# 實例分析

## 紅杉國家公園內苔蘚資料

在紅杉國家公園內苔蘚 (Wilson & Coleman, 2022) 資料集中，蒐集加州內華達山脈 (California's Sierra Nevada) 的西部坡地，對苔蘚植物進行調查，範圍從海拔380公尺到3,578公尺之間，選擇 25平方公尺的區塊作為抽樣地區。其中包含夏季乾燥且冬季溫暖的氣候地區的丘陵地區，以及夏季短、具有積雪的高山地區。在本資料集中依照海拔高低大致分為以下四個群落：

1. 山麓 (foothill，F) 海拔1200公尺以下，該地區以地中海型氣候為主要特徵：夏季炎熱乾燥，冬季則為涼爽，通常都在冰點以上。降水形式以降雨為主，且降雨集中於11月至隔年4月。在雨季會伴隨濃霧，濃霧可延長苔蘚植物的水合時間 (hydrated)。其中包含67個區塊以及132種物種 (Mean = 0.08，CV = 1.17)，且僅出現在單一區塊的物種具有48種。該地區的樣本覆蓋率為0.91。
2. 下針葉林帶 (lower conifer，LC) 海拔1200至2440公尺，地形相對平坦，在該地區樹林、濕草地與裸岩地交錯分布。在下針葉林帶，主要的降水量以降雨和降雪為主，在夏季時非常乾燥，但在冬天時的積雪會在夏季初期氣候正開始變乾燥時，滲透到富含有機質的土壤中。其中包含100個區塊以及162種物種 (Mean = 0.05，CV = 1.17) ，且僅出現在單一區塊的物種具有59種。該地區的樣本覆蓋率為0.93。
3. 上針葉林 (upper conifer，UC) 海拔2440至2750公尺，氣溫較低針葉林區更低、生長季更短，該地區的樹林被溪流分隔。在平坦區域雖出現濕草地，但在裸岩區域土壤不足以支撐樹木生長，而使得陽光充足。大多數枯木，具有乾枯且堅硬的表面，而非腐爛而鬆軟，史的苔蘚不易生長在枯木上。其中包含17個區塊以及53種物種 (Mean = 0.11，CV = 0.66) ，且僅出現在單一區塊的物種具有28種。該地區的樣本覆蓋率為0.74。
4. 高地地區 (high country，H) 海拔2750公尺以上，該地區冬季寒冷且漫長，夏季短而乾燥，大部分的水分來自於夏季融雪。植被相較其他區域更矮小且零星，土壤為裸岩與碎石居多。但因融雪灌溉，因此該地潮濕的棲息地不斷增加，包括溪流、季節性滲漏 (seepages)、湖泊、草地和沼澤等地形。其中包含69個區塊以及92種物種 (Mean = 0.07，CV = 1.28) ，且僅出現在單一區塊的物種具有39種。該地區的樣本覆蓋率為0.91。

### 估計方法

在量化兩群落之間的相似性時，其中一項常見的指標為Jaccard指數 (Jaccard index)。該指標為Jaccard (1901) 提出，利用共同物種數在兩群落中所佔的比例，定義群落之間的相似程度。

Jaccard指數範圍由0至1，0表示兩群落物種組成完全相異；反之，1表示為0表示兩群落物種組成完全相同。

並可將其轉換為Jaccard 相異性指標 (Jaccard dissimilarity) 用來表示兩群落間的相異性：

Jaccard相異性指標為0至1，0表示兩群落物種組成完全相同；反之，1表示為0表示兩群落物種組成完全相異。

針對不同的抽樣方式，利用相對應的方法估計物種結果，以下為估計方式整理表格：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 取後放回 | | 取後不放回 | |
| 共同物種 | 混合群落物種數 | 共同物種 | 混合群落物種數 |
| Chao base |  |  |  |  |
| MoRE base |  |  |  |  |

將觀測的物種結果與分別使用Chao base以及MoRE base的估計方法所估計後的物種結果代入計算 。並將使用三者結果建構群落之間相異性的樹型圖 (dendrogram)，以評估該資料集中群落之間的關係。

### 以取後放回的抽樣方法估計

在假設該筆資料為取後放回的抽樣方式，並依照相對應的估計方法分別針對各群落進行估計的結果，在山麓、下針葉林、上針葉林以及高地地區，各自分別擁有273.9 ± 59.1、261.4 ± 33.9、96.9 ± 31.8以及 159.9 ± 46種物種，該估計結果為平均數標準差。

隨後將該資料及做為樣本使用，估計兩群落之間的共同物種數。在多數估計中，共同物種數的估計值或是標準差的估計結果中，所估計之結果高於所估計，此情況與上一章所呈現之電腦模擬的結果相符。

並經由Jaccard 距離 ( ) 量化四個群落之間的*Beta*多樣性結果可以得知 (表 1.4)，山麓地區與下針葉林地區具有最相似的群落組成，而與其不相鄰的兩區域則具有最高的群落相異性；在上針葉林地區方面，與其相鄰的兩群落比起不相鄰的山麓地區具有更高的相似性。值得注意的是，在下針葉林的部分，在比較其與上針葉林地區與高地地區的群落相異程度之後，發現在與之不相鄰的高地地區反而相較於相鄰的上針葉林地區具有更高的群落相似性 。其可能原因和Wilson與Coleman (2022) 所提及，由於上針葉林因被溪流切割而不連續，且裸岩與枯木等皆為乾燥通風的基質，更較不易苔蘚生長，而使得該地區的群落相異性較大。

繪製在未使用估計式修正僅使用觀測值作為群落物種數，與使用估計式修 正群落物種數後之估計結果的樹型圖 (圖 1.1)。在分類樹結果中，可以看到，僅由觀測值作為依據所繪製之分類樹結果，將山麓地區與下針葉林分為一類群，而上針葉林與高地地區做為第二類群；但在估計出的結果中，則是在山麓地區與下針葉林具有最近的距離，隨後與該群相近的為高地地區，而在上針葉林則與其餘三群落具有更遠的距離。在使用估計式修正群落內物種數所量化之*Beta*多樣性結果，相較於直接使用觀測物種數所估計之結果之間會有所不同。

總夾上述，在該調查區塊的上針葉林群落，由於因地貌以及氣候等條件，相較於其他三者更不易苔蘚生長。因此可以得知，相較於直接使用估計物種所繪製群落之間多樣性距離的樹型圖，相較於直接使用觀測物種作為標準所繪制的結果，更符合真實生態學上的情況。

表 1.1、取後放回之紅杉國家公園內苔蘚的兩群落間共同種估計結果。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Obs | Estimate | Est. SD | 95% CI bound |
|
| F & LC | 12.MoRE | 80 | 158.39 | 33.81 | (114.89, 256.13) |
| Pan | 129.11 | 19.11 | (103.53, 182.52) |
| F & UC | 12.MoRE | 21 | 53.13 | 17.61 | (32.77, 108.72) |
| Pan | 41.03 | 11.42 | (28.08, 77.68) |
| F & H | 12.MoRE | 24 | 101.43 | 41.27 | (53.06, 230.33) |
| Pan | 73.19 | 27.2 | (41.88, 159.37) |
| LC & UC | 12.MoRE | 43 | 62.42 | 16.19 | (47.68, 123.66) |
| Pan | 58.36 | 8.48 | (48.59, 85.21) |
| LC & H | 12.MoRE | 53 | 91.03 | 28.46 | (63.29, 193.54) |
| Pan | 85.36 | 14.62 | (66.91, 128.3) |
| UC & H | 12.MoRE | 30 | 41.25 | 12.27 | (31.99, 93.77) |
| Pan | 41.7 | 7.11 | (33.9, 65.12) |

表 1.2、取後放回之紅杉國家公園內苔蘚的混合群落中總相異物種數與估計結果。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Estimate |  |
| F & LC | Obs | 214 | 0.63 |
| MoRE | 339.99 | 0.53 |
| Chao2 | 297.99 | 0.47 |
| F & UC | Obs | 164 | 0.87 |
| MoRE | 277.32 | 0.81 |
| Chao2 | 239.54 | 0.78 |
| F & H | Obs | 200 | 0.88 |
| MoRE | 311.4 | 0.67 |
| Chao2 | 274.27 | 0.63 |
| LC & UC | Obs | 172 | 0.75 |
| MoRE | 314.92 | 0.8 |
| Chao2 | 267.28 | 0.77 |
| LC & H | Obs | 201 | 0.74 |
| MoRE | 316.99 | 0.71 |
| Chao2 | 278.33 | 0.67 |
| UC & H | Obs | 115 | 0.74 |
| MoRE | 233.65 | 0.82 |
| Chao2 | 194.1 | 0.79 |

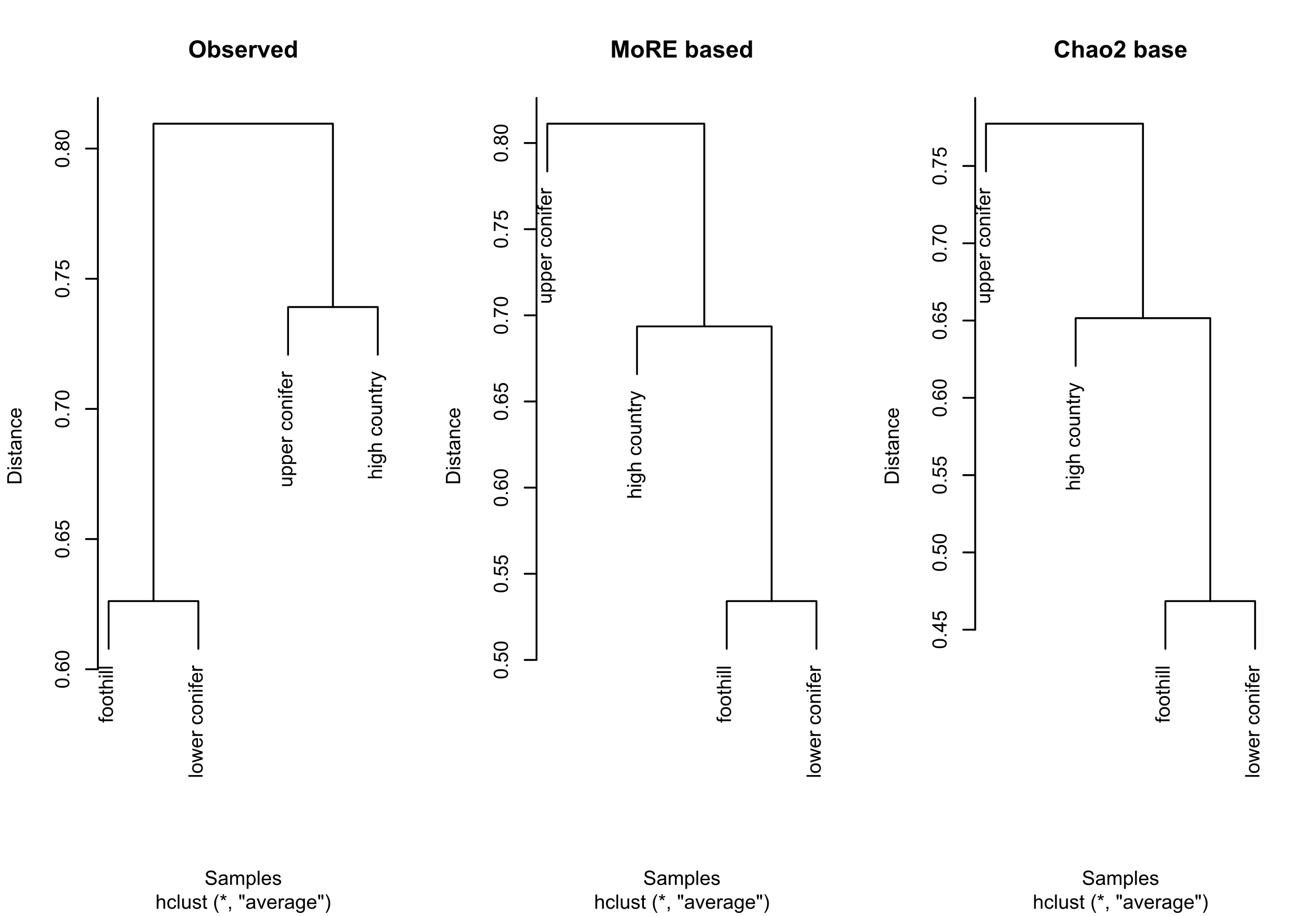


圖 1.1、利用觀測物種數與分別使用兩種估計方法估計的物種數，繪製分類樹。

### 以取後不放回的抽樣方法估計

在假設該筆資料為取後不放回的抽樣方式，並依照相對應的估計方法分別針對各群落進行估計的結果。且由於該資料集中尚未提及抽樣比例，故假設在抽樣比例為0.3、0.5與0.7的結果，估計四個群落的物種數與兩群落之間的共同物種數 。

表 1.3、不同抽樣比例之單群落物種數估計 (mean SD)。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Community | 0.3 | 0.5 | 0.7 |
| foothill | 196.77.1 | 168.45.6 | 150.14.1 |
| lower conifer | 241.58.7 | 221.97.4 | 205.56.2 |
| upper conifer | 47.51.4 | 35.75.1 | 28.96.8 |
| high country | 137.26.5 | 119.95.2 | 107.13.8 |

將該資料及做為樣本使用，估計兩群落之間的共同物種數。隨著抽樣比例的增加，所估計共同物種數隨之減少，這是由於在取後不放回的估計中，抽樣比例為重要參數，將影響估計結果。在量化該資料集中四個群落間的*Beta*多樣性結果中，同樣也獲得大多數情況下兩相鄰的群落會較不相鄰的群落之間，具有更高的群落相似性的結果，並在下針葉林以及高地地區的結果中有所例外。而在分類樹的建構中， 當假設的抽樣比例較小時，與取後放回的估計結果相似——山麓地區與下針葉林地區為一類群，而上針葉林地區與高地地區則是分別作為一類群。其次，與山麓地區與下針葉林地區的類群更為相似的群落為高地地區。而隨著假設的抽樣比例的增加，所繪製之估計的分類樹結果，在結構方面與觀測值更為相似，且群落之間的距離差異增加。

總結上述結果，由於再取後不放回的抽樣估計下，抽樣比例為重要參數，因此有一定程度上會影響估計結果。在該筆資料為小樣本的假設下與取後不放回的估計結果更為相似。且由於該資料所調查區塊較為廣大，因此在實際上推斷抽樣區塊比例應相對較小。故在小樣本的估計結果中將為更符合實際生態情況。

表 1.4、假設抽樣比例為0.3下，紅杉國家公園內苔蘚各群落之間共同物種數之估計結果。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Obs | Est. | Est. SD | 95% CI bound |
| F & LC | 12.wMoRE1 | 80 | 135.45 | 19.2 | (97.81 , 173.09) |
| wChao2.12 | 116.69 | 12.11 | (99.53 , 148.92) |
| F & UC | 12.wMoRE1 | 21 | 50.41 | 16 | (19.04 , 81.77) |
| wChao2.12 | 46.94 | 12.97 | (31.28 , 86.45) |
| F & H | 12.wMoRE1 | 24 | 78.78 | 20.79 | (38.03 , 119.53) |
| wChao2.12 | 80.71 | 26.26 | (47.91 , 158.54) |
| LC & UC | 12.wMoRE1 | 43 | 66.27 | 9.61 | (47.45 , 85.1) |
| wChao2.12 | 56.64 | 6.61 | (48.55 , 76.57) |
| LC & H | 12.wMoRE1 | 53 | 90.06 | 13.4 | (63.79 , 116.33) |
| wChao2.12 | 75.78 | 8.92 | (63.87 , 100.75) |
| UC & H | 12.wMoRE1 | 30 | 46.27 | 7.3 | (31.96 , 60.58) |
| wChao2.12 | 39.19 | 5.19 | (33.28 , 55.76) |

表 1.5、假設抽樣比例為0.5下，紅杉國家公園內苔蘚各群落之間共同物種數之估計結果。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Obs | Est. | Est. SD | 95% CI bound |
| F & LC | 12.wMoRE1 | 80 | 111.47 | 9.14 | (93.56 , 129.38) |
| wChao2.12 | 103.86 | 7.52 | (93.05 , 123.63) |
| F & UC | 12.wMoRE1 | 21 | 36.07 | 6.3 | (23.73 , 48.41) |
| wChao2.12 | 34.25 | 5.72 | (26.89 , 50.81) |
| F & H | 12.wMoRE1 | 24 | 45.93 | 7.16 | (31.9 , 59.96) |
| wChao2.12 | 45.63 | 7.03 | (35.62 , 64.25) |
| LC & UC | 12.wMoRE1 | 43 | 57.89 | 5.68 | (46.75 , 69.02) |
| wChao2.12 | 53.18 | 4.77 | (47.26 , 67.36) |
| LC & H | 12.wMoRE1 | 53 | 75.25 | 7.49 | (60.57 , 89.92) |
| wChao2.12 | 69.22 | 6.07 | (60.97 , 85.99) |
| UC & H | 12.wMoRE1 | 30 | 40.57 | 4.63 | (31.49 , 49.65) |
| wChao2.12 | 37.12 | 3.91 | (32.6 , 49.47) |

表 1.6、假設抽樣比例為0.7下，紅杉國家公園內苔蘚各群落之間共同物種數之估計結果。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Obs | Est. | Est. SD | 95% CI bound |
| F & LC | 12.wMoRE1 | 80 | 95.76 | 4.91 | (86.14 , 105.38) |
| wChao2.12 | 93.58 | 4.58 | (87.13 , 105.85) |
| F & UC | 12.wMoRE1 | 21 | 28.39 | 3.35 | (21.82 , 34.96) |
| wChao2.12 | 27.87 | 3.27 | (23.83 , 37.68) |
| F & H | 12.wMoRE1 | 24 | 33.03 | 3.61 | (25.95 , 40.11) |
| wChao2.12 | 32.91 | 3.61 | (28.16 , 43.13) |
| LC & UC | 12.wMoRE1 | 43 | 51.61 | 3.59 | (44.58 , 58.64) |
| wChao2.12 | 49.85 | 3.31 | (45.79 , 59.82) |
| LC & H | 12.wMoRE1 | 53 | 64.6 | 4.23 | (56.31 , 72.88) |
| wChao2.12 | 62.73 | 3.87 | (57.59 , 73.62) |
| UC & H | 12.wMoRE1 | 30 | 36.14 | 3 | (30.26 , 42.02) |
| wChao2.12 | 34.87 | 2.77 | (31.72 , 43.76) |

表 1.7在不同抽樣比例的假設下，取後不放回之紅杉國家公園內苔蘚的混合群落中總相異物種數與估計結果。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Estimator | Estimate | | |  |  | | |
| 0.3 | 0.5 | 0.7 |  | 0.3 | 0.5 | 0.7 |
| F & LC | Obs | 214 | | |  | 0.63 | | |
| wMoRE1 | 291.31 | 259.99 | 237.65 |  | 0.54 | 0.57 | 0.6 |
| wChao2 | 268.06 | 250.64 | 234.92 |  | 0.49 | 0.56 | 0.59 |
| F & UC | Obs | 164 | | |  | 0.87 | | |
| wMoRE | 231.39 | 205.05 | 184.81 |  | 0.78 | 0.82 | 0.85 |
| wChao2 | 212.48 | 196.81 | 182.7 |  | 0.76 | 0.82 | 0.84 |
| F & H | Obs | 200 | | |  | 0.88 | | |
| wMoRE | 274.34 | 245.6 | 223.28 |  | 0.71 | 0.81 | 0.85 |
| wChao2 | 250.35 | 235.22 | 220.71 |  | 0.69 | 0.8 | 0.85 |
| LC & UC | Obs | 172 | | |  | 0.75 | | |
| wMoRE | 250.59 | 217.49 | 194.98 |  | 0.74 | 0.73 | 0.74 |
| wChao2 | 229.44 | 209.56 | 192.78 |  | 0.71 | 0.72 | 0.73 |
| LC & H | Obs | 201 | | |  | 0.74 | | |
| wMoRE | 276.55 | 246.42 | 224.34 |  | 0.67 | 0.69 | 0.71 |
| wChao2 | 252.48 | 236.61 | 221.71 |  | 0.64 | 0.68 | 0.71 |
| UC & H | Obs | 115 | | |  | 0.74 | | |
| wMoRE | 180.07 | 151.74 | 133.09 |  | 0.74 | 0.73 | 0.73 |
| wChao2 | 161.75 | 145.26 | 131.59 |  | 0.71 | 0.72 | 0.73 |

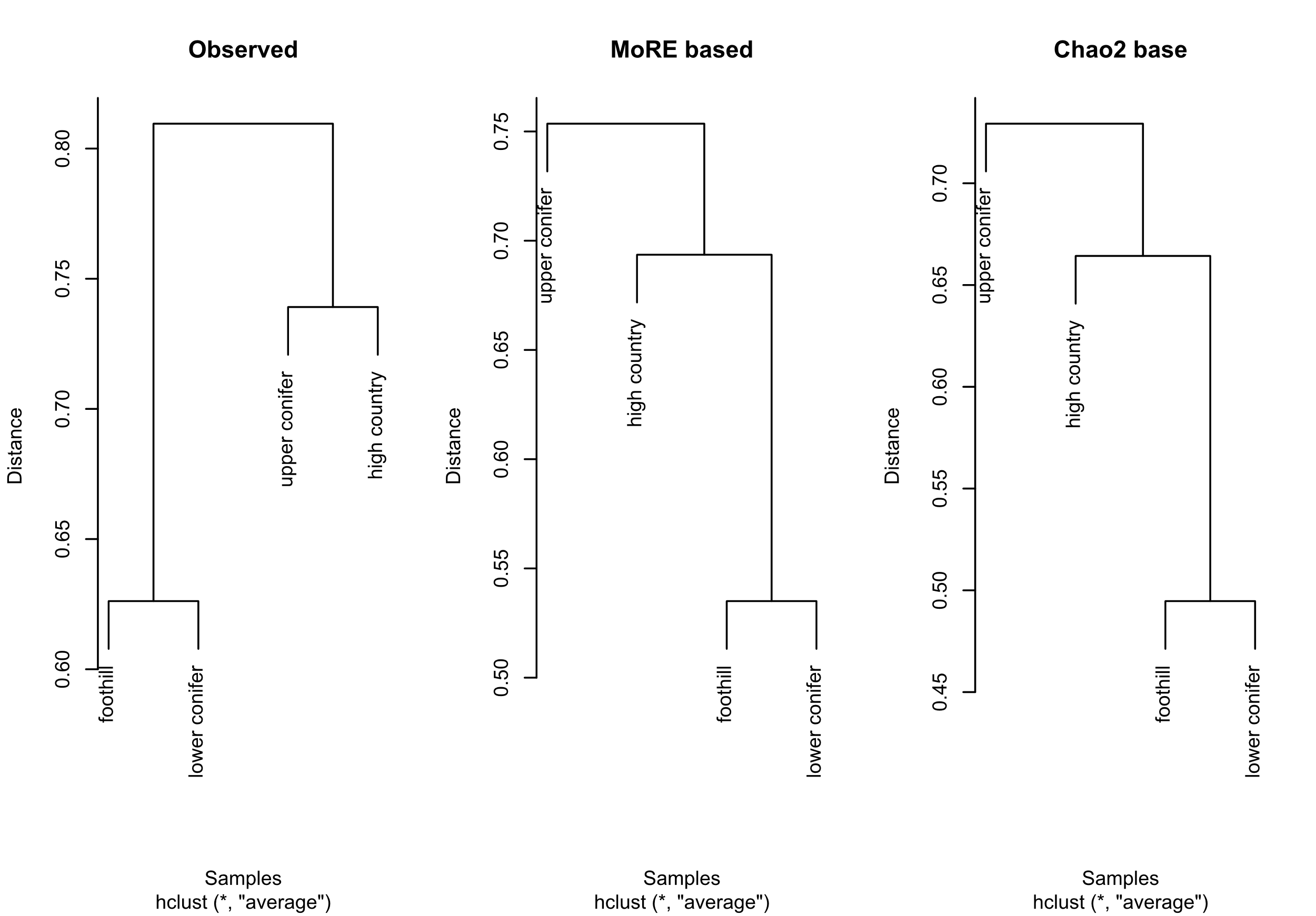


圖 1.2、假設抽樣比例為0.3時，利用觀測物種數與分別使用兩種估計方法估計的物種數，繪製分類樹。

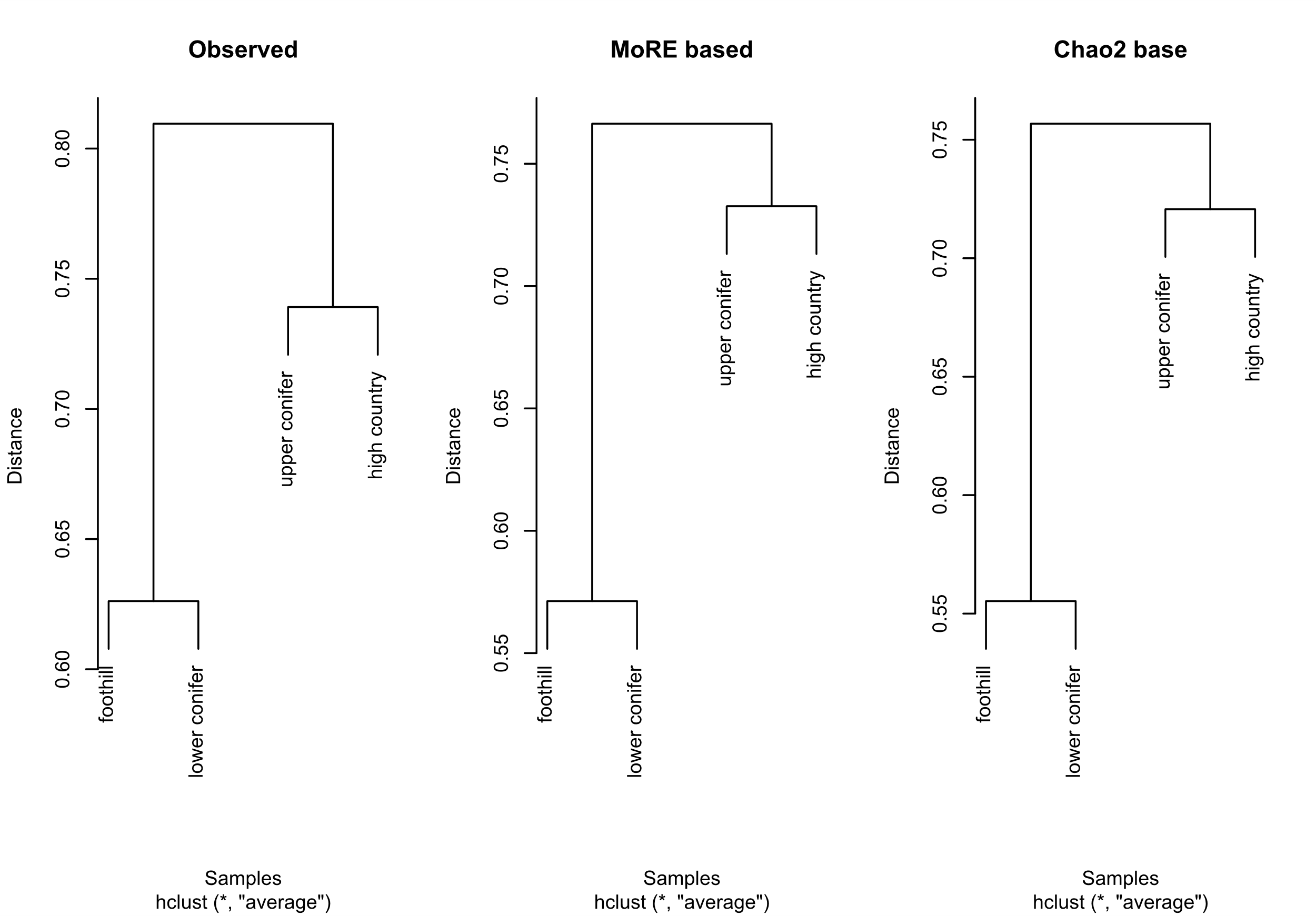


圖 1.3、假設抽樣比例為0.5時，利用觀測物種數與分別使用兩種估計方法估計的物種數，繪製分類樹。

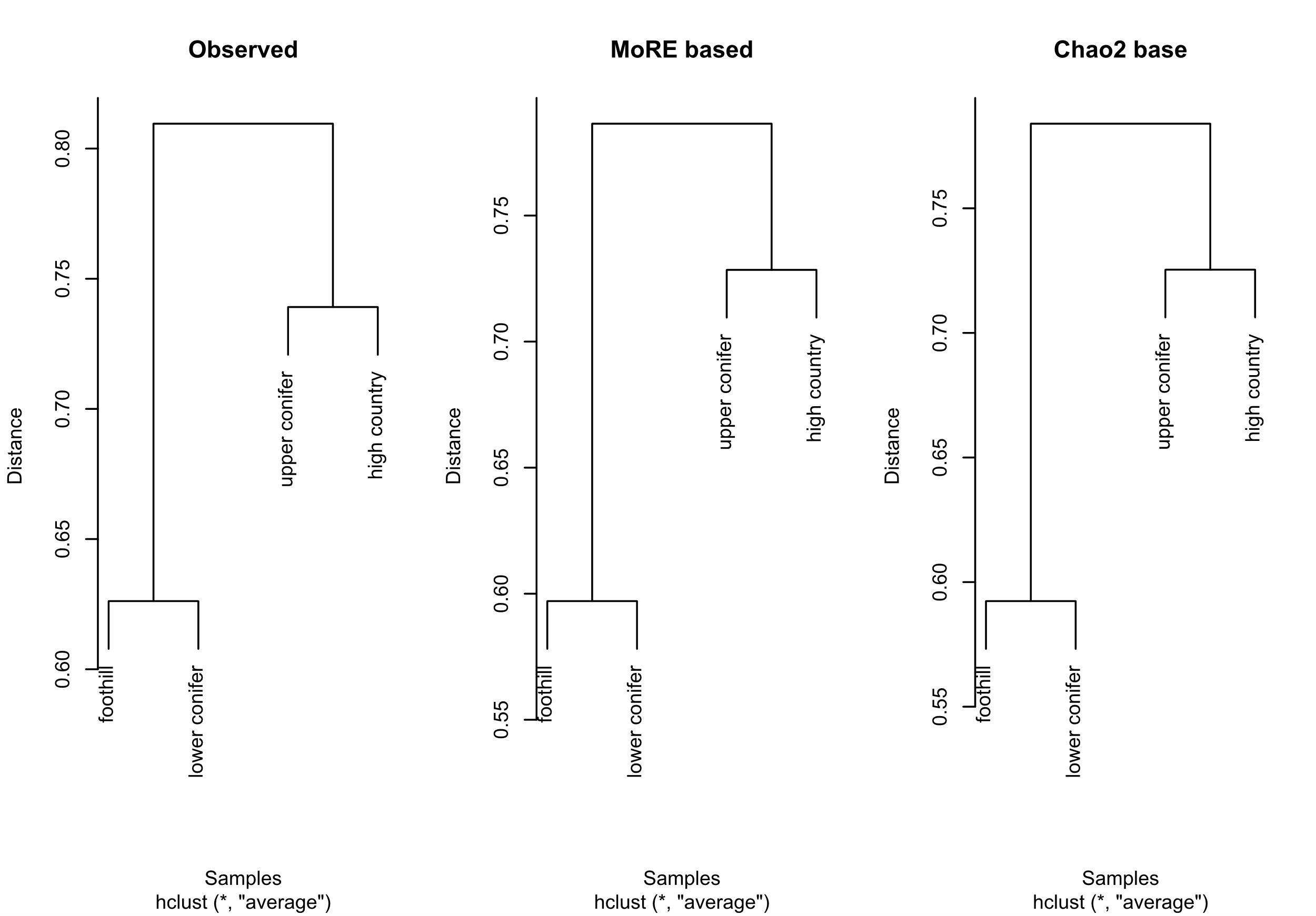


圖 1.4、假設抽樣比例為0.7時，利用觀測物種數與分別使用兩種估計方法估計的物種數，繪製分類樹。