

2008年7月18日

营养物网络 NutNet 实验设计

(观察研究和核心实验)

杨智永¹, 储诚进²

¹兰州大学 生命科学学院; ²中山大学 生态与进化学院

Email: chuchjin@mail.sysu.edu.cn

1. 实验点选择

所选择的实验点的环境条件需相对均一(不能包含大的环境梯度); 群落主要由草本植物组成, 并且在某特定的生态系统(例如, 矮草草原, 高草草原)中要具有代表性。实验点的面积要足够大, 最好超过 1000 m²。不需要排除火等自然干扰, 但要记录干扰的具体情况。此外, 最好未被牛等啃食过。

2. 观察研究

观察研究由下图(图1)所描述的3个区组(block)在实验处理之前的采样组成。

3. 实验设计

核心实验满足完全随机区组设计, 分为3个区组, 每个区组10个处理, 每个处理3个重复(N=30实验单元总数, 图1)。每个实验单元大小为5 m×5 m(图1), 实验单元之间要有一条宽度不小于1 m的通道。所有样方的角落都要永久标记。

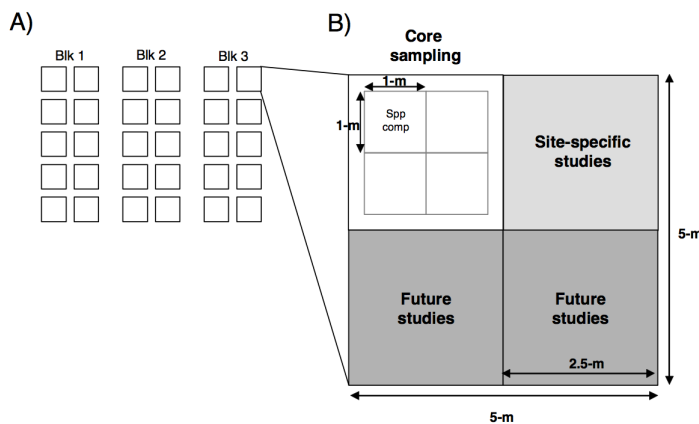


图 1. A) 观察性或实验研究的完全随机分组设计; B) 每个 5 m×5 m 实验单元被分割成 4 个 2.5 m×2.5 m 的子样方。其中, 一个用于长期的核心采样(子样方 A; 白色), 另一个用于特定参与点的相关研究(子样方 B; 灰色), 最后两个用于将来的网络水平上的其他研究(子样方 C 和 D; 深灰色)。核心采样子样方将进一步被分割成 4 个 1 m×1 m 永久的子样方, 一个用于测量物种组成和光有效性, 其余 3 个用于破坏性采样测量(例如, 收割地上生物量和土壤采集)。

每个实验单元被分割成 4 个 2.5 m×2.5 m 的子样方(subplot)(分别为: A, B, C, D)。这 4 个子样方随机分配, 分别用于: 核心采样, 特定实验点的研究或将来相关研究的备用(2 个)。每个 2.5 m×2.5 m 的子样方进一步被分割成 1 m×1 m 的子样方(sub-subplot)(分别为 1, 2, 3, 4)。因此, 某个特定位置可由数字、字母和数字来联合标识。图 1 展示了每个实验单元的布置。

注意, 每个处理(和区组)的重复数可以增减, 只要有 1 个区组包含了所有的 10 个处理和 3 个区组一起包括了 8 类营养物处理。比如, 只在一个区组进行围栏处理(一个实验点共 2 个围栏), 并且保证所有 3 个区组的营养物处理。

为了研究多种资源的限制效应,我们开展 3 种营养元素的添加处理实验(氮、磷、钾+其它元素)。每种处理分为两个水平,即对照和添加。我们按照全因子设计的方式对它们进行组合,最后得到 8 种不同的组合(表 1)。对于营养物添加处理,我们选择在市场上容易买到且价格低廉的氮、磷、钾的化合物(详见单独的“营养物添加”文件)。与之前的研究类似,所施的量大概为 10 g/m^2 。

另外,还有一个食草动物的排除处理,在整个 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的样方里排除大多数食草动物的啃食。这个处理与对照和 NPK+处理相结合,以评估上行控制和下行控制对群落结构和功能的影响(表 1)。关于食草动物的排除处理方案仍在完善当中。

每个 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 的样方被分割成 4 个 $2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ 的子样方,一个用于 NutNet 的核心采样(见下面),一个用于特定实验点的相关研究,余下的两个备用(如将来用于网络水平的其他研究)(图 1)。这个实验也可以通过添加其他的处理来拓展,例如干旱处理(遮雨)或杀虫剂/杀真菌剂处理。

对于每个参加该网络的实验点,我们希望无论是观察研究还是核心实验采样都要在 1-2 天内完成。每年的实验花费大概在 100 美元左右,不包括用于排除食草动物的围栏的一次性花费(大约 4000 美元,另加人工费)。

表 1. 营养网络实验处理 (0 = 对照, 1 = 添加)。

Treatment	N	P	K+	Exclosure
1 (control)	0	0	0	0
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0
5	0	1	1	0
6	1	0	1	0
7	1	1	0	0
8	1	1	1	0
9	0	0	0	1
10	1	1	1	1

4. 核心采样方法

$2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m}$ 的核心采样子样方被分割成 4 个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的永久子样方,这些子样方被 0.25 m 宽的缓冲带环绕(图 1)。其中之一用于调查物种组成,另外 3 个进行破坏性采样。核心采样包括地上生物量(至少分成 3 个功能群),所有植物物种的相对盖度和光有效性测量。所有的这些核心测量都要在实验开始前一年和随后的年份里从所有的样方中收集,并在所有的实验点使用完全相同的收集方法。至少,用于营养元素分析的土壤样品要在实验之前和之后的第 3 年从所有的样方中收集。

我们将提供一个记录核心采样数据的标准电子表格。我们将在每个生长季结束后汇总全球各实验点的数据。同时,有专人对这些数据进行整理和检查以确保其质量。所有数据都将公布在有密码保护的 NutNet 网站上,并且在各实验点成员之间是共享的。

A. 植物物种组成

在实验开始之前,各物种的盖度百分比估测将在一个 $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ 的永久子样方中进行,这个子样方是核心采样子样方中的一个。每个植物种的上层盖度都将使用改良的 Daubenmire 方法(Daubenmire 1959)来进行估测(使用硬纸片有助于估算)。如果有的话,也应该估测灌木层、凋落物、裸地、动物挖掘/干扰和石头的盖度。注意,总盖度一般会超过 100%,因为每个物种的盖度是被独立估测的。

季节内的采样频率需要根据特定生态系统组成物种的物候进行调整以涵盖每个物种的最大盖度,以便用于随后的分析。例如,在高草草原,物种组成的观测时间为春季(五月下旬)和秋季(八月下旬),为的是要涵盖早季 C_3 杂草和禾草类、晚季 C_4 杂草和禾草类各自的最大相对盖度。

B. 光有效性

光的有效性将使用一个能够测量光和有效辐射 (PAR, $\mu\text{mol m}^{-2}\text{ sec}^{-1}$) 的光学仪器测量 (例如, 1 m 长的 Decagon Ceptometer 探测器)。测量光有效性的时间和子样方同于调查物种组成的时间和子样方 (1 m^2)。光的测量需要在一个无云的晴天开展, 而且越接近正午越好 (例如, 上午 11:00 到下午 2:00)。对于每个子样方, 在地面水平 (1 m^2 子样方的对角) 上测量两次, 在冠层上测量一次。光的有效性为下层 PAR 与上层 PAR 的比值。如果你使用的是点传感器, 要记录不少于 10 个不同位置的数据, 计算其平均值 (在线性传感器中这些是自动完成的)。

C. 地上生物量

地上生物量的测量: 收割 1 个 0.2 m^2 (2 个 $10\text{ cm}\times 100\text{ cm}$) 条带内地上的所有植物个体, 称其干重。收割生物量的子样方是核心采样子样方内一个专用于破坏性采样的 1 m^2 子样方。样方的位置应被永久标记, 以防研究期间重复采样。对于样方内的灌木及小灌木, 收集其叶片和当年的木质增长部分。

地上生物量应被分成以下几类: 之前枯死的凋落物, 当年的苔藓植物和当年的维管植物。如果时间允许, 最好将生物量进一步分成以下六类: 1) 之前枯死的凋落物; 2) 当年的苔藓植物; 3) 当年的禾草植物 (禾本科和莎草等); 4) 当年的豆科植物; 5) 当年的非豆科杂草; 6) 当年的木质生长。所有的生物量在 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 下烘烤 48 小时至恒重, 然后称量 (精确到 0.01g)。

D. 土壤采样

在实验开始之前, 生长季内收集所有样方的土芯 (土芯为 $2.5\text{ cm}\times 10\text{ cm}$)。对于每个样方, 从每个用于破坏性采样的 $2.5\text{ m}\times 2.5\text{ m}$ 的子样方中收集 2-3 个土芯。在收集每个土样之前, 要清除地表的凋落物和植被。将每个 $5\text{ m}\times 5\text{ m}$ 样方中的土壤样品混合均匀 (共 30 个, 大致 500 g 样品)。所有的土样使用纸袋双层包装, 以便自然风干。纸袋上的标签 (记号笔, 首选普夏) 需要包含以下信息: 采集日期, 采集者姓名, 采集地点和区/样方/处理标识。3 年后使用相同的方法再次收集土壤样品。

关于土样的运输参考: <http://www.nutnet.org/soil-shipping>。

这些核心测量为评估多种营养元素和下行控制对群落结构和生物量的影响提供了基本的信息。其他可以考虑的采样包括: 陷阱捕获昆虫, 植物组织化学, 土壤化学 (树脂袋或其他方法), 用于 ANPP 测量的移动围栏和小型动物的诱捕。我们鼓励不同的网络参与点之间在上述这些方面加强合作。

5. 时间安排

2007 年生长季首次收集处理前的植物和土壤信息。食草动物围栏的建立和营养物元素的添加于 2008 年生长季开展。核心数据的收集至少持续 3 年, 如果有可能的话最好持续 10 年或更长的时间。以后参与进来的实验点, 应该在处理 (如施肥和食草动物排除) 开始之前收集本底数据。

参考文献

Daubenmire, R. 1959. A canopy-coverage method of vegetation analysis. Northwest Sci. 33: 43- 64.