**期末報告計畫書**

海研所碩二 詹宗翰

在生態研究中，一個生態系內生物間的交互作用通常難以估量。生物間的交互作用往往會受到環境變異（如溫度、營養鹽）、物種生活史（成體或幼體）和與其他生物的交互關係所影響(Blanchet et al. 2020)。例如隨著暖化壓力，許多珊瑚蟲會停止與共生藻的合作關係，進而造成白化(Lesser 2011)。許多大洋性魚類的仔稚魚會被一些甲殼類或低營養階級的魚種捕食，而這些物種又會成為大洋性魚類成長後的獵物(捕食者-獵物逆轉；Sanchez-Garduno et al. 2014)。這些複雜性使得過往實驗室內的研究和短期的野外觀察皆難以證明自然界中生物彼此之間的交互作用關係(Freilich et al. 2018, Blanchet et al. 2020)。

早期針對交互作用關係的野外研究，通常透過觀察物種間同時存在與否來驗證。當兩個物種同時存在於多個區域或時間點，即兩個物種的相關性很高，則認為該兩個物種之間存在正向（如合作或片利共生）、負向（如掠食或競爭）或不存在任何的關係(Thurman et al. 2019)。這種存在與否的數據(presence-absence matrix)涵蓋的資訊量較少，容易受到環境中的各種複雜因子所影響，因此僅能顯示出較明顯的關係(例如某些生物的群聚行為；McGarvey & Veech 2018)，有時甚至會導致錯誤的關係或掩蓋掉指標物種的重要性(Freilich et al. 2018)。因此，陸陸續續有許多研究認為應使用富含更多資訊的豐度(abundance)或生物量(biomass)資料代替這些存在資料，然而，目前仍然只有少數研究採用這種連續型的資料(Blanchet et al. 2020)。

因此，利用Popovic et al. (2019)提出的高斯圖模型的方法和Ho et al. (2020)所提供的1999-2018年間北海岸三個地點潮間帶珊瑚礁魚的豐度資料，我希望能夠對珊瑚礁魚的共生網絡(co-occurrence network)進行更深入的分析。具體的目標為：（1）利用高斯圖模型(Gaussian copula graphical model)將同一時間點的豐度資料轉換為無向圖(undirected unipartite graph)。（2）針對各時間點的豐度資料進行中心性分析、位置分析並分群，以了解不同時間點各個物種的重要性和在網絡中扮演的角色與結構。(3)分析隨著時間物種的重要性如何改變，例如建立各物種在各時間點的度中心性矩陣，然後以多變量分析的方式呈現物種間的中心性指標的時間變異，同時藉由北海岸的環境資訊(如溫度、pH、葉綠素濃度等指標)與最大變異軸作迴歸分析，進而了解環境因子會如何改變物種的各項中心性指標。

**參考文獻**

Blanchet FG, Cazelles K, Gravel D (2020) Co-occurrence is not evidence of ecological interactions. Ecol Lett 23:1050-1063

Freilich MA, Wieters E, Broitman BR, Marquet PA, Navarrete SA (2018) Species co-occurrence networks: Can they reveal trophic and non-trophic interactions in ecological communities? Ecology 99:690-699

Ho LT, Wang SC, Shao KT, Chen IS, Chen H (2020) A long-term monitoring dataset of fish assemblages in rocky tidepools on the northern coast of Taiwan. Sci Data 7:84

Lesser MP (2011) Coral Bleaching: Causes and Mechanisms. In: *Coral Reefs: An Ecosystem in Transition*. Dubinsky Z, Stambler N (eds) Springer Netherlands, Dordrecht

McGarvey DJ, Veech JA (2018) Modular structure in fish co-occurrence networks: A comparison across spatial scales and grouping methodologies. PLoS One 13:e0208720

Popovic GC, Warton DI, Thomson FJ, Hui FKC, Moles AT, Murrell D (2019) Untangling direct species associations from indirect mediator species effects with graphical models. Methods in Ecology and Evolution 10:1571-1583

Sanchez-Garduno F, Miramontes P, Marquez-Lago TT (2014) Role reversal in a predator-prey interaction. R Soc Open Sci 1:140186

Thurman LL, Barner AK, Garcia TS, Chestnut T (2019) Testing the link between species interactions and species co‐occurrence in a trophic network. Ecography 42:1658-1670