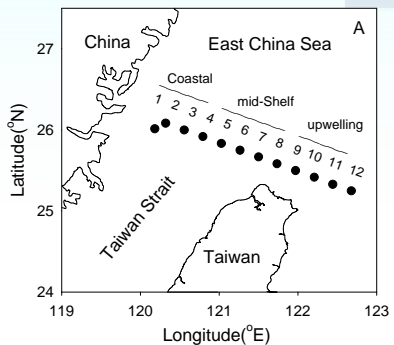




以硝酸運輸基因表現評估矽藻對海洋環境之適應策略

INSTITUTE OF Marine Biology
國立台灣海洋大學 海洋科學與資源學院
康利國、張正
海洋環境化學與生態研究所
國立臺灣海洋大學海洋環境化學與生態研究所，海洋生物研究所 (E-mail: lkkang@mail.ntou.edu.tw)

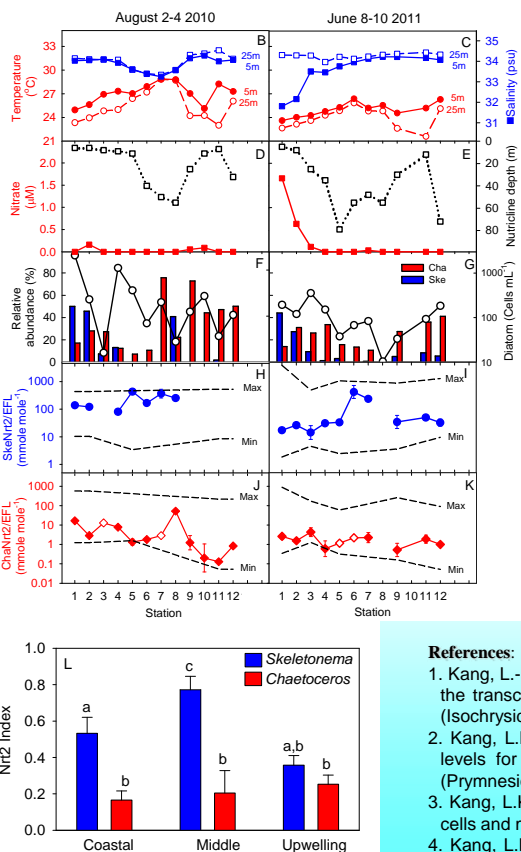


東海南部測線、矽藻分佈與其指標基因表現

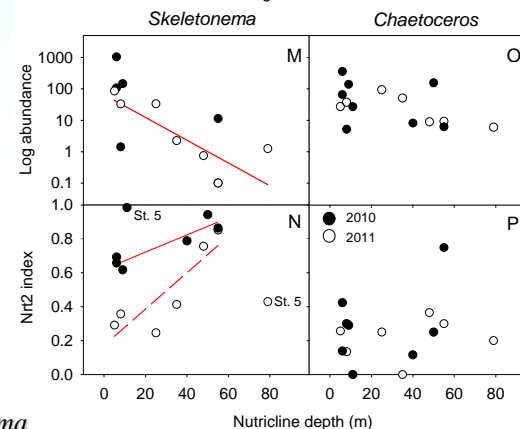
在兩次東海南部跨陸棚測線(圖A)的調查中，由溫鹽及營養躍層深度顯示沿岸及湧升流區域有較多的營養鹽補充至表水層，而陸棚中間樣點則受高溫低鹽的峽暖流水影響(圖B~E)。其中在沿岸及湧升流區有觀察到較多的矽藻數量出現，在沿岸區域主要的優勢種為骨藻(*Skeletonema* spp.)，而在湧升流區則以角刺藻(*Chaetoceros* spp.)為主(圖F,G)。在本研究中所應用氮指標基因為「硝酸鹽運輸蛋白基因」(*Nrt2*)(Kang et al., 2011)，該基因在矽藻利用硝酸為氮源時會有基本表現量；而在缺氮時表現量顯著上升；但若環境中有銨鹽可利用時則表現會被抑制(Kang et al., 2007; 2009)為評判海洋中不同藻群之指標基因表現量，在採樣同時進行船上添加培養實驗 (Kang et al., 2009)以獲得野外藻群之表現量範圍進行比較(圖H~K)，根據上述之基因表現特性可進而換算出Nrt2 index(圖L)，將最大表現量訂為1，而最低表現量為0，也就是說當指數靠近最大表現量時該矽藻應處於缺氮狀態，相對的當指數接近0時則表示該矽藻可能利用銨為氮源。其中針對骨藻所測得之部分顯示，在靠近大陸沿岸的區域為中等到最低表現量，但在陸棚中央則大量表現，顯示在陸棚中央該群矽藻應受到氮營養鹽限制(圖H,I)；而針對角刺藻所測得之結果則顯示，此群矽藻在整條測線中的基因表現量均靠近最低表現量，僅在第一個航次中陸棚中央有一站為中等表現量(圖J,K)，顯示該群矽藻並無感受到氮限制。

前言

矽藻在海洋生態上扮演支持攝食食物鏈中初級生產者角色，由於其體型相對較大並具有矽殼被認為在生物泵中扮演重要的角色，而過去在東海的研究經常認為在暖季時表水中的初級生產力主要受到氮營養鹽限制。相較於傳統研究營養鹽限制的方法，現今的分子生物技術具有高靈敏度，及可區分種間個別差異等優點，因此發展分子指標來評估個別細胞的生理狀態，便成為在監測浮游植物受營養鹽限制之一大利器。在本研究中則應用氮指標基因的表現來評估兩群常見之矽藻(骨藻與角刺藻)之氮利用情形，用來探討這兩群矽藻在受到氮營養源限制下的適應策略。



Coastal and mid-shelf regions



Skeletonema

就骨藻而言，其數量與營養躍層深度有明顯的負相關(圖M)，有趣的是Nrt2 index則與營養躍層深度成正相關(圖N)，顯示其生長應與次表層營養鹽的補充相關，根據文獻也指出骨藻在氮營養源吸收方面有較高最大吸收速率(V_{max})，且可在細胞內儲存過多的硝酸，因此在營養鹽供應較多的海域具有優勢。

Chaetoceros

在角刺藻方面，其數量及Nrt2 index與營養躍層深度並無明顯關係存在(圖O,P)，有趣的是在峽中間海域，營養躍層深度顯示次表層水較不易到達表層，但其Nrt2 index則維持低表現量(圖J~L)顯示其可能利用再生氮源如銨鹽來維持生長。比對文獻資料顯示，角刺藻對銨鹽吸收有較高親和力(低Ks)，且其生長與細胞氮同化速率同步，綜合顯示此群矽藻應在營養鹽供應不足的水域較具有競爭優勢。

References:

- Kang, L.-K., Hwang, S.-P.L., Gong, G.-C., Lin, H.-J., Chen, P.-C. & Chang, J. (2007). Influences of nitrogen deficiency on the transcript levels of ammonium transporter, nitrate transporter and glutamine synthetase genes in *Isochrysis galbana* (Isochrysidales, Haptophyta). *Phycologia*, 46: 521-533.
- Kang, L.K., Hwang, S.P.L., Lin, H.J., Chen, P.C. & Chang, J. (2009). Establishment of minimal and maximal transcript levels for nitrate transporter genes for detecting nitrogen deficiency in the marine phytoplankton *Isochrysis galbana* (Prymnesiophyceae) and *Thalassiosira pseudonana* (Bacillariophyceae). *J Phycol.* 45: 864-872.
- Kang, L.K., Wang, H.F. & Chang, J. (2011). Diversity of phytoplankton nitrate transporter sequences from isolated single cells and mixed samples from the East China Sea and mRNA quantification. *Appl. Environ. Microbiol.* 77: 122-130.
- Kang, L.K., Tsui, F.H. & Chang, J. (2012). Quantification of diatom gene expression in the sea by selecting a uniformly transcribed mRNA as the basis of normalization. *Appl. Environ. Microbiol.* 78: 6051-6058.