# 緒論

物種豐富度，即在某一特定群落中所存在的物種數，在生態多樣性的研究中，物種豐富度是一種最為簡單且直觀的指標。特別是在維持多種生態功能，以及在多樣性的保護與管理上。此外，也有研究表明，物種豐富度與生態系統的功能性呈正相關 (Shmida et.al, 1985, Maestre et.al, 2012)。物種豐富度的存在在生態研究中顯得格外重要。然而，在生態調查中，往往因為人力、資金以及時間等成本因素，而無法準確調查到群落中存在的所有物種。因此，如何準確地估計物種豐富度便成為一大難題。

針對物種豐富度所進行的估計方式可依據所蒐集的資料型態大致分為兩種：豐富度數據與出現率數據。所謂豐富度數據通常指的是描述一個生態系統中物種數量和種類的數據。這些數據通常是基於樣本收集的，例如在一個特定的地點收集樣本，後對樣本進行物種鑑定和計數。豐富度數據通常包括物種數量、物種種類、物種相對豐度等資訊；而出現率數據通常指的是描述一個生態系統中物種出現與否的數據。這些數據通常是基於區塊、陷阱或是時間作為單位所收集，例如在特定目標地區中，抽取其中部分的區塊做為樣本使用；或是在一個特定的地點定期收集樣本。出現率數據往往僅記錄物種在樣本中出現與否，而非實際出現的次數或個體數。兩者皆可用來作為計算生物多樣性指標 (Chao & Chiu, 2016)。

除了抽樣數據的不同之外，抽樣方式則是可以分為取後放回 (sampling with replacement) 以及取後不放回 (sampling without replacement) 兩種常見的抽樣方式。並在物種豐富度的估計上，針對不同的數據型態、不同的抽樣方式，進行相對應的模型假設。

在大多數先前研究所提出估計式中，依據估計方法的不同可分為參數化方法以及非參數化方法。在非參數化方法所建立估計式的過程中，通常不必假設一個特定的機率分佈。模型的形式通常是通過估計一個未知的密度函數或分佈函數來進行的。例如在物種豐富度估計中常見的下界估計方法 (Chao, 1984, 1987) 以及 jackknife 估計方法 (Burnham & Overton, 1978, 1979)。另一方面，參數化方法則需要假設一個特定的機率分佈，並且假設這個分佈的參數化是已知的或可以通過樣本估計的。在參數化方法中，模型的參數化通常可以通過最大概似估計 (MLE) 等方式進行估計。在物種豐富度的估計方面，針對物種出現機率的隨機變數進行分佈的假設，藉此減少參數數量並使用傳統統計方式估計 (Dorazio & Royle, 2003)。大部分情況下，非參數化方法通常比參數化方法更靈活，因為其無須假設一個特定的分佈形式，然而非參數化方法卻需要更多的數據和計算資源來估計未知的密度函數或分佈函數。反觀，參數化方法通常比非參數化方法更簡單，因為它們可以藉由假設一個特定的分佈簡化問題，且在樣本數夠大的情況下，利用參數化方法所建立的估計方式，通常具有更好的效果 (Wu et.al, 2006)。

而在生態上的應用以及環境決策中，除了單一群落的物種豐富度之外，往往也需要針對多個群落之間進行比較。這些群落可能是一保護區隨時間的變化，或是不同海拔或緯度的生態差異等 (Chao, et.al, 2000)。在這其中，共同物種豐富度，即共同物種數，便是建構群落之間相似性以及*Beta*多樣性重要的基礎之一。因此，估計多個群落間存在的共同物種豐富度也是一樣重要的議題。在過去，已有許多研究針對不同的抽樣方式、參數化或非參數化的方法來建立兩群落的共同物種數進行估計 (Chao, et.al, 2000, Pan et.al, 2009, Chao & Lin, 2012)。此外，也有許多研究提出使用參數化方式，假設物種出現的機率為*Beta*分佈之隨機變數 (Shen and He, 2008)。因此，本文將針對不同取樣方式下，出現率數據所估計之共同物種數，結合*Beta* - 二項式模型 (beta-binomial model) 修正原有的估計方法。

以下為本篇文章的章節安排：在第二章中，首先將針對文章中的數學符號、出現率數據、不同抽樣方式下的單群落與兩群落的物種數估計，以及一些估計指標進行回顧。接著，在第三章中將針對本篇文章所提的修正估計方法進行完整的推導與描述。隨後在第四章中，利用所模擬出的群落數據，以及兩筆真實資料 (澳洲三種極端氣候鳥類資料與BCI資料) 作為母體，以電腦模擬的方式呈現估計結果，並評估估計式的穩定性。並在第五章中使用紅杉國家公園內苔蘚資料進行實例分析，將估計式實際應用於資料分析中。最後針對本篇文章給予一個總結，同時針對研究的未來發展提出討論。