第9卷 第9期 空间科学学报 Vol. 9, No. 3
1989 年 7 月 CHINESE JOURNAL OF SPACE SCIENCE July, 1989

卤虫卵发育的"8799"卫星搭载实验及初步分析

周启玲 何 建 邢国仁
郑德存 苏瑞珍 陈去恶
(中国科学院生物物理研究所，北京)

摘 要

国产卤虫 (Artemia salina) 卵经"8799"卫星搭载空间飞行 8 天，回收后 155 天内定期随机取卵，行人工孵化及发育观察. 结果是：(1)观察到飞行卵早期发育速度显著延缓，及随回收后卵保存时间的延长呈现恢复的趋势；(2) 飞行卵总孵出率及孵出卤虫的存活情况与现场对照组相似；(3) 地面超重力模拟实验未显示其对卤虫胚胎发育的明显影响. 作者强调了现场对照的必要性，并考虑到空间飞行中微重力的可能重要作用.

一、前 言

关于空间飞行对卤虫卵发育的影响，文献[1]已有报道. 所见卤虫卵早期发育的延缓与国外报道相似[2]，此外还发现随着回收后时间的延长早期发育速度呈现回升的趋势.

空间飞行中，除了可能危害机体的微重力和宇宙电离辐射作用外[3]，卫星发射与回收过程中的短时超重因素、甚或在其发射前及回收后运输及现场的各种环境条件(诸如发射现场的气温、湿度等)是否带来一定影响也应加以考虑.

为排除某些因素的作用，进一步明确空间飞行对卤虫卵发育影响的关键所在，本实验增加了现场对照组，同时模拟超重条件地面观察. 现将结果报道如下.

二、材料与方法

1. 卫星搭载实验

取我国所产的卤虫 (Artemia salina) 卵，按文献[1]报道的方法制成简单微型生物包.

分组情况如下：(1)空间飞行组：搭载"8799"卫星，轨道飞行历时 8 天 (1987 年 9 月 9—17日). 飞行中所接受的电离辐射总剂量为 169 mrad*. 卫星回收后第 13 天送回到实

本文于 1988 年 6 月 23 日收到.
* 由我所辐射生物物理研究室赵克俭同志提供数据，谨表谢意.

验室，保存于 4℃ 环境．(2)发射现场对照组：与飞行组虫卵同时送往发射现场，暂存于该处，然后与回收的飞行卵同时送回实验室，一起保存于 4℃．(3) 实验室对照组：在实验室 4℃ 环境中保存．

飞行过的卵和两组对照卵按文献[1]方法进行冒出、孵化以及幼虫和成虫存活情况的观察．

2. 超重实验

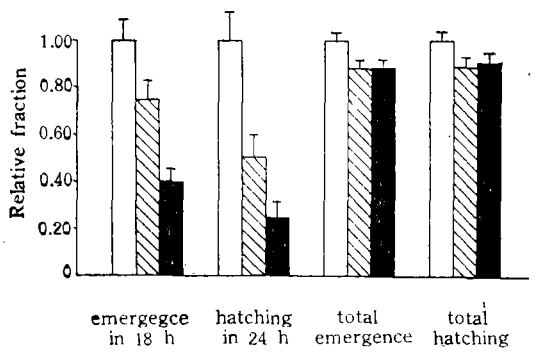
卤虫卵包装于塑料薄膜小袋内置离心机中，按下列条件(模拟卫星内超重情况及将重力加速度放大为 10 倍)进行离心超重处理： 7g， 3 分钟； 16g， 1 分钟； 70g， 3 分钟； 160g，1 分钟．超重处理后 4 小时，以实验室 4℃ 保存卵为对照，按前述方法进行孵化情况观察．

三、结 果

1. 卫星搭载实验

(1) 早期发育速度

卤虫卵在完成飞行后 20—29 天进行两次人工孵化，结果(见图 1) 表明，开始孵化 18 小时内冒出相对值 (以实验室对照组的 18 小时冒出率作为 1.000)，现场对照组为 0.746，显著低于实验室对照组数值 ($P < 0.05$)，而飞行组数值 0.359 又较现场对照组进一步明显降低 ($P < 0.05$)；开始孵化 24 小时内的孵出相对值 (以实验室对照组的 24 小时孵出率作为 1.000)， 现场对照组与飞行组分别为 0.504 和 0.259，数值逐步下降，三组相互间差异均显著 ($P < 0.05$)．可见排除了现场条件带来的影响后，能清楚见到空间飞行进一步引起卤虫卵早期发育速度的明显减慢．



□实验室对照 (lab. control) ▨发射现场对照 (lau-ching-site control) ■空间飞行 (space flown) "T" 棒表示标准误差 ("T"bar indicates the S.E.)

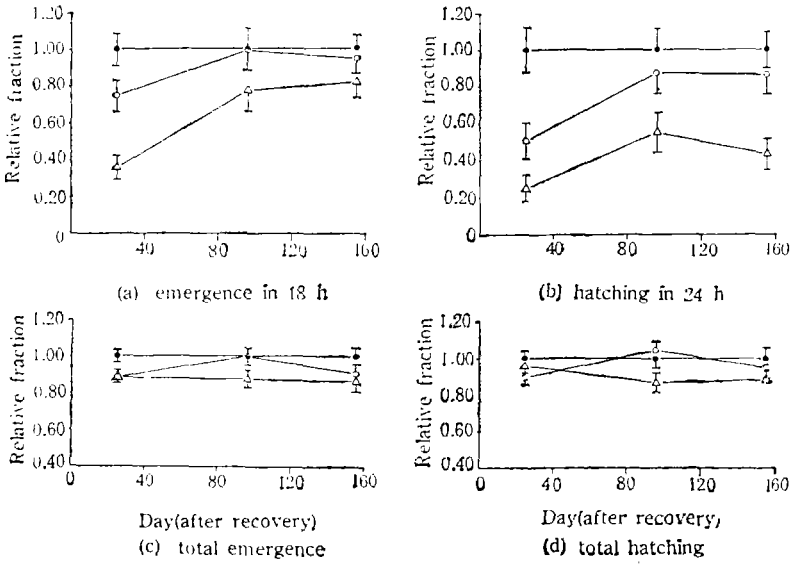
图 1 经 8 天空间飞行对卤虫胚胎发育的影响

Fig.1 Effects of 8-day space flight on development of *Artemia* embryos

回收后 96 天和 155 天取卤虫卵进行孵化情况的追踪观察．由图 2 可以看出，随着飞行结束后卵保存时间的延长，18 小时冒出值和 24 小时孵出值均呈现回升的趋势，表明发育速度的延缓在逐渐恢复．

(2) 总冒出率和总孵出率

由搭载结束后不同时间 (20—29 天，96 天和 155 天)卤虫卵的孵化结果(图 1)可以看出，开始孵化 72 小时内卤虫卵冒出和孵出的能力(以实验室对照的总冒出率或总孵出率作为 1.000)，飞行组的各次结果 (分别为 0.863—0.887 和 0.869—0.910； 次间差别不大) 虽均稍低于实验室对照者，但与现场对照组相比却不相上下．可见，本次空间飞行本身对



●实验室对照 (lab. control)　○发射现场对照 (lauching-site control)
△空间飞行 (space flown)　“T”棒表示标准误差 (“T” bar indicates the S. E.)

图 2　卤虫卵 8 天飞行回收后的冒出和孵出情况的追踪观察

Fig.2　Continuous observations of emergence and hatching of *Artemia* eggs recovered after 8-day space flight

卤虫卵的最终孵出率无明显影响.

(3) 存活情况

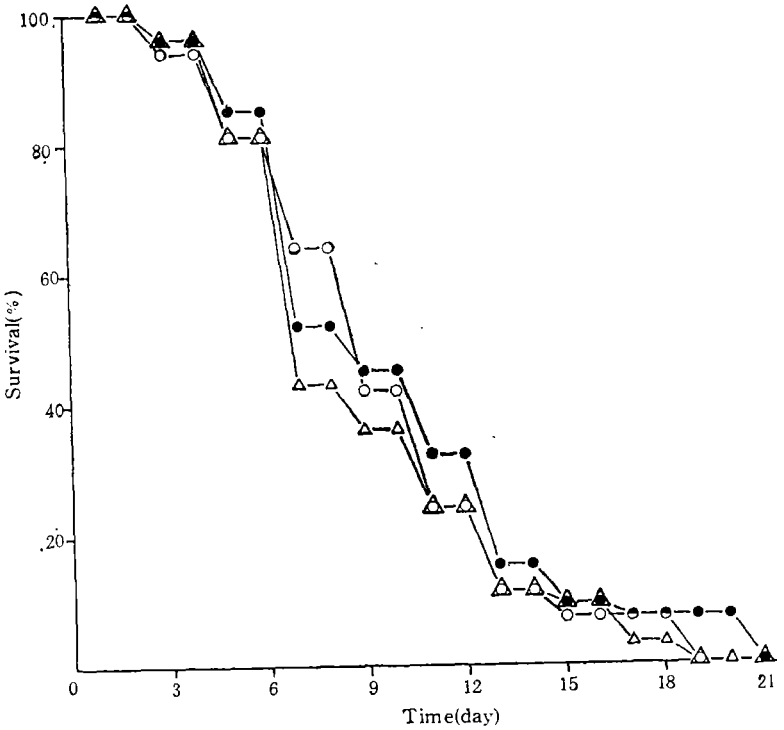
观察孵出第 1 天到第 21 天止各组卤虫的存活情况,结果如图 3 所示. 可以看出，飞行组同现场对照组及实验室对照组的存活曲线变化进程相似，经计算死亡动物的平均存活天数 ($\bar{x}\pm$S. E.) 分别为 9.06±0.40, 9.60±0.40 及 9.96±0.45，各组间未见显著差别 ($P > 0.05$)，说明空间飞行对卤虫的寿命无明显影响.

2. 超重实验

结果见表 1. 模拟卫星内的超重条件 7g，3 分钟； 16g，1 分钟)对卤虫卵进行的离心超重处理，除使 24 小时孵出值稍有下降 ($P < 0.3$) 外，对 18 小时冒出及 72 小时内的总冒出和总孵出与对照组相比无明显差别;重力加速度加大为 10 倍进行的处理情况与上述类似.

表 1　超重力对卤虫卵冒出和孵出的影响

结果 / 组别	相对值±标准误			
	18 小时冒出	24 小时孵出	总冒出	总孵出
对照	1.000±0.095	1.000±0.078	1.000±0.054	1.000±0.061
7g, 3 分钟	1.013±0.098	0.881±0.081	0.937±0.055	0.964±0.062
16g, 1 分钟	0.962±0.093	0.872±0.079	1.038±0.053	1.009±0.061
70g, 3 分钟	0.917±0.099	0.867±0.083	0.905±0.055	0.912±0.062
160g, 1 分钟	0.956±0.059	0.836±0.078	0.976±0.054	1.035±0.061



●实验室对照 (lab. control) ○发射现场对照 (launching-site control)
△空间飞行 (space flight)

图 3 空间飞行 8 天后回收的卤虫卵发育中的存活率

Fig. 3 Survival of *Artemia salina* developed from eggs recovered after 8-day space flight

三、讨 论

本实验中重复出现我们上次实验[1]所见的飞行卵早期发育速度明显减慢的结果（图1）. 由于这次又增加了一个发射现场对照组，得以见到发射现场及往返运输过程中的诸因素，对早期发育速度也有明显减慢作用，但空间飞行因素造成的减慢作用仍然是明显的（图1）. 本实验中也重复出现了早期发育速度减慢的卵（包括现场对照组的），在4℃保存过程中，发育减慢幅度逐步缩小的趋势（图2(a)、(b)）. 以上两种重复出现的现象可能反映的是较可靠的客观规律. 现场对照组与飞行组的卵虽然都表现出早期发育减慢的后果，但并没有理由认为两者所受作用的机制完全相同.

上次实验中曾见到飞行卵总冒出率和总孵出率的下降[1]. 这次实验中见到现场对照组的总冒出与孵出率也下降（图1及图2(c)、(d)）；如果从飞行组的总冒出与孵出率下降中扣除掉现场对照组的下降部份，则无法显示出空间飞行本身对总冒出与孵出率的明确影响.

在孵出幼虫的寿命方面，以上三组的结果非常近似(图3)，这仍可用我们在文献[1]

提出的“发育屏障”假设来解释.

地面超重力实验的结果(表 1)，似乎可以排除卫星发射和返回地面过程中超重力对卤虫卵作用的重要性. 本次空间飞行虫卵材料所接受的电离辐射总剂量(169 mrad) 虽比上次实验的(150mrad) 略高，但由于卤虫卵对辐射的抗性极强[4]，这一点剂量是微不足道的. 目前还不知道究竟是哪些空间飞行因素对卤虫卵起主要作用，或许可以认为微重力是其中因素之一，但尚待证明.

由于增加了现场对照组，使本实验比上次有更多的了解. 我们认为现场对照组是非常重要的，特别对于卤虫卵这样的实验来说，是绝对不可缺少的.

本工作在实验材料的使用方面承蒙中国科学院海洋研究所新近逝世的郑澄伟副研究员的指导，谨表悼念.

参　考　文　献

[1] 何建等，空间科学学报，第 8 卷，第 119 页. 1988.
[2] Planel, H. et al., The Brine Shrimp Artemia (Ed. by Persoone, G. et al.), Universa Press, Wetteren, Vol. 1, p. 189, 1980.
[3] Bücker, H. et al., *Science*, Vol. 225, p. 222, 1984.
[4] Gaubin, Y. et al., The Brine Shrimp Artemia (Ed. by Persoone, G. et al.), Universa Press, Wetteren, Vol. 1, p. 171, 1980.

OBSERVATIONS AND PRELIMINARY ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF *ARTEMIA* EGGS RECOVERED FROM SATELLITE “8799”

Zhou Qi-ling　He Jian　Xing Guo-ren　Zheng De-cun
Su Rui-zhen　Chen Qu-e
(Institute of Biophysics, Academia Sinica, Beijing)

Abstract

Eggs of Chinese native brine shrimp, *Arteinia salina,* were carried by satellite “8799”. The total dose of ionizing radiations received by the eggs during 8-day spaceflight was about 169 mrad. The flown eggs started to be incubated in artificial sea water and observed, along with ones of the lab control and the launching-site control groups, on 21st—29th, 96th and 155th days after accomplishment of the flight. The main results are: (1) it was observed again that significant delay of emergence and hatching occurred in flown eggs and the extent of this delay appeared to have reduced gradually during prolongation of the egg storage at 42C; (2) the hatching rate of flown eggs and the survival curve, within 21 days, of larvae hatched from flown eggs were very similar to those seen in the earth control groups; (3) in the on-earth experiments of simulating super-gravity (up to 160 g), we didn't find any obvious effect on development. The necessity of two control groups (one kept in lab and the other sent to launching-site) parallel with the spaceflight samples was emphasized, and the importance of the effect of micro-gravity in the spaceflight was presumed.