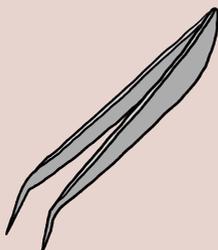
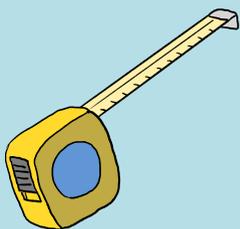
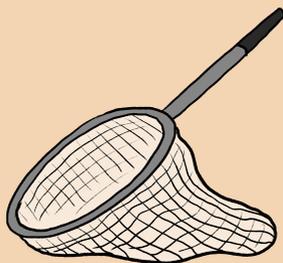


野外生態考察 取樣模式



野外生態考察

取樣模式



其實一個林地這麼大，如果我想了解這個林地的生態系統，我應該怎麼辦？

對於一些比較少的生境，例如研究學校後花園的樹木，其實可以使用全面調查 (full survey) 的方法。簡而言之，其實就是將生境內每一處每一個角落的生物及非生物因子數據全部記錄下來。全面調查的好處就是他不大會出現隨機誤差 (random error)，亦不會因為抽樣而出現偏倚 (bias)。

當然了，大自然的生境很少時間是會這麼小的！在大部份進行生態調查的時候，要每一個角落不停搜索一個林地幾乎是不可能的，就算有可能，調查員亦會因為疲勞而出現很大的誤差。

這個時候，便非常有需要利用到抽樣 (sampling) 了。

抽樣，顧名思義，就是抽取生境的一部份來進行調查。抽樣的方法有很多，我們現在就選取三個常見的方法來說明吧！

隨機抽樣

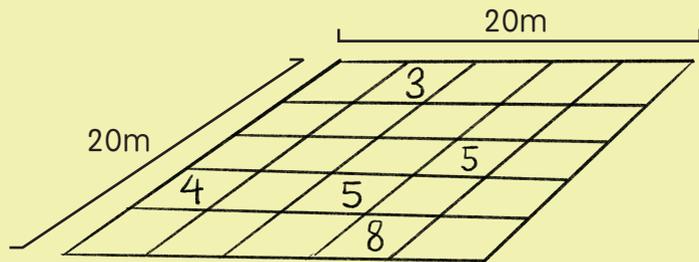
Random Sampling

所謂隨機，生境的每一個角落被抽中的機會是均等的意思，適用於生境或生物分佈較為一致的地方，例如草地或單一植林。生態學家通常首先會將一處林地進行編碼，每一格面積的林地會有一個獨特的編號。之後，生態學家就會隨機地抽取數個數字，而被選中的數字就是被抽樣的地方了。



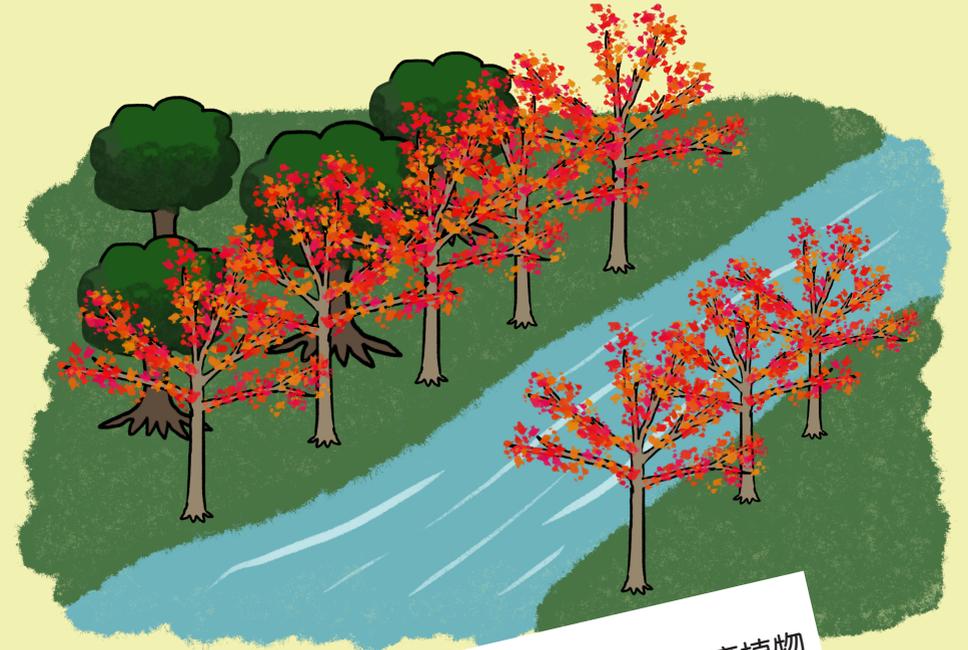
想一想：
有什麼方法可以隨機抽取數字而不出現偏倚呢？

在以下的例子，一個林地被分成25格，而每一格的大小是20米×20米。每一格我們稱之為一個樣方(quadrant)。我們隨機抽取了五個樣方，數字顯示了樣方內木棉樹的數目。



林地內現在究竟有多少棵木棉樹呢？從這五個樣方得知，平均每一個樣方會有五棵木棉樹 $\langle (3+4+5+5+8) \div 5 \text{個取樣} \rangle$ 。而這一個林地可以被劃成25個樣方。所以這個林地的木棉樹的種群大小就是 $25 \times 5 = 125$ 棵了。

所以，隨機抽樣是一個用來量度種群大小的有效工具。但是如果你要使用隨機抽樣的話，我們便需要進行一個很重要的假設。因為進行隨機抽樣的背後，就是需要假設該種生物也是隨機分布在這個生境的。例如，其實如果生態學家可以觀察到木棉樹其實聚集在河流的兩邊，而不是隨機分布在林地內，隨機抽樣便不是一個有效可以量度木棉樹種群大小的工具了。



想一想：
這一種使用樣方來量度種群大小的方法對於量度植物或者行動而緩慢的動物均較為準確。為什麼這個方法不適合用來量度松鼠的種群大小呢？



答案就是因為松鼠移動較快，要仔細數算移動較快的生物一般都會有一定困難，所以生態學家又會使用以標記再捕捉法的方法去估算移動快的生物種群大小。

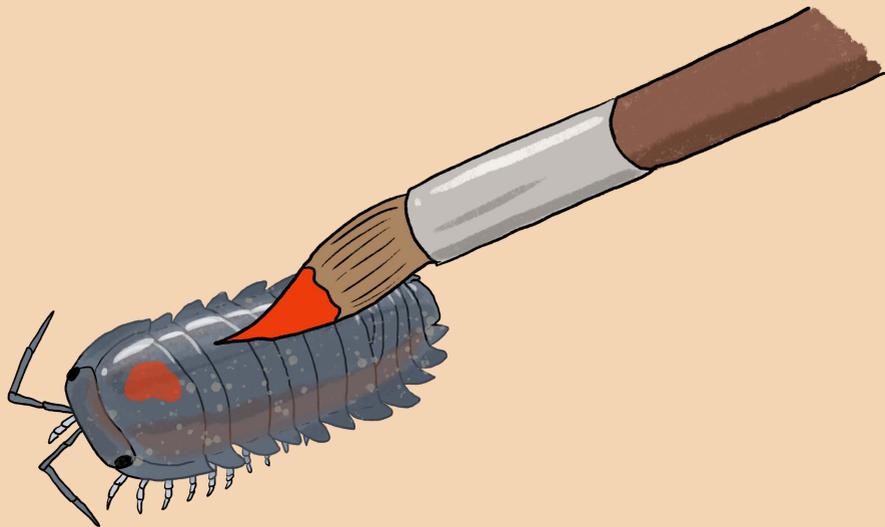
標記再補捉法

Mark-Release-Recapture Methods

在標記再捕捉法的研究中，透過活體捕捉技術將一個生物種群取樣兩次或兩次以上，在每一次的捕捉中，每一隻被捉到的生物個體都要被給予適當且獨特的標記，然後再野放於原來的生境，相隔約若干時間再進行捕捉，最後根據獲取的數據再進行估算，從而得出種群生物的數量。

標記再補捉法適用於數算一些移動較快的生物物種，常用於昆蟲，甲殼類生物或小型哺乳類動物。例如林地可以用作數算土蠃(WOODLICE)，蝸牛或松鼠等。當生物被捕捉後會使用對生物無害的染料加以標記，另外加標記後亦不應影響生物存活，如標記太明顯令該生物容易曝露出所在位置，大自然的捕獵者就相對容易找到其行蹤。

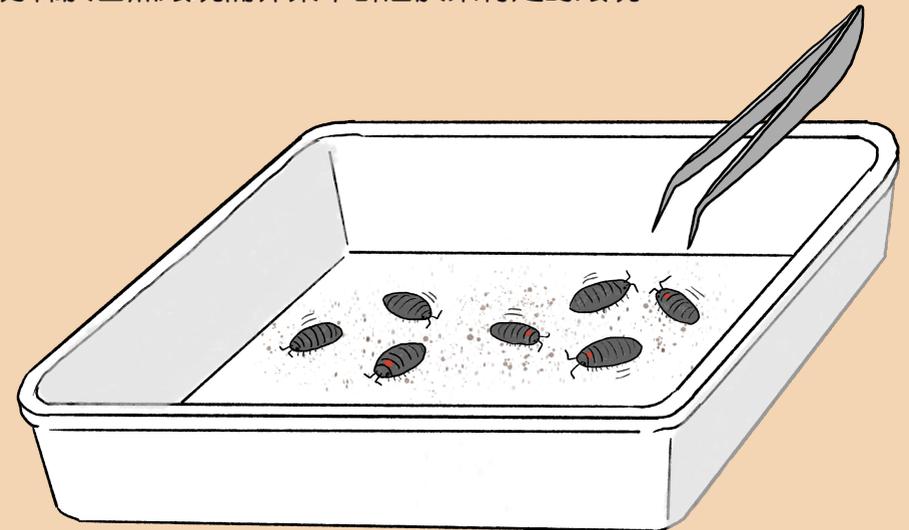
當第一次捕捉生物後，經過數算及標記生物後，就可以野放於原本居住的環境，一般會靜待一晚或一日讓生物自然回歸環境，然後再於第一次取樣的環境再進行捕捉。第二次捕捉的方式要跟第一次相同，收集的生物應該有部份有標記亦有一些沒有標記的，最後就可以根據下列的方程式去估算生物種群的數量。



當第一次捕捉生物後，經過數算及標記生物後，就可以野放於原本居住的環境，一般會靜待一晚或一日讓生物自然回歸環境，然後再於第一次取樣的環境再進行捕捉。第二次捕捉的方式要跟第一次相同，收集的生物應該有部份有標記亦有一些沒有標記的，最後就可以根據下列的方程式去估算生物種群的數量。

$$\text{生物種群數量} = \frac{\text{第一次捕捉的生物數量} \times \text{第二次捕捉的生物數量}}{\text{第二次捕捉有標記的生物數量}}$$

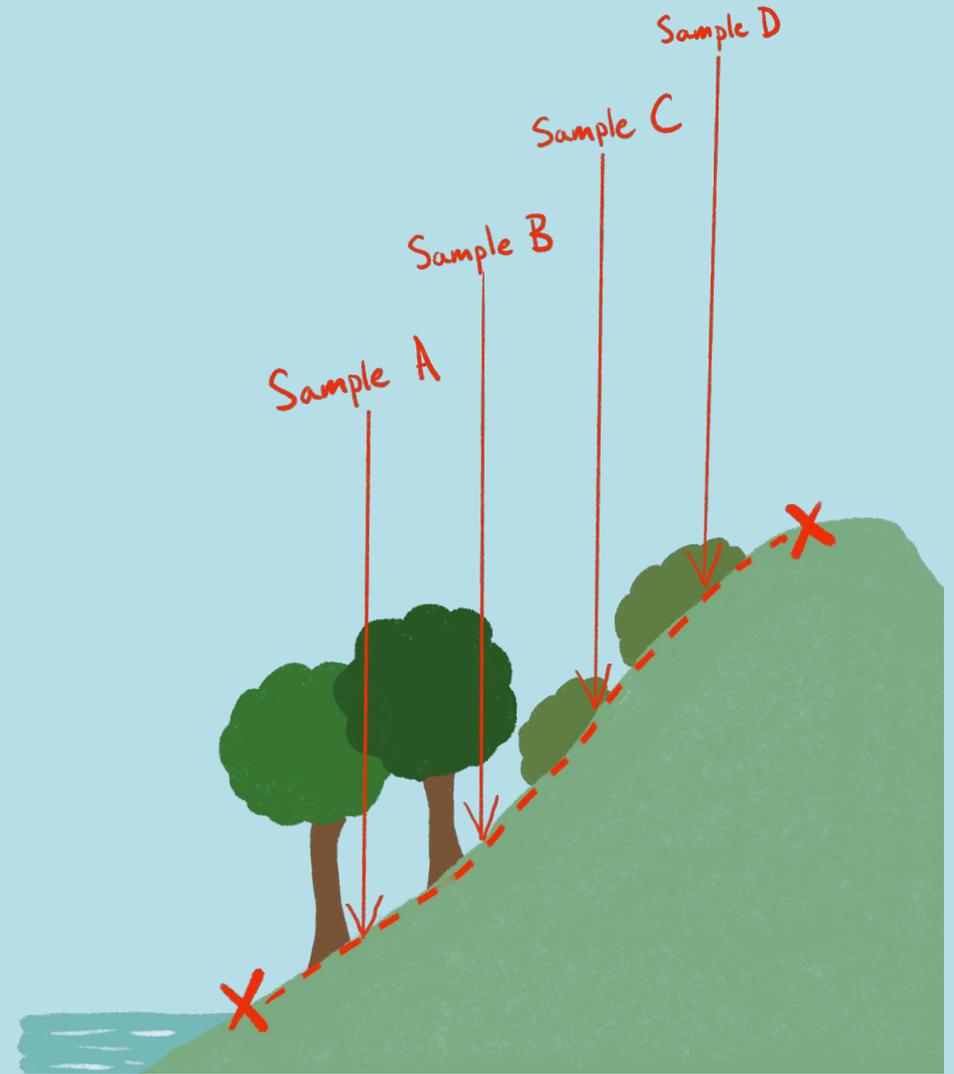
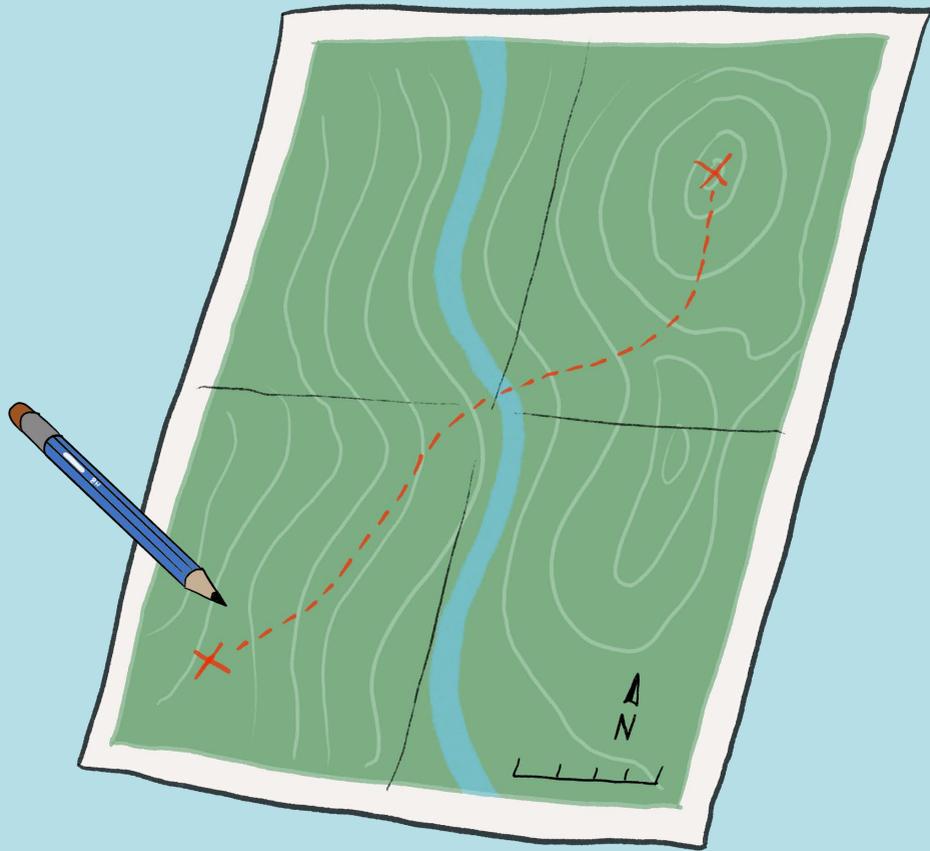
使用標記再補捉法有一定的前設，需假設估算的生物必須是封閉種群，即是在取樣的時段中種群內沒有出生、死亡、遷入、遷出的個體，所以第一次與第二次捕捉相隔的時間不能太長，種群的大小和種群中的個體理論上應不會改變。而且生物個體亦應隨機分佈於自然環境而非集中群居於某特定的環境。



系統性抽樣

Systematic Sampling

就有如之前所說，如果生物明顯地不是隨機分布在一個林地，而是明顯地觀察到非生物或生物因子有趨勢變化，如生物多度不斷增加，又例如濕度不斷上升等不同趨勢變化，我們便需要另一種方法來進行抽樣了。這一個時候，樣線 (transect) 便派上用場！



如果我想研究遠離河流之後植物的分布趨勢改變，我便會設立一條樣線，而樣線是垂直於河流的。即是說，線的一端會是接觸着河流，而另一端便是遠離河流的地方。當我沿着這一條線慢慢移動時，我便可以觀察到植物群落的改變。如果配合樣方的話，即是我每隔一段特定的距離擺放一個樣方，這一條讓線便會成為另一種抽樣方法，樣帶 (belt transect) 了。使用樣帶法的好處，便是可以將趨勢轉化成不同的圖表，例如鳶形圖 (kite diagram)。

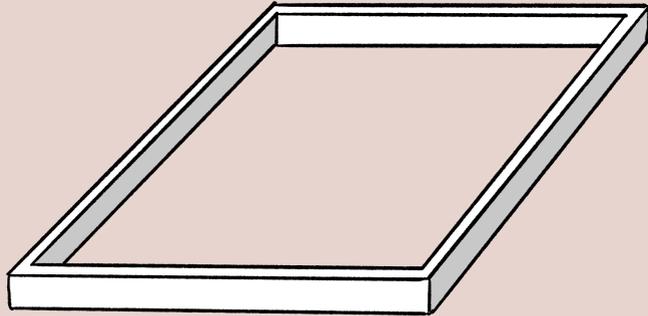
所以，如果我們進行的是一個系統性抽樣的話，通常我們得出來的結果也是一些生物分布的趨勢改變。

常用儀器

Common Apparatus

樣方框 (Frame Quadrat)

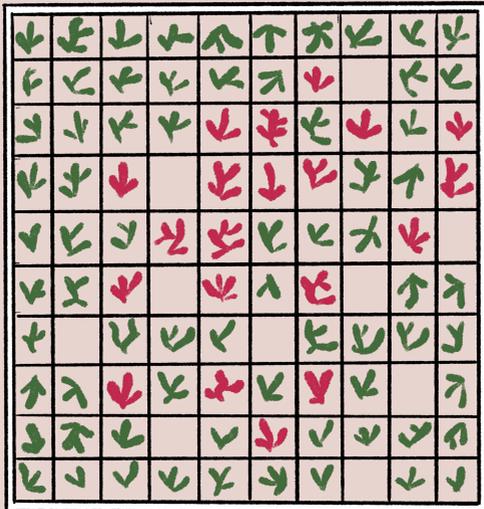
用以框選特定取樣範圍數算生物數量，主要方便數算動物數量。



格樣方 (Grid Quadrat)

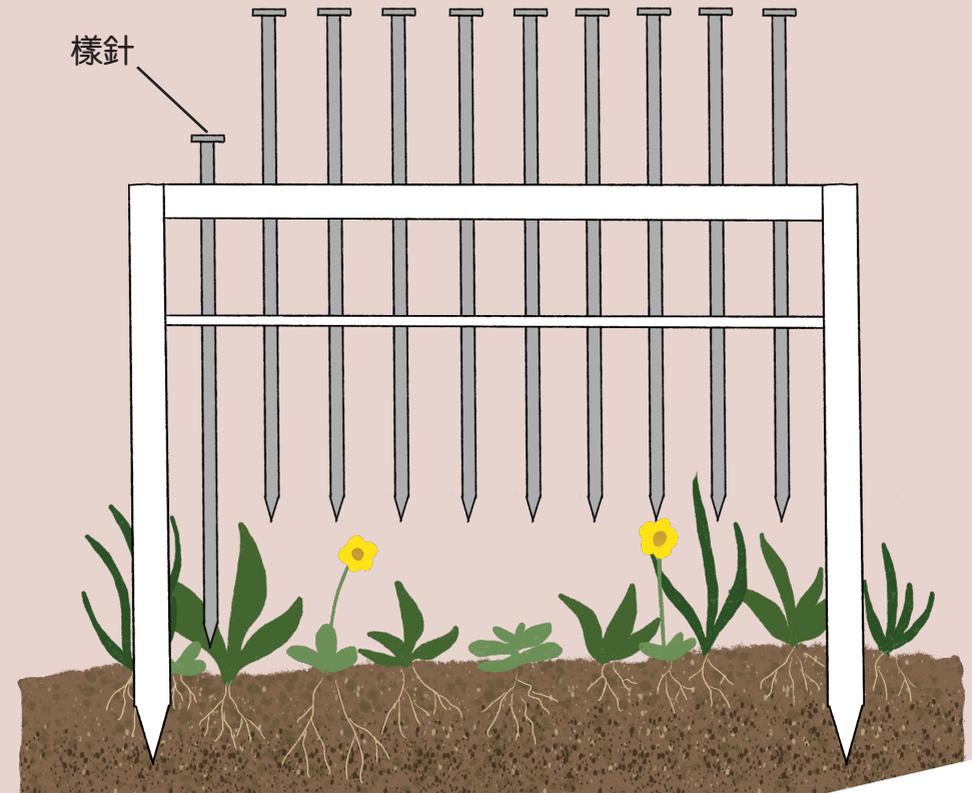
樣方框的變奏，框內有共有一百個小格，方便數算不能以個體數算的生物 (例如藻類) 的覆蓋率。

例如框內有70格綠藻，20格紅藻，10格沒有藻類生長。綠藻及紅藻的覆蓋率就分別是70%及20%。



點樣方 (Point Quadrat)

配合樣方框使用，儀器上有十支樣針，可將點樣方平均擺放十次，數算植物接觸到樣針的次數，從而推算樣方框內的植物數量，一般方便數算草本植物。



想一想：
格樣方和點樣方同樣是方便數算植物，那它們分別適合用以數算那類植物呢？為什麼？

下列24種都是香港的常見草地生物，你能按着牠們的行為習性，選擇較為合適的取樣方法嗎？（有些物種可用多於一種方法採樣！）

	隨機抽樣	標記再補捉法	系統性抽樣		隨機抽樣	標記再補捉法	系統性抽樣
1) 六斑月瓢蟲 Ladybird <i>Menochilus sexmaculatus</i>  <p>圓拱型的翅膀堅硬，用來保護身體，另一對翅膀則用來飛行。身體鮮豔的顏色表示自己味道很差，用來避過雀鳥的捕獵。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	7) 草螟蛾 Grass Moth <i>Crambidae</i>  <p>翅膀上粉末一般的鱗片很容易鬆脫，有助飛蛾逃離蜘蛛網。幼蟲會將新鮮葉子捲成圓筒或漏斗形的「小屋」，避開捕獵者。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) 長足虻 Long-legged Fly <i>Dolichopodidae</i>  <p>體型細小，金屬綠色的身體十分精緻。專門獵食小昆蟲。和其他蒼蠅一樣，一對翅膀用來飛行，另一對翅膀協助平衡。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	8) 矚眼蝶 Satyr Butterfly <i>Ypthima baldus</i>  <p>翅膀上的斑點像水汪汪的眼睛，用來分散雀鳥的注意力——雀鳥誤以為翅膀是頭部，就會錯過攻擊蝴蝶頭部和腹部的重要器官。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) 大蚊 Crane Fly <i>Tipulidae</i>  <p>看上去像一隻巨型蚊子，但成蟲不會進食，只會抓紧時間繁殖。腳部細長，能夠輕易站在凹凸不平的表面。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	9) 緣椿 Leaf-footed Bug <i>Coreidae</i>  <p>嘴巴是根窄窄長長的吸管，末端很尖，連又乾又硬的草，牠都可以刺穿表面、吸食汁液。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) 雙色胡蜂 Wasp <i>Vespa bicolor</i>  <p>擁有強而有力的大顎，能夠捕獵小昆蟲餵哺幼蜂。在蜂巢遇到威脅的時候，蜂羣會用腹部的毒針主動出擊。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	10) 廣翅蠟蟬 Planthopper <i>Ricanidae</i>  <p>身體上有蠟質保護，水分不容易蒸發，所以特別適合生活在乾燥的環境。除了會飛之外，彈跳能力也很高，可以在眨眼間消失。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) 東方蜜蜂 Honeybee <i>Apis cerana</i>  <p>生來就懂得使用「舞蹈」溝通：工蜂會在蜂巢裏面一邊踏著舞步，一邊擺動身體，告訴同伴花蜜的方向和距離。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	11) 黑翅竹蝗 Grasshopper <i>Ceracris fasciata</i>  <p>大顎像剪刀般可以磨碎葉片。後腿十分強壯，能夠跳到比身體長10倍的高度——相等於人類一下子從地面跳上五樓！</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) 舉腹蟻 Ant <i>Crematogaster sp.</i>  <p>家族成員眾多，彼此會以氣味溝通和合作，即使一隻螞蟻遭遇意外，其他螞蟻也能迅速代替牠的工作。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	12) 黑尾灰蜻 Dragonfly <i>Orthetrum glaucum</i>  <p>胸口肌肉發達，飛行能力極佳，六隻腳都長有毛，合上的時候就像一個籃子，讓牠在空中抓緊獵物。停留休息時多數會展開翅膀。</p>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	隨機抽樣	標記再補捉法	系統性抽樣		隨機抽樣	標記再補捉法	系統性抽樣		
13) 翠胸黃螳 Damselfly <i>Ceriatrigon auranticum</i> 眼睛很大，是捕獵昆蟲的高手。休息時，翅膀多數合起來。和蜻蜓一樣，幼蟲在溪澗和池塘捕食小魚和其他水生動物。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		19) 非洲大蝸牛 Giant African Land Snail <i>Achatina fulica</i> 來自非洲的巨型蝸牛，會使用靈敏的嗅覺在晚上尋找植物果腹。身體柔軟，遇上危險時會縮進外殼避難。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
14) 姬蠊 Wood Cockroach <i>Ectobiidae</i> 喜愛在泥土表層吃植物碎屑，有時也會爬到植物上吃花粉。身體扁平，能在縫隙中走動自如。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		20) 花姬蛙 Marbled Pigmy Frog <i>Microhyla pulchra</i> 背上的圖案讓牠輕易在草堆中隱身。體型細小但聲音響亮，不需要四處走動也能讓同伴知道自己的位置。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
15) 大刀螳 Mantis <i>Tenodera sp.</i> 視力很強，會採取埋伏方式捕獵，用長有鋸齒的前臂抓緊獵物，然後把牠們活生生地吃掉。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		21) 蟾蜍 Asian Common Toad <i>Duttaphrynus melanostictus</i> 長着厚厚的皮膚，能抵受乾燥的環境。受驚的時候會在眼睛附近分泌奶白色的毒液，所以大部分動物都不敢招惹牠。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
16) 清新園蛛 Orb-web Spider <i>Neoscena scylla</i> 蜘蛛網有黏性，讓蜘蛛輕易捕捉小昆蟲，同時令一些肉食昆蟲（例如螞蟻）難以靠近，作為自保。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		22) 四線石龍子 Blue-tailed Skink <i>Plestiodon quadrilineatus</i> 短跑高手，喜愛利用陽光的熱力調節體溫。遇到危難的時候，藍色的尾巴會自動脫落，分散視線，以便逃走。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
17) 磚紅厚甲馬陸 Millipede <i>Trigoniulus corallinus</i> 在泥土表層吃植物的碎屑。受驚的時候會把身體緊緊地捲成餅狀，用堅硬的外殼保護頭部和腳部。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		23) 翠青蛇 Greater Green Snake <i>Cyclophiops major</i> 牙齒沒有毒液，主要吃蚯蚓和小昆蟲。除了依賴一身翠綠色的鱗片隱身，遇上攻擊的時候還會用排便方式嚇退對方。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
18) 蚯蚓 Earthworm <i>Lumbricus terrestris</i> 身體長着一節節的肌肉，沒有手腳但蠕動靈活，能夠生活在厚重的泥土裏面而不會被壓扁。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		24) 黃腹鷓鴣 Yellow-bellied Prinia <i>Prinia flaviventris</i> 聲音像貓咪叫的小鳥，羽毛是枯草的顏色，身體輕盈而爪很長，可以沿着長草上下跳動，捕捉昆蟲。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

取樣方式建議答案

隨機抽樣：3, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21

標記再補捉法：1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 22, 24

系統性抽樣：1, 2, 4, 5, 8, 12, 13, 22, 23, 24

野外生態考察- 取樣模式

作者：

明愛陳震夏郊野學園

李力田老師、李欣宜老師、蕭永樂老師



明愛陳震夏郊野學園

Caritas Chan Chun Ha Field Studies Centre

電話：2981-1899

傳真：2981-3767

網址：<http://www.CaritasFSC.edu.hk>

電郵：info@CaritasFSC.edu.hk

設計：

鳴鴉自然教室 Project CROW



網址：www.projectcrowhk.org

2021年5月初版

版權所有 ©明愛陳震夏郊野學園

此教材由漁農自然護理署資助

在此刊物上／任何的項目活動內表達的任何意見、研究成果、結論或建議，並不一定反映香港特別行政區政府的觀點。