

三峡大坝会减小东海的上升流和生产力吗?

——敬复王保栋、孙霞两位指教

陈镇东

(台湾中山大学 海洋地质及化学研究所, 中国台湾 高雄 80424)

摘 要:2000 年笔者利用很简单的一维稳态箱式模型, 指出若三峡大坝减少了流入东海的淡水量, 则将减少东海陆棚边缘涌升的黑潮次表层水。由于黑潮次表层水富含营养盐, 因此若涌升速率降低了, 涌升至东海大陆架的营养盐也就跟着降低, 从而影响生物生产力及渔获。王、孙二位提出了不同的看法, 并正确地指出了一维稳态箱式模型过度简化所导致的若干问题。然而, 王、孙二位似乎对大陆架上之浮力效应原理有所误解, 因而误以为浮力效应原理与箱式模型所得推论相反。

关键词:三峡大坝; 浮力效应; 上升流; 东海; 生产力

中图分类号:P731

文献标识码:A

文章编号:1671-6647(2008)01-0109-03

20 世纪 90 年代末期笔者在中国台湾台北市举行的一项研讨会中, 指出三峡大坝对东海的可能影响, 会后中国科学院孙枢院士告知笔者, 有关三峡大坝对环境和生态的可能影响, 前期做过许多研究和论证, 但没有听说过对东海上升流的影响, 他对笔者提出这个观点很感兴趣。

2000 年笔者正式发表了相关论文^[1], 受到国际间的一些注意。国际地圈生物圈计划(International Geosphere Biosphere Program)于 2001 年 7 月举办 Global Change Open Science Conference 时, 亦邀请笔者作主题演讲, 并正式出版报告^[2]。这项研究之所以受到瞩目, 除了三峡大坝规模世界第一之外, 可能是因为过去虽然知道水库对河口会有所冲击, 却似乎未曾有人提到过, 一个水库居然有可能会对一个海域产生影响。

王、孙二位提到长江的流量近年来略为增加^[3], 且三峡大坝建成后将不会减少长江的径流量。这点笔者并非专家, 不敢多说。不过, 枯水期有了较为稳定的供水后, 用水必然增加。南水北调的东线规划, 必须仰赖稳定的长江水源。中线规划虽然并非直接由长江取水, 但汉江水北送后, 汉江下游地区, 如武汉, 岂不更要由长江取水?

王、孙二位指出笔者所用的水量和盐量平衡方程^[4]中隐含了一个假设。两位所说的是事实, 也是使用稳态箱式模型的必然限制: 笔者在使用时, 假定只有淡水量改变, 而其它因子不变。当然, 影响东海陆架水交换量的因素极多, 如风场及黑潮流场的改变, 均非箱式模型所能涵盖。1999 年 Chen 和 Wang^[4]的模型中, 甚至还误信冬季台湾海峡水也维持向北流, 这样, 如果夏季的北流量, 还如文献报导的那么高的话, 南海就输送了太多营养盐到东海, 使得东海全年的营养盐无法平衡。Chen 和 Wang 不得不人为地降低了夏季台湾海峡水的北流量, 方令东海的营养盐达成平衡。当然笔者 2003 及 2006 年的研究^[5,6], 已指出冬季台湾海峡几乎没有海水流到东海。反而是在大坝运转后, 有可能在冬季把营养盐输送到南海^[7], 对台湾也可能产生影响^[8]。

王、孙二位提到大坝建成后, 由于泥沙减少入海, 因此长江口及东海沿岸的光可得性增加, 从而提高这些

收稿日期: 2007-04-26

资助项目: NSC 95-2611-M-110-001; NSC 95-2621-Z-110-005

作者简介: 陈镇东(1949-), 男, 中国台湾彰化人, 博士, 教授, 主要从事海洋化学研究。通讯地址: 中国台湾省高雄市 80424 鼓山区莲海路 70 号

(高 峻 编辑)

海域的初级生产力,这是对的^[9]。但笔者的文章讨论的是东海陆架区,并未讨论长江口及东海沿岸。王、孙二位提到,东海陆架坡折处的上升流,至秋季逐渐消失,这个论点与实际观测及模型推论均不相符^[10,11]。

至于王、孙二位提到模型计算结果,与根据浮力效应原理所得推论相反。笔者认为这才是本文真正需要厘清之处,到底与原理相反的模型是不可能正确的。可惜针对这一点,王、孙二位似有所误解。笔者在此以图 1a 为例,在一个烧杯或湖泊内,当较淡的水浮在较咸的水之上时,若减少表层水的盐度,的确可以使水柱垂直密度梯度变大,从而较难使下层水涌升至表层。

然而,东海陆架是个对外开放的海域(图 1b),因此当河川入流量增加时,由于浮力增加,会有更多的陆棚表水向外海流动。流动的同时,会卷入下层营养盐较高的海水,因此最后汇入黑潮的表水量,远大于河川入流量。也就是说,需要由黑潮输入次表层的海水以补充外流的水量,这也就是所谓的浮力效应^[12];所引进的营养盐,才是提高东海生产力的主要来源。

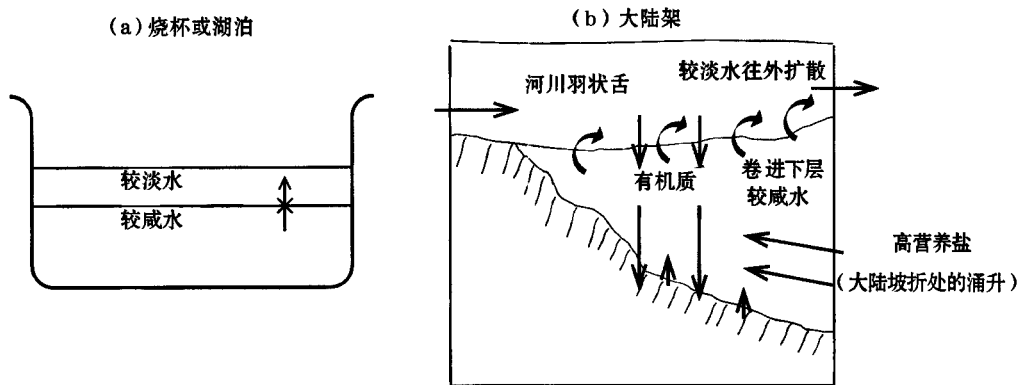


图 1 封闭及开放系统不同之浮力效应

Fig. 1 Buoyancy effect in closed and open systems

最后,就算笔者是错的,或者如王、孙二位所言,在某种条件下,三峡大坝甚至会增加东海的生产力,这些论证,都应该在建坝前完成。一维稳态箱式模型或者太过简单,用在渤海时却也显示出由于黄河入海量减少,渤海磷及硅的浓度以及生产力都降低了,与模型推论相符^[13]。笔者甚盼海洋界的先行及后继们,能发展出更复杂的模型,在更少假设下,可以真正准确地预估大坝对海洋的影响。而任何假设是否合理、预估是否正确,只有日后有了实测值才能知道。

参考文献(References):

- [1] CHEN C T A. The Three Gorges Dam; reducing the upwelling and thus productivity in the East China Sea[J]. *Geophys. Res. Lett.*, 2000, 27(3): 381-383.
- [2] CHEN C T A. The impact of dams on fisheries; Case of the Three Gorges Dam[C]// STEFFEN W, JAGER J, CARSON D J, et al. *Challenges of a changing earth*. Berlin: Springer, 2002; 97-99.
- [3] WANG B D, SUN X. Would the Three Gorges Dam reduce the upwelling and thus productivity in the East China Sea? --- Discussion with Mr. Chen Zhen-dong[J]. *Advances in Marine Science*, 2007, 25(3): 362-365. 王保栋,孙霞. 三峡大坝会减小东海的上升流和生产力吗? --- 与陈镇东先生商榷[J]. *海洋科学进展*, 2007, 25(3): 362-365.
- [4] CHEN C T A, WANG S L. Carbon, alkalinity and nutrient budgets on the East China Sea continental shelf[J]. *J. Geophys. Res.*, 1999, 104(C9): 20675-20686.
- [5] CHEN C T A. Rare northward flow in the Taiwan Strait in winter; A note[J]. *Cont. Shelf Res.*, 2003, 23: 387-391.
- [6] CHEN C T A, SHEU D D. Does the Taiwan Warm Current originate in the Taiwan Strait in winter-time[J]? *J. Geophys. Res.*, 2006, 111: C04005, doi:10.1029/2005JC003281.

- [7] CHEN C T A, ZHAI W D, DAI M H. Riverine input and air-sea CO₂ exchanges near the Changjiang (Yangtze) River estuary; Status quo and implication on possible future changes in metabolic status[J]. *Continental Shelf Research*, submitted, 2007.
- [8] CHEN C T A. Impact of the Three Gorges Dam on the ocean and its hidden trouble[J]. *Science Monthly*, 2007, 448(4):278-281. 陈镇东. 三峡大坝对海洋的冲击与隐忧[J]. *科学月刊*, 2007, 448(4):278-281.
- [9] JIAO N Z, ZHANG Y, ZENG Y H, et al. Ecological anomalies in the East China Sea; Impacts of the Three Gorges Dam[J]. *Water Res.*, 2007, 41:1287-1293.
- [10] GUO X Y, MIYAZAWA Y M, YAMAGATA T. The Kuroshio onshore intrusion along the shelf break of the East China Sea; The origin of the Tsushima Warm Current[J]. *J. Phys. Oceanogr.*, 2006, 36:2205-2231.
- [11] LEE J S, MATSUNO T. Intrusion of Kuroshio water onto the continental shelf of the East China Sea[J]. *J. Oceanogr.*, 2007, 63:309-325.
- [12] NICKELEN P. Where currents collide[J]? *National Geographic*, 2006, 210(8):120-135.
- [13] CHEN C T A. Damming and its potential impact on carbon cycles and fish production in the fluvial and oceanic systems of Southeast Asia, submitted, 2007.

Would the Three Gorges Dam Reduce the Upwelling and Productivity in the East China Sea? —Reply to Wang and Sun's Comments

CHEN Chen-Tung

(*Institute of Marine Geology and Chemistry, Taiwan Sun Yat-Sen University, Kaohsiung 80424, China Taiwan*)

Abstract: From a simple one-dimensional steady-state box model (*Geophys. Res. Lett.*, 2000, 27(3): 381-383), I pointed out that any reduction in the discharge from the Changjiang River would likely diminish the upwelling of the nutrient-rich subsurface Kuroshio waters, and hence, reduce productivity in the East China Sea. Wang and Sun made the claim that such an approach is flawed in terms of both mathematical rigor and observational evidence. It is not clear, however, whether Wang correctly treated the East China Sea as an open system because his hydrodynamic point of view should not have violated the mass balance principle which is the basis of the box model. As for observational evidence, all of us will have to wait.

Key words: Three Gorges Dam; buoyancy effect; upwelling; East China Sea; productivity

Received: April 26, 2007