题, 我们测量了几个组幼孢子体细胞的大小。

III. 促进幼孢子体生长的机制

以前发现低剂量 X 射线照射海带配子体促进生长时, 曾初步探明促进生长的机制在于促进细胞分裂^[1]。这次我们也应用相似的方法来探悉促进生长的机制问题。

我们选用各组大小相近的幼孢子体测量它的基本部细胞和顶部细胞的大小。我们测量每个细胞的长直径和短直径, 然后由它们相乘来估计细胞的大小。结果如表 4。

从表 4 可以看到, 各组幼孢子体基部细胞平均都小于顶部的细胞。这种大小差异跟照射无关, 而是由于细胞不同发育时期的差异。

但是, 10,000 r 组幼孢子体不论是基部细胞或是顶部细胞都显著地大于对照组相似位置的细胞, 这表明高剂量照射使幼孢子体增大, 其原因不是促进细胞分裂, 而是使细胞胀大。这结果跟 Lea (1955) 和 Errera (1959) 的报导一致。这种生长现象是不能持续的。根据我们的观察, 高剂量的这种效应是暂时的, 绝大部分幼孢子体以后逐渐死亡。

1,000 r 组的情况就不是这样。在这里基部和顶部细胞大小都跟对照组相似位置的细胞大小一致。这表明低剂量照射使幼孢子体增大, 在于促进细胞分裂。这结果跟 Kuzin (1956) 的报导一致。

表 4 不同剂量 Co^{60} - γ 射线照射海带幼孢子体后藻体细胞的大小
(各組观察总数 $n = 50$)

Table 4. Effects of Co^{60} γ -radiations on the size of cells in young sporophytes.

A. 剂 量	B. 基 部 細 胞 大 小			C. 頂 部 細 胞 大 小		
	D. 平均长 (μ)	E. 平均寬 (μ)	F. 平均面积和标准差 (μ^2)	D. 平均长 (μ)	E. 平均寬 (μ)	F. 平均面积和标准差 (μ^2)
10,000 r	9.1	8.4	77.5 $\pm$ 18.5	9.5	10.2	87.3 $\pm$ 30.8
1,000 r	6.7	7.0	45.5 $\pm$ 11.1	8.1	7.4	62.7 $\pm$ 20.9
G. 对 照	6.7	7.0	46.7 $\pm$ 7.4	8.1	8.4	66.4 $\pm$ 14.8

Explanations:

- A. Doses of gamma radiations;
 B. Cell size in the basal part of young sporophytes;
 C. Cell size in the terminal part of young sporophytes;
 D. Average length (μ);
 E. Average width (μ);
 F. Average size and standard deviation (μ^2);
 G. Control.

IV. 高剂量照射使細胞增大的部分

高剂量的 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线使細胞增大的基础在哪里呢？是細胞核增大还是細胞質增大？为了解答这个问题，我們把幼孢子体用酒精醋酸固定去色，然后用醋酸洋紅染色，測量几个組細胞核的大小。結果如表 5。

表 5 不同剂量 Co^{60} - γ 射线照射海带幼孢子体后細胞核的大小变化
(各組观察总数 $n = 25$)

Table 5. Comparison of size of cell nucleus between Co^{60} γ -irradiated sporophytes and control.

A. 剂 量	B. 細 胞 核 的 大 小		
	C. 平 均 长 (μ)	D. 平 均 寬 (μ)	E. 平均面积和标准差 (μ^2)
10,000 r	5.0	5.0	29.6 $\pm$ 3.9
1,000 r	6.0	5.0	30.2 $\pm$ 1.7
F. 对 照	6.0	5.0	30.2 $\pm$ 2.6

Explanations:

- A. Doses of gamma radiations;
 B. Size of cell nucleus;
 C. Average length (μ);
 D. Average width (μ);
 E. Average size and standard deviation (μ^2);
 F. Control.

从表 5 可以看到，10,000 r 組、1,000 r 組和对照組細胞核大小一致。由此有理由认为实验中所看到的細胞胀大在于細胞質部分胀大。根据我們的观察，細胞胀大多半跟液泡胀大有关。根据許多学者 (Lea, Gray, Errera 等) 的报导，染色体的放射敏感性比較高。本实验所观察到的分裂相細胞很少，未能从事这方面的探索。

三、提 要

从本实验的观察可以得出以下的初步結論：

(1) 10,000 r $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线不能引起海带幼孢子体立即死亡。这一組的死亡发生在照

射后的第二天。 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线跟X射线相比,致死效应似乎较轻。

(2) 海带幼孢子体比雌配子体对 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线有较强的抗性。这大概跟幼孢子体是二倍体而雌配子体是单倍体有关。

(3) 低剂量如 100 r 和高剂量如 10,000 r $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线对海带幼孢子体的影响,外表看来有相似处,都有刺激生长的效应,但机制不同。

(4) 低剂量 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线促进生长,在于促进细胞分裂,这看来是有利的效应。

(5) 高剂量 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线促进个体增大,在于引起细胞胀大,而且主要是细胞质部分胀大,这看来是有害的效应。

参 考 文 献

- [1] 方宗熙,吴超元,蒋本禹, 1961. X射线对海带幼体的影响。科学通报 1961 年 (8): 40—43。
- [2] 方宗熙,吴超元,蒋本禹, 1962. 海带雌配子体对X射线的敏感性和 30 天半数致死剂量的测定。山东海洋学院学报 1962 年(1): 6—13。
- [3] 方宗熙,蒋本禹, 1962. X射线对海带幼孢子体的影响。山东海洋学院学报 1962 年(1): 14—19。
- [4] 方宗熙,李家俊,蒋本禹, 1963. 低剂量X射线对海带配子体的刺激效应。海洋科学集刊. 3: 70—76。
- [5] 方宗熙,李家俊,江汉泽, 1963. 海带配子体对 $\text{Co}^{60}\gamma$ 射线的放射敏感性及其遗传差异。海洋科学集刊 3: 62—69。
- [6] Bacq, Z. M. and P. Alexander, 1955. Fundamentals of Radiobiology. p. 226. Butterworths, London.
- [7] Errera, M., 1959. Effects of radiations on cells, The Cell, ed. by T. Brachet and A. E. Mirsky. pp. 695—740, Academic Press, London.
- [8] Gray, L. H., 1959. Radiobiological mechanism at the cellular level. Radiation Biology. ed. by T. H. Martin. pp. 282—300. Butterworths, London.
- [9] Kuzin, A. M., 1956. The utilization of ionizing radiation in agriculture. Proceedings of the International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy. 12: 149—156.
- [10] Lea, D. E., 1956. Actions of Radiations on Living Cells. pp. 282—344. Cambridge Univ. Press.
- [11] Meisel, M., R. Galtsova, G. Medvedeva, N. Pomoshchnikovo, L. Seliverstova and M. Shalnova, 1959. The action of ionizing radiations and radiomimetic substances on the microbe cell. Biological Sciences. vol. 2. pp. 379—393, Pergamon Press, New York.

EFFECTS OF Co^{60} γ -RADIATIONS ON THE YOUNG SPOROPHYTES OF *LAMINARIA JAPONICA* ARESCH

T. C. FANG

(Shantung College of Oceanology; Institute of Oceanology, Academia Sinica)

J. J. LI

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

T. J. CHEN

(Shantung College of Oceanology)

(ABSTRACT)

Very young sporophytes of *Laminaria* were used in this experiment. From the present experiment the following observations were made:

1. The high dose of 10,000 r of Co^{60} γ -radiations did not cause any immediate death of the sporophyte cells. Death occurred as usual in the next day after γ -irradiation.
2. The young sporophytes which are diploids seem to possess higher radio-resistance to Co^{60} γ -radiations than do the female gametophytes which are haploids.
3. Both the lower and higher doses of Co^{60} γ -radiations all showed some stimulating effects on the young sporophytes. The lower doses seem to have quickened the rate of cell division, while the higher dose of 10,000 r seems to have made the cell swell in the cytoplasm and this eventually caused the death of the sporophytes.