

基础与实现生态位及其中心点的涵义与测度

余世孝

L.奥罗西

(中山大学生物学系) (加拿大西安大略大学)

摘要 本文对 n 维超体积生态位定义作了进一步的阐明。物种的“基础生态位”为其分布区的环境参数及其生理学容忍性和要求所决定,而“实现生态位”则为该物种种群在某一特定群落生境中所处的环境参数所确定。一物种的生态位中心点为该物种在生态位空间中具最佳适应的位置。进而根据是否在测度中考虑进物种分布参数,而分别称为理论与实现生态位中心点。以广东鼎湖山厚壳桂(*Cryptocarya*)群落和利用土壤营养方面为例,说明物种生态位中心点等指数的测度。

关键词 生态位,生态位中心点,生态位扩散系数,物种,森林

G.E. Hutchinson^[1]的 n 维超体积生态位定义(n -dimensional hypervolume niche)由于存在4个限制条件,而只能具有理论上的意义。依照他的定义,同一群落中不同物种的实现生态位之间不存在重叠,这与经典的观念背道而驰。又由于理论上物种沿着单一环境梯度的适应呈高斯模型^[2],而物种在 n 维生态位空间的适应应该如何描述、确定?本文将对这些问题加以探讨。

1 基础与实现生态位涵义的改进

1.1 n 维生态位超体积定义

自从生态位的概念引入生态学以来^[3],它的涵义至今未取得一致的观点,从而生态位的测度及应用也不同^[4~12]。

Hutchinson应用集合理论提出了 n 维生态位超体积定义^[1]。这一定义可以表达为,如果影响一物种 S_i 的独立变量可以表示为 n 个坐标轴,对于每一坐标轴,都存在物种 S_i 可以生存和繁殖的极限值,从而在极限值内坐标轴范围确定了 n 维坐标超体积 N_i ,其中之每一点相应于允许物种 S_i 无限期地生长的一个环境状态,则称这一超体积 N_i 为物种 S_i 的基础生态位(fundamental niche)。如果考虑物理的和生物的变量,那么一物种

本文1991年9月28日收到

的基础生态位将完全确定其生态学特性。Hutchinson同时指出,如果存在于一物种的基础生态位超体积中的条件都可以在群落环境的普通物理空间完全体现的话,那么后者相对于物种来说是完全的,但由于竞争和其它作用,物种可能不存在于基础生态位的某些部分,那么物种存在的这一缩小超体积称为它的实现生态位(realized niche)。

但是, n维超体积生态位定义的实际应用存在着不少困难。首先Hutchinson的定义存在着四点限制,尤其是“在一生态位的所有点意指相等概率的物种容忍性”以及“所有环境变量线性排列”的假设^[1]。因此,在严格意义上当应用维度形式的生态位涵义以及生态位空间是无限维时,不仅2个物种而且2个个体也不具有相同的生态位。

其次,按照Hutchinson的“实现生态位”定义,一个物种 S_1 的实现生态位是基于另一物种 S_2 的存在来考虑,那么如果考虑进第三个物种 S_3 , S_1 的实现生态位可能又变化。如图1中的二维生态位空间,根据集合理论, S_1 、 S_2 、 S_3 的基础生态位 N_1 、 N_2 、 N_3 可分别确定为 $((N_1 - N_2) + N_1 \cap N_2)$, $((N_2 - N_1) + N_1 \cap N_2)$ 和 $((N_3 - N_1) + N_1 \cap N_3)$, 而基于 S_2 , S_1 的实现生态位可确定为 $(N_1 - N_2)$, 或 $(N_1 - N_3)$ 如果基于 S_3 。或者根据Hutchinson的解释, S_1 可能由于竞争作用而不存在于 $N_1 \cap N_2$ 或 $N_1 \cap N_3$ 部分。因此 S_1 的实现生态位易于确定,但在这种情况下将无法确定其基础生态位,因为相交部分 $N_1 \cap N_2$ 或 $N_1 \cap N_3$ 可能难以观察或测定。

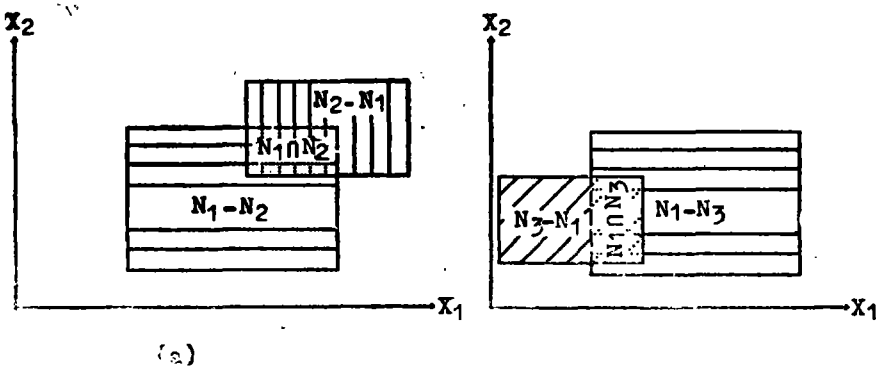


图1 物种 S_1 实现生态位: (a)基于物种 S_2 , (b)基于物种 S_3
 Fig.1 The realized niche of species S_1 (a) conditional on species S_2 , (b) conditional on species S_3

第三,按照Hutchinson的定义,仅当“基础生态位”被考虑时,物种的生态位才可能重迭,而它们的“实现生态位不相交”^[1]或重迭,如果“竞争排斥原理”成立的话。但是,现实情况下所观察到的物种生态位应是“实现的”而非“基础的”,而如果实现生态位毫不重迭,那么迄今所有有关生态位重迭的研究都成为多余。Hutchinson在他后来的著作^[13]中仍未提及“生态位重迭”。而且,随着所考虑的生态位维度的增加,物种生态位重迭或相交将降低且可能为零而导致基础生态位和实现生态位之间不存在区别。

将“基础生态位”称为“竞争前(pre-competitive)生态位”或“作用前(pre-in-

teractive)生态位”,而将“实现生态位”相应地称为“竞争后(post-competitive),生态位”或“作用后(post-interactive)生态位”^[14],也值得商榷。事实上,物种不存在于基础生态位超体积的某些部分,可能是由于竞争或其它作用,也可能是由于在一特定群落生境中环境特征组合的不完整。特别在野外调查这种不完整性经常出现。

1.2 涵义的改进

物种生态位在现实环境状况下确常发生重迭。为了避免“基础生态位”与“实现生态位”定义的混淆,我们提出,前者是针对一物种而后者是基于物种的一种群来定义。

基础生态位是一物种的属性。物种的基础生态位决定于它的生理学容忍性和要求,在n维生态位空间,它是一连续的实体,即超体积。而物种实现生态位则是在某一特定群落生境中该种群所处的环境参数所描述,在n维生态位空间,实现生态位有多种形状,可能是规则的也可能是不规则的。例如由二或多个离散的超体积所组成。在一特定群落,一物种的实现生态位取决于它的生理学容忍性(内因)和环境可利用性(外因)。

根据这种定义,同一物种的不同种群,或同一群落内不同物种之间的生态位差别可以确定。

考虑视为生态位维度的环境参数不应是无限的,而应是那些可测度的、对物种的生存和繁殖具有直接影响的变量。对于动物种,常着重考虑食物等可利用资源因子;而对于植物种,生态位维度不仅包括资源因子也应包括其它因子。

2 生态位中心点的涵义与测度

2.1 理论生态位中心点

一群落常由多个种群所组成,每个种群有其自己的生态位超体积,但最终考虑为生态位维度的是那些存在于群落环境下的参数,有学者提出一群落有其生态位超空间或超体积,而由组成物种的生态位超体积所组成^[15,16]。一个物种的实现生态位常由想象为“种群云”的物种适应所描述^[15,17]。

一物种的生态位中心点定义为在生态位空间具有最佳适应的位置。确定一个物种的生态位中心点具有重要意义,因为它给出了物种生长最佳的环境参数组合。

如图2,当仅考虑一环境参数(一生态位维)时,生态位中心点易于确定。假设考虑一连续变量,则物种适应曲线顶点的环境参数值即为生态位中心点(图2a);而如果考虑一离散变量,且物种在三个环境梯度的分布比例分别为 p_1 、 p_2 、 p_3 ,设 $p_1 > p_2 > p_3$,那么梯度 x_{11} 应是物种生存的最佳位置,即生态位中心点(图2b)。

问题在于当两或多个生态位维被考虑时。如图3,假设在2维生态位空间的2点 a_1 和 a_2 ,其坐标分别为 (x_{11}, x_{21}) 和 (x_{12}, x_{22}) 。而物种 S_1 在 a_1 的分布多度高于 a_2 ,即 S_1 生长在 a_1 (环境组合 (x_{11}, x_{21}))优于 a_2 (环境组合 (x_{12}, x_{22}))。但是,如果两个环境变量 x_1 和 x_2 被分开考虑,没有理由说 x_{11} 比 x_{12} 或 x_{21} 比 x_{22} 更适合于 S_1 的生存。例如 S_1 可能在点 (x_{11}, x_{22}) 生长优于点 (x_{11}, x_{21}) 。很明显多维生态位中心点的确定较为复杂,本文提出两种方法:

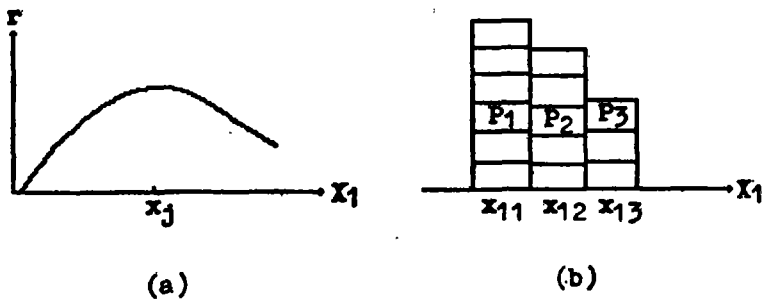


图2 单一变量X₁上确定物种生态位中心

Fig.2 Niche center (X_j and X₁₁) defined along a single resource variable X₁

(a)连续型变量: 对应于物种适应曲线上顶点j在轴X₁上的点X_j;

(b)离散型变量: 梯度X₁₁是物种生存的最佳位置

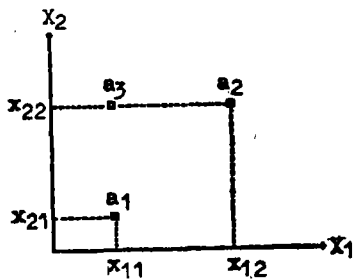


图3 在2维的生态位空间(种S₁在点a₁比在a₂具较高的性能, 即X₁和X₂在a₁的组合更适合种S₁的生长)

Fig.3 Two-dimensional niche space (Species S₁ has higher performance at point a₁ than at point a₂. The combination of X₁ and X₂ at point a₁ is better than the combination at point a₂ for S₁' survival)

①几何平均法。代表n个环境变量组合情况的一个状态可视为n维生态位空间的一点T_j, 设有m个点, 其坐标值分别为(x₁₁, x₁₂, ..., x_{1n}), (x₂₁, x₂₂, ..., x_{2n}), ..., (x_{j1}, x_{j2}, ..., x_{jn}), ..., (x_{m1}, x_{m2}, ..., x_{mn}), 其中x_{ji}为点T_j在第i轴上值, 因此生态位中心点c在第i轴上的坐标值上可确定为:

$$x_{ci} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m x_{ji} \tag{1}$$

即生态位中心点可确定为点(x_{c1}, x_{c2}, ..., x_{ci}, ..., x_{cn}), 这一环境变量组合可能存在也可能不存在于特定群落中, 称其为理论生态位中心。如图4 a中的2维生态位空间, 三个点的生态位中心点可确定为((x₁₁ + x₂₁ + x₃₁)/3, (x₁₂ + x₂₂ + x₃₂)/3)。

仅当不同环境变量组合, 即通常生态位测度中所指的资源状态(resource state), 或本文所讨论生态位空间的点, 在具体群落生境中具有相同可利用率或频率时, 公式(1)才成立。在具体野外研究中, 资源状态可利用率不同。设w_j为状态j的加权因子,

它与状态可利用率q_j相关, 且 $\sum_{j=1}^m q_j = \sum_{j=1}^m w_j = 1$, 因此公式(1)化为

$$x'_{ci} = \sum_{j=1}^m w_j \cdot x_{ji} \tag{2}$$

为了突出加权因子的作用，不采用 $w_j = q_j$ ，而令

$$w_j = q_j^2 / \left(\sum_{j=1}^m q_j^2 \right)$$

② 逐渐近似法。步骤如下：

a. 假设在 n 维生态位空间中 m 个点 T_1, T_2, \dots, T_m 两两之间距离为

$$d_{jk} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - x_{ki})^2}$$

从而产生半矩阵

	T_1	T_2	T_3	.	.	.	T_j	.	.	.	T_{m-1}
T_1	d_{21}										
T_2	d_{31}	d_{32}									
.					
T_j	d_{j1}	d_{j2}	d_{j3}	.	.	.					
.				
T_m	d_{m1}	d_{m2}	d_{m3}	.	.	.	d_{mj}	.	.	.	$d_{m(m-1)}$

首先考虑点 T_1 ，它与其它点之间距离分别为 $d_{21}, d_{31}, \dots, d_{m1}$ ，设 d_{21} 值最小，即与 T_2 的距离最短，故先选择 T_2 ，而 T_1 与 T_2 之间的形心 c_{21} 可根据公式 (2) 计算。

接着考虑 T_2 与其它点 (T_1 除外) 之间距离，设 d_{j2} 最短，因此 c_{j2} 可根据 (2) 确定。依此类推， T_j 与其它点 (T_1, T_2 除外) 的距离可确定，进而计算出 $m-1$ 个形心，而第 m 个在最后考虑的点与 T_1 之间确定。

b. 根据上述确定的 m 个形心，重复 a，这样逐渐下去，由 m 个形心组成的超体积逐渐变小，当达到一定精确度，如步骤 a 已重复 r 次，而 $\max(d_{jk}^{(r)}) < 5\% \cdot \max(d_{jk}^{(1)})$ ，可以停止，最后确定的超体积就是生态位中心点，其在第 i 轴上的区间值为 $[\min(x_i), \max(x_i)]$ 。图 4 b 是一个 2 维空间例子。

2.2 实现生态位中心点

公式 (1) 或 (2) 仅考虑了环境变量而忽略物种分布状况，或仅当物种在各状态具均匀分布才成立。换句话说，同一群落的不同物种的理论生态位中心点一致，这一点对于比较物种间的生态位分离具有重要意义^[18]。但是，现实情况下物种分布常是不均匀的。如图 4，假设物种在这些点的分布比例为 p_1, p_2, p_3 ，且 $\sum_{j=1}^m p_j = 1$ ，那么应考虑一加权因子，令

$$w_j = p_j^2 / \left(\sum_{j=1}^m p_j^2 \right)$$

则上式化为

$$x'_{ci} = \sum_{j=1}^m w_j \cdot X_{ji} \quad (3)$$

即从点 T_j 到生态位中心点的距离与物种在该点分布多度成正比。由公式(3)确定的 n 维生态位中心点 $(\bar{X}'_{c1}, \bar{X}'_{c2}, \dots, \bar{X}'_{cn})$ 称为实现生态位中心点。

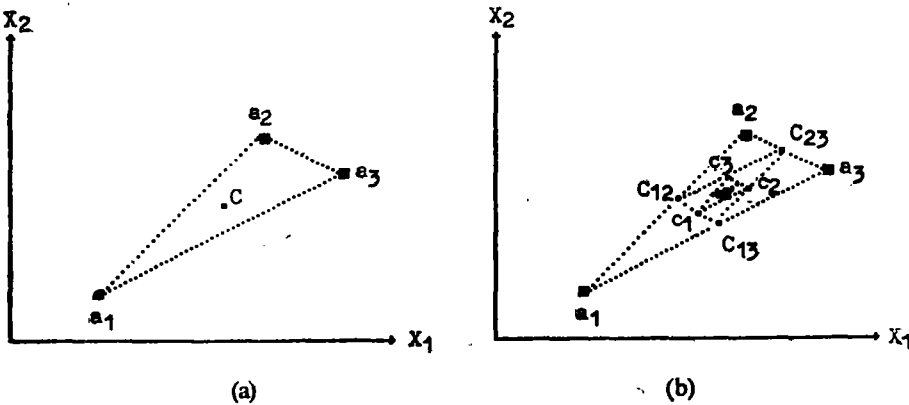


图4 物种生态位中心点的确定: (a)几何平均法, (b)逐渐近似法
Fig.4 Determining the niche center (a)arithmetic averaging method,
(b)successive approximation method

应用逐渐近似法时,第一次采用步骤a确定中心点应用公式(3),此后(步骤b)应采用公式(1)计算,因第2次以上已无需加权。

根据公式(3),群落中每一物种都有其实现生态位中心点。一个物种S的实现生态位中心点的到理论生态位中心点的距离称为生态位偏离:

$$r_s = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X'_{ci} - X''_{ci})^2} \quad (4)$$

在一定程度上与物种对环境适合状况成反比。

2.3 扩散系数

两个物种,尽管在生态位空间的分布完全不同,也有可能具相似或相同生态位中心点。如图5中的2维生态位空间, S_1 分布于 a_1, a_2, a_3 ,而 S_2 分布于 b_1, b_2, b_3 ,它们却具有相同的实现生态位中心点。

设从3个点到物种实现生态位中心点的距离分别为 d_1, d_2, d_3 ,则加权距离 $d = p_1 \cdot d_1 + p_2 \cdot d_2 + p_3 \cdot d_3$,可测定物种生态位扩散程度。一般地,设物种S在 n 维生态位空间有 m 个点,则生态位扩散系数为:

$$\Phi_s = \sum_{j=1}^m p_j \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ji} - X_{ci})^2}$$

当物种为均匀分布时的特殊情况时

$$\Phi'_s = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_{ji} - X_{ci})^2}$$

是以，一个物种的实现生态位中心点、生态位偏离和生态位扩散系数集中反映了一个物种在n维生态位空间的适应情况。

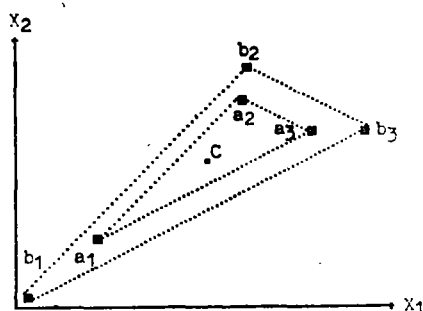


图5 在2维的生态位空间，2个具不同分布的物种具相同的生态位中心点，物种S₁分布于点a₁，a₂，a₃，而物种S₂分布于点b₁，b₂，b₃

Fig.5 Two-dimensional niche space. Two species having different distributions share the same niche center. Points a₁, a₂, a₃, refer to species S₁'s dispersion and points b₁, b₂, b₃ refer to species S₂'s dispersion

3 实例

3.1 数据来源

我们以亚热带常绿阔叶林的典型代表、广东鼎湖山厚壳桂 (*Cryptocarya*) 群落为例加以说明。有关群落与环境变量(土壤因子)的取样已有过报道^[19,20]。

基于n维生态位空间分割法^[20]，我们可将n维生态位空间中的一个分室(资源状态)视为本文涵义下的生态位空间的一个点T，也即某一环境变量所划分的梯度之中点就代表该生态维在该梯度区间的座标值。

以不同环境变量组合来改变生态位空间的维度：

维 数	1	2	3	4
环境变量组合	-N	-N,P	-N,P,K	-N,P,K,Ca

每个变量同样划分为6个区间^[20]，根据公式(2)和(3)可计算理论与实现生态位中心点。当计算生态位偏离与扩散系数时，由于各测定因子之间度量的差异，故每个测度值根据各变量最大值标准化为[0,1]之间的值，再用公式(4)和(5)计算。

为了确定区间划分对生态位中心点测度的影响，在1维测度(土壤N)时同样划分

为 3、4、8、或10个区间^[18],再分别计算各情况下的生态位中心。

上述计算过程以C++语言编成程序,连同多维生态位宽度、重迭、分离等测度的计算程序一起,收入“植物结构分析软件GING KO V1.0”^[21]中“生态位分析”模块。

3.2 结果

35个物种在3维生态位空间和实现生态位中心点示于图6。从而“生态位分离的物种……可以排序于生态位空间”^[8]成为可能。

物种在4维生态位空间和中心点、偏离值与扩散系数列于表1。

很明显,物种的最佳适应存在着差异,优势乔灌木,如黄果厚壳桂、云南大沙叶、椎树和九节,占据于排序空间的中心,而重要值较低的物种,如橄榄、光叶山黄皮、岭南山竹子、鸭脚木、茱砂根、三叉苦等,分布于排序空间边缘(图6)。一些种对,如黄果厚壳桂与云南大沙叶,红车与荷树,罗伞与白颜树,白车与谷木,它们具有较高生态位重迭值^[20],因而也具有相近生态位中心点。

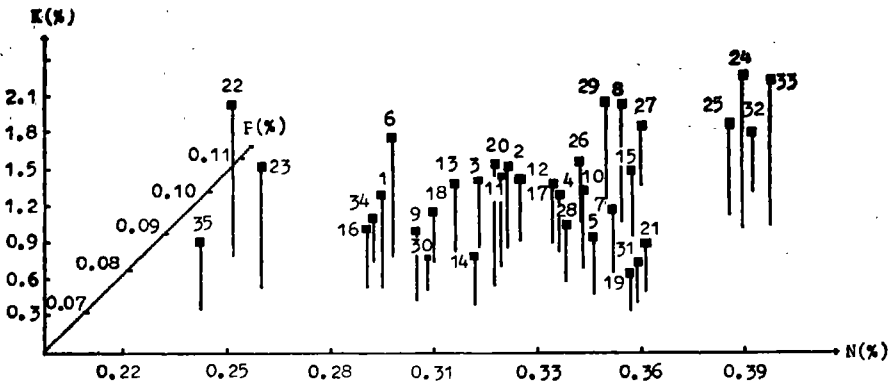


图6 在3维生态位空间(土壤N,P,K)中35个物种的生态位中心点(种号参见表1)

Fig.6 Species niche centers in the space of soil N, P and K

(Numbers correspond to species names in Tab.1)

优势种群,如黄果厚壳桂,具较低偏离值 γ_s ,而扩散系数在同一群落的不同种群之间差异并不明显。值得指出的是不同土壤因子对物种影响大小不同,因而一旦不同变量之间的差异可以测定,就需考虑进一步加权因子,这些尚有待进一步探讨。

在生态位维(土壤N)划分为不同数目区间的1维生态位空间情况下,所测定的值列于表2。基本上,物种实现生态位中心点的测度对变量的区间划分(梯度)不甚敏感,因而也说明了这种方法的可行性。

表1 在4维生态位空间(土壤N,P,K,Ca)中35个物种的生态位中心点, 生态位偏离值 γ_s 及生态位扩散系数 Φ_s

Tab. 1 Species niche centers, niche center deviations (γ_s) and niche diffusion indices (Φ_s) in the niche space of soil N, P, K, and Ca. The methods are described in the text

种号	种名	物种生态位中心点				偏离值 γ_s	扩散系数 Φ_s
		N	P	K	Ca		
1	厚壳桂 <i>Cryptocarya chinensis</i>	.276	.083	1.206	.009	.14	.30
2	黄果厚壳桂 <i>Cryptocarya concinna</i>	.319	.089	1.115	.009	.04	.30
3	云南大沙叶 <i>Aporosa yunnanensis</i>	.307	.089	1.059	.012	.11	.33
4	椎树 <i>Castanopsis chinensis</i>	.322	.091	1.080	.008	.09	.28
5	红车 <i>Syzygium rehderianum</i>	.335	.080	.966	.009	.11	.33
6	肖蒲桃 <i>Acmena accuminatissima</i>	.276	.086	1.376	.009	.20	.29
7	荷树 <i>Schima superba</i>	.320	.082	.988	.009	.10	.32
8	柏拉木 <i>Blastus cochinchinensis</i>	.342	.097	1.624	.010	.27	.32
9	罗伞 <i>Ardisia quinquegona</i>	.301	.080	.758	.008	.21	.30
10	陈氏钩樟 <i>Lindera chunii</i>	.331	.085	1.050	.011	.05	.26
11	小盘木 <i>Microdosmis caseariifolia</i>	.316	.087	.948	.018	.46	.46
12	水石梓 <i>Sarcosperma laurinum</i>	.311	.089	.890	.008	.14	.30
13	红皮紫椴 <i>Craibiodendran kwangtungense</i>	.302	.086	1.014	.008	.14	.23
14	光叶红豆 <i>Ormosia glaberrima</i>	.302	.076	.836	.008	.21	.31
15	降真香 <i>Acronychia pedunculata</i>	.365	.093	.915	.009	.17	.30
16	白车 <i>Syzygium levinei</i>	.275	.080	.749	.008	.25	.29
17	九节 <i>Psychotria rubra</i>	.321	.087	1.175	.010	.05	.31
18	白颜树 <i>Gironniera subaequalis</i>	.300	.085	.753	.013	.24	.31
19	豺皮樟 <i>Litsea rotundifolia</i> var. <i>oblongifolia</i>	.349	.074	.684	.008	.28	.29
20	柬埔寨新木姜 <i>Neolitsea cambodiana</i>	.316	.080	1.494	.011	.21	.22
21	黄叶树 <i>Xanthophyllum hainanense</i>	.355	.079	.891	.009	.17	.31
22	橄榄 <i>Canarium album</i>	.243	.087	2.041	.016	.59	.57
23	光叶山黄皮 <i>Randia canthioides</i>	.233	.076	1.512	.009	.33	.37
24	岭南山竹子 <i>Garcinia oblongifolia</i>	.388	.094	2.022	.011	.48	.45
25	鸭脚木 <i>Schefflera octophylla</i>	.378	.100	.898	.010	.21	.36
26	薄叶胡桐 <i>Calophyllum membranaceum</i>	.341	.095	1.095	.009	.09	.26
27	亮叶猴耳环 <i>Pithecellobium lucidum</i>	.353	.108	.948	.011	.22	.22
28	网脉山龙眼 <i>Helicia reticulata</i>	.319	.086	.928	.008	.13	.16
29	粗叶木 <i>Lasianthus chinensis</i>	.324	.093	1.297	.011	.11	.34
30	罗浮柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	.311	.085	.675	.012	.24	.29
31	黄杞 <i>Engelhardtia roxburghiana</i>	.353	.073	.674	.008	.28	.28
32	珠砂根 <i>Ardisia crenata</i>	.371	.102	.922	.010	.20	.33
33	三叉苦 <i>Evodia lepta</i>	.389	.097	1.981	.011	.17	.46
34	谷木 <i>Memecylon ligustrifolium</i>	.280	.087	.674	.008	.26	.26
35	白木香 <i>Aquilaria sinensis</i>	.215	.074	.928	.013	.35	.36

表2 坐标轴划分为不同数目区间的1维生态位空间(土壤N)的物种生态位中心点
 Tab. 2 Species niche centers in the niche space of soil N conditional on
 different numbers of intervals

种号 no.	区间数目				
	3	4	6	8	10
1	.269	.264	.262	.275	.272
2	.305	.305	.303	.307	.312
3	.298	.306	.304	.292	.296
4	.318	.320	.317	.325	.330
5	.311	.322	.312	.332	.329
6	.257	.261	.271	.296	.297
7	.274	.261	.275	.289	.309
8	.339	.317	.328	.328	.338
9	.304	.301	.296	.300	.303
10	.299	.301	.312	.319	.334
11	.298	.325	.316	.339	.331
12	.297	.275	.297	.300	.324
13	.276	.287	.292	.300	.316
14	.270	.277	.278	.286	.280
15	.347	.332	.328	.283	.288
16	.268	.260	.273	.280	.288
17	.315	.302	.312	.323	.318
18	.275	.262	.251	.226	.235
19	.353	.352	.345	.356	.353
20	.297	.324	.315	.311	.330
21	.365	.364	.352	.361	.364
22	.225	.270	.243	.257	.243
23	.238	.227	.213	.244	.250
24	.370	.378	.387	.362	.393
25	.365	.378	.385	.364	.366
26	.337	.326	.336	.339	.339
27	.371	.325	.353	.339	.353
28	.301	.329	.320	.316	.311
29	.306	.267	.252	.228	.238
30	.298	.307	.302	.301	.303
31	.371	.380	.353	.366	.375
32	.336	.360	.358	.309	.320
33	.371	.380	.389	.389	.395
34	.298	.271	.280	.257	.266
35	.226	.224	.211	.238	.225

参 考 文 献

- 1 Hutchinson G E. Cold Spring Harbor Symp Quant Biol, 1957, 22: 415~427
- 2 Beals E W. Science, 1969, 165: 981~985
- 3 Johnson R H. Carnegie Institution of Washington Publ, 1910, 122
- 4 Grinnell J. Auk, 1917, 34: 427~433
- 5 Grinnell J. Ecology, 1924, 5: 225~229
- 6 Elton C. Animal Ecology. London: Sidgwick & Jackson, 1927
- 7 Maguire B. Jr Am Nat, 1967, 101: 515~523
- 8 Whittaker R H. Biol Rev, 1967, 42: 207~264
- 9 Wuenscher J E. J Theor Biol, 1969, 25: 436~443
- 10 Kroes HW. J Theor Biol, 1977, 65: 317~326
- 11 Steinmuller K. Biom J, 1980, 22: 211~228
- 12 王刚等, 生态学报, 1984, 4: 119~127
- 13 Hutchinson G E. An Introduction to Population Ecology. New Haven and London: Yale University Press, 1978
- 14 Pianka E R. Competition and niche theory. In: R.M. May (ed.), Theoretical Ecology: Principles and applications. Oxford, 1976. 114~141
- 15 Whittaker R H, Levin S A. Niche: Theory and Application. [Dowden, Hutchinson & Ross. Intl. 1975. 280, 384
- 16 Feoli E, Ganis P, Zerihum Woldu. Coenoses, 1988, 3: 79~82
- 17 Whittaker R H, Levin S A, Root R B. Am Nat, 1973, 107: 321~338
- 18 余世孝, 奥罗西. 植物生态学与地植物学学报, 1993, 17: 253~263
- 19 Yu S X, Orłóci L. Coenoses, 1989, 4: 39~45
- 20 Yu S X, Orłóci L. Coenoses, 1990, 5: 159~166
- 21 Yu S X, Orłóci L. Structural Analysis of Vegetation, 1993, [SPA Academic Publishing bv, The Hague (in press)

On the Implications of Fundamental, Realized Niche and Niche Center

Yu Shixiao* L. Orłóci

Abstract The implications of fundamental and realized niche proposed by Hutchinson in 1957 are discussed. Species realized niche will never overlap based on his definition, contracting with that in the realistic environmental array. To remedy the confusion in using the concepts of fundamental and realized niche, we suggest that these two notions should be defined for a species or a species population

individually. A species fundamental niche will not be confined in a particular community but in its areal or even in some hypothesized environmental [characteristic combination which allows the species to survive and reproduce, i.e., fundamental niche is determined by the species physiological tolerance or requirements. It should be an entity or hypervolume in the n-dimensional niche space. A species realized niche is described as the environmental characteristic combinations that surround a species population in a particular community. In the niche space, it is manifold. Another new concept, niche center, is defined as the point or a compartment where the species response is optimal within the niche space. When a species distribution is ignored or the species has a homogenous distribution within the available compartments of the compartmentalized niche space, the point defined is called its theoretical niche center. Usually species distribution is uneven and the point defined is called its realized niche center. The distance from a species realized center to theoretical niche center is defined as its niche deviation. And the degree of a species niche hypervolume diffuse within the niche space is described with the niche diffusion index. Formulae are proposed for such metrics and an example from a south China subtropical evergreen forest community is presented.

Keywords: niche, niche center, niche diffusion index, species, forest

* Department of Biology, Sunyatsen University, Guangzhou, China