



长白山阔叶红松林 树木生长的驱动因素

张昭臣

沈阳应用生态研究所

2012.11.5



引言

- 生长是森林中树木动态变化的重要组成部分。生物因素、非生物因素对树木生长的影响则反映了各物种不同的生活史对策。通过对驱动树木生长因素的研究不仅可以预测物种多度，群落组成以及群落生物多样性变化，还能预测森林的动态变化以及碳储量的变化等
- 树木的生长受到其**径级大小**以及周围**环境资源**的影响。树木生长还受到许多因素影响，比如年龄、立地条件、林分类型等



生长假说

➤ **代谢生态学理论:**

$$dD/dt = ce^{1/3}$$

➤ **密度依赖(Density-dependence):**

负密度依赖 (Negative density-dependence)

正密度依赖 (Positive density-dependence) (生物因素)

➤ **生态位分化(Niche):**

生态位分化导致各物种生长率的不同(非生物因素)

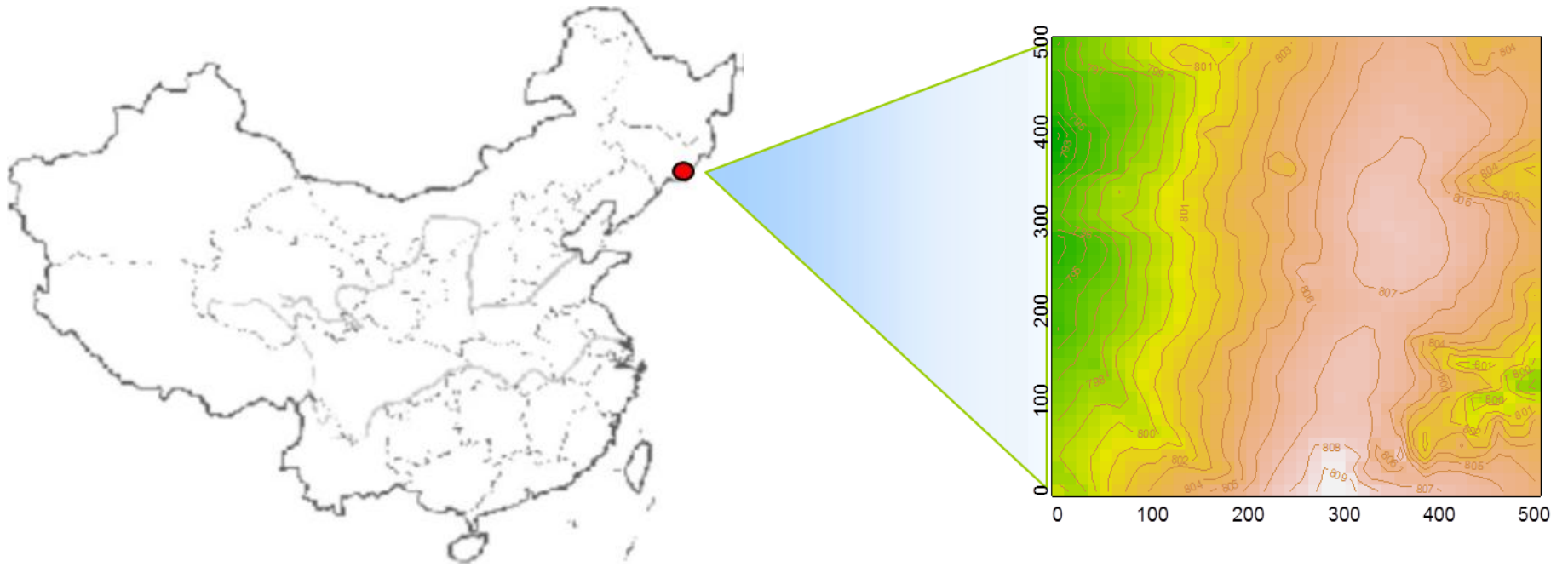


科学问题

- 不同径级的树木生长率为何不同？
- 生物因素和非生物因素中哪个对树木生长的影响更大？
- 不同生态习性 (Ecological guilds) 的树木生长速率及影响因素是否相同？



长白山样地介绍





阔叶红松林25ha样地

	2004年	2009年	数量差
物种数	54	51	-3
独立个体数量	36910	34927	-1981
带分支个体数量	59140	58683	-455
Basal Area (m ² /hm ²)	43.746	44.519	0.773
特有物种	东北茶藨 花楸 山刺玫		





两次调查数据比较

Date 2004	Date 2009	socode	tag	gx	gy	Dbh 2004	Dbh 2009	Status 2004	Status 2009
2004/7/8	2009/7/12	BETPLA	2106065	111.31	400.38	23.9	NA	alive	D
2004/7/8	2009/7/12	ACEGIN	2106070	113.36	403.22	1.2	2.31	alive	alive
2004/7/14	2009/7/12	PINKOR	2107211	131.64	403.66	30.2	31.5	alive	alive
2004/7/8	2009/7/12	MAAAM	2106067	111.37	403.43	15	NA	alive	D
2004/7/8	2009/7/12	CORMA	2106066	111.22	402.54	2	2.16	alive	alive
2004/7/8	2009/7/12	ACEMO	2106217	112.25	403.58	9.2	9.70	alive	alive
2004/7/14	2009/7/12	ACEMO	2107053	133.6	404.64	1	1.97	alive	alive
2004/7/14	2009/7/12	ACEMO	2107052	133.34	404.21	NA	1.18	NA	alive
2004/7/8	2009/7/12	ACEMO	2106069	113.36	403.22	7.5	8.90	Alive	alive
2004/7/14	2009/7/12	TILAMU	2107051	130.99	404.02	9.2	8.95	alive	alive



数据分析

➤ 群落水平上的分析：

广义线性混合模型（GLMM）

➤ 不同生态习性上的分析：

耐阴性： Shade-tolerant、Mid-tolerant和Light-demanding

径级大小： Small trees(1-20cm)、Medium trees(20-40cm)和

Large trees(>40cm) 考虑乔木、灌木差异

稀有度： Very rare (1-100)、Rare (100-1000)、

Common (1000-5000)、Very common(>5000)



影响生长速率的因素验证

➤ 径级大小:

➤ 生物因素:

1.中心个体20m范围内, 所有邻近个体的BA总和

(total basal area of neighbors)

2.中心个体20m范围内, 同种个体的BA总和/(所有个体的BA总和)

(the frequency of conspecifics)

➤ 非生物因素:

1. 地形因素: 海拔、坡度、凹凸度

2. 土壤因子: pH、有机物、有效氮、有效磷、有效钾、全氮、全磷、全钾



模型构建

➤ GLMM模型选择 (AIC):

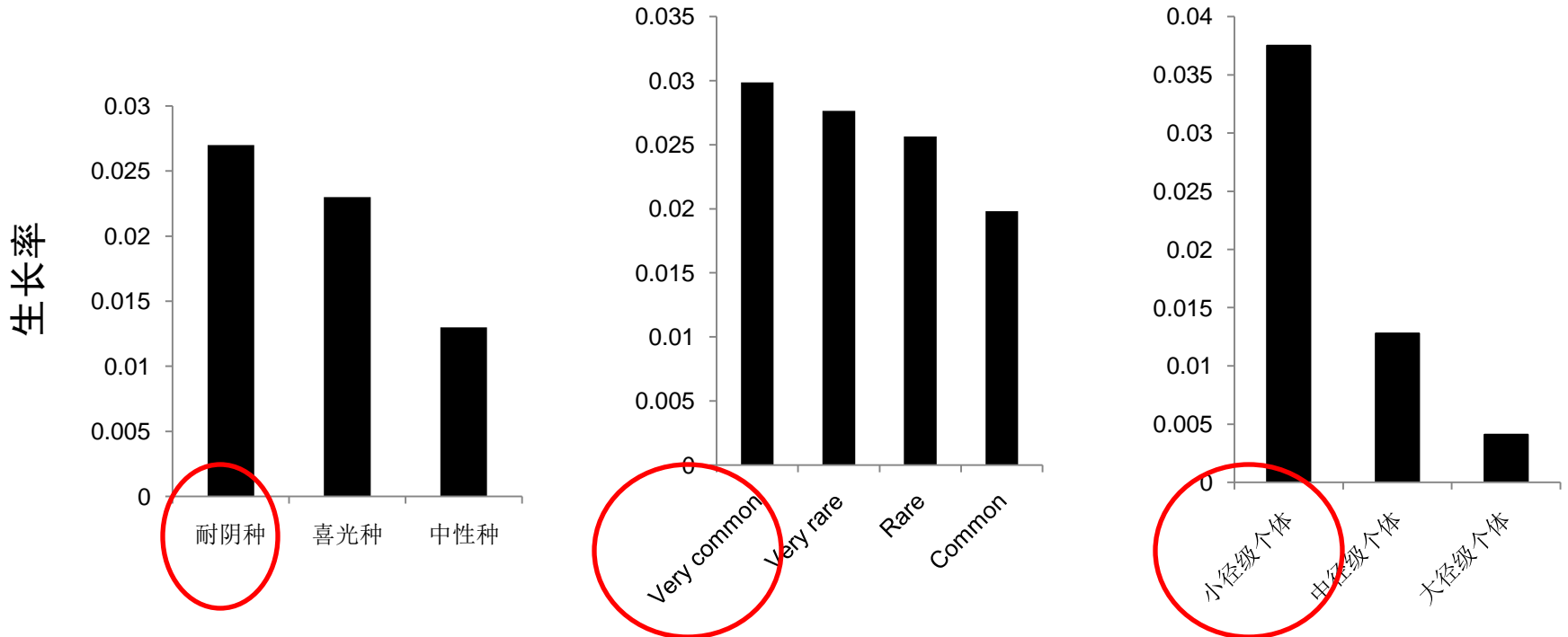
-
1. 生物因子 $\log(p_{ij}) = \alpha + \beta_1 \times \text{Diam}_{ij} + \beta_2 \times \text{Biotic}_{ij}$
2. 非生物因子: $\log(p_{ij}) = \alpha + \beta_1 \times \text{Diam}_{ij} + \beta_3 \times \text{Abiotic}_{ij}$
3. 所有因子: $\log(p_{ij}) = \alpha + \beta_1 \times \text{Diam}_{ij} + \beta_2 \times \text{Biotic}_{ij} + \beta_3 \times \text{Abiotic}_{ij}$



结果(一): 生长率比较

不同生态习性生长率比较:

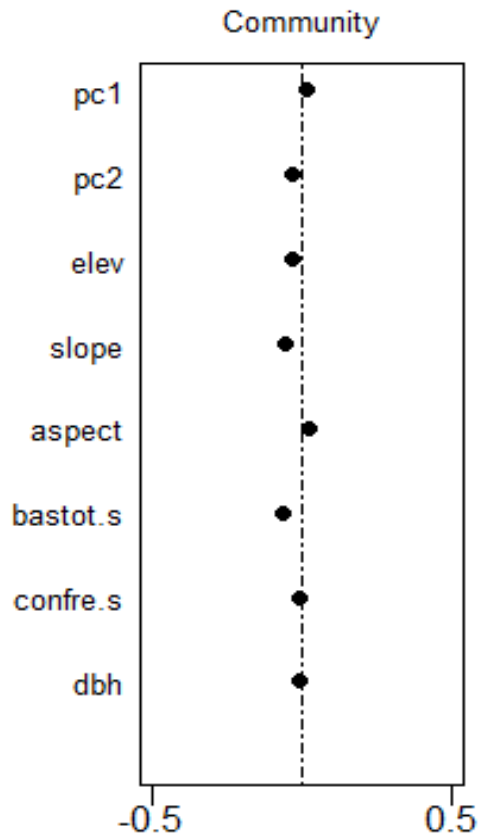
$$\text{生长率} = (\ln dbh1 - \ln dbh0) / (t1 - t0)$$





结果(二): 模型筛选结果

群落水平
上:

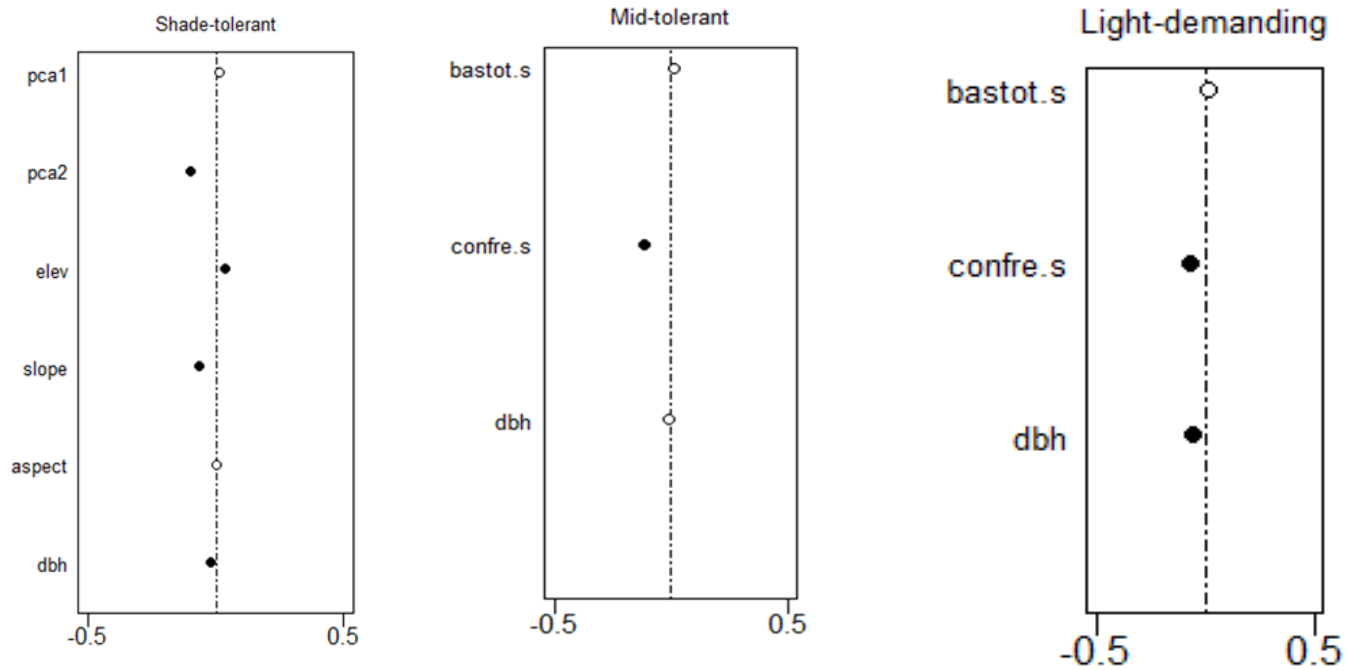


备选模型	AIC (所有物种)
生物因素	64514.36
非生物因素	64309.59
所有因子	64291.83



结果(二): 模型筛选结果

耐阴性:

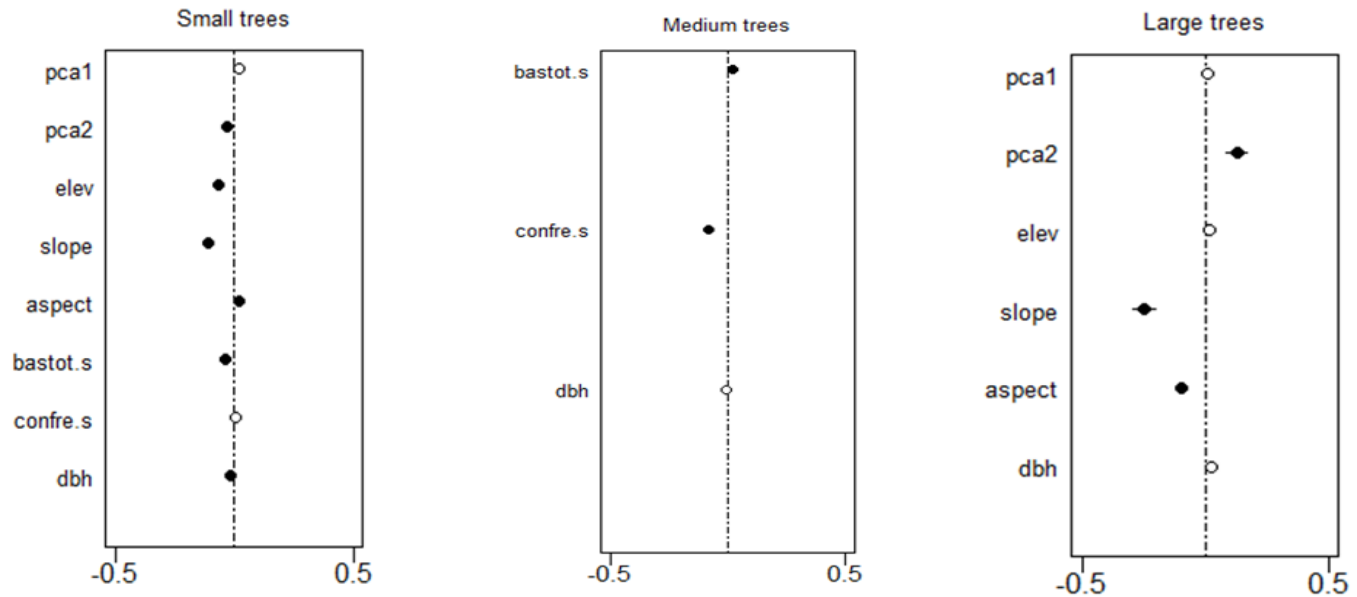


备选模型	耐阴种	中性种	喜光种
生物因素	50466.65	8861.609	5118.085
非生物因素	50202.97	8918.636	5131.131
所有因子	50211.79	8886.243	5140.921



结果(二): 模型筛选结果

不同径级:

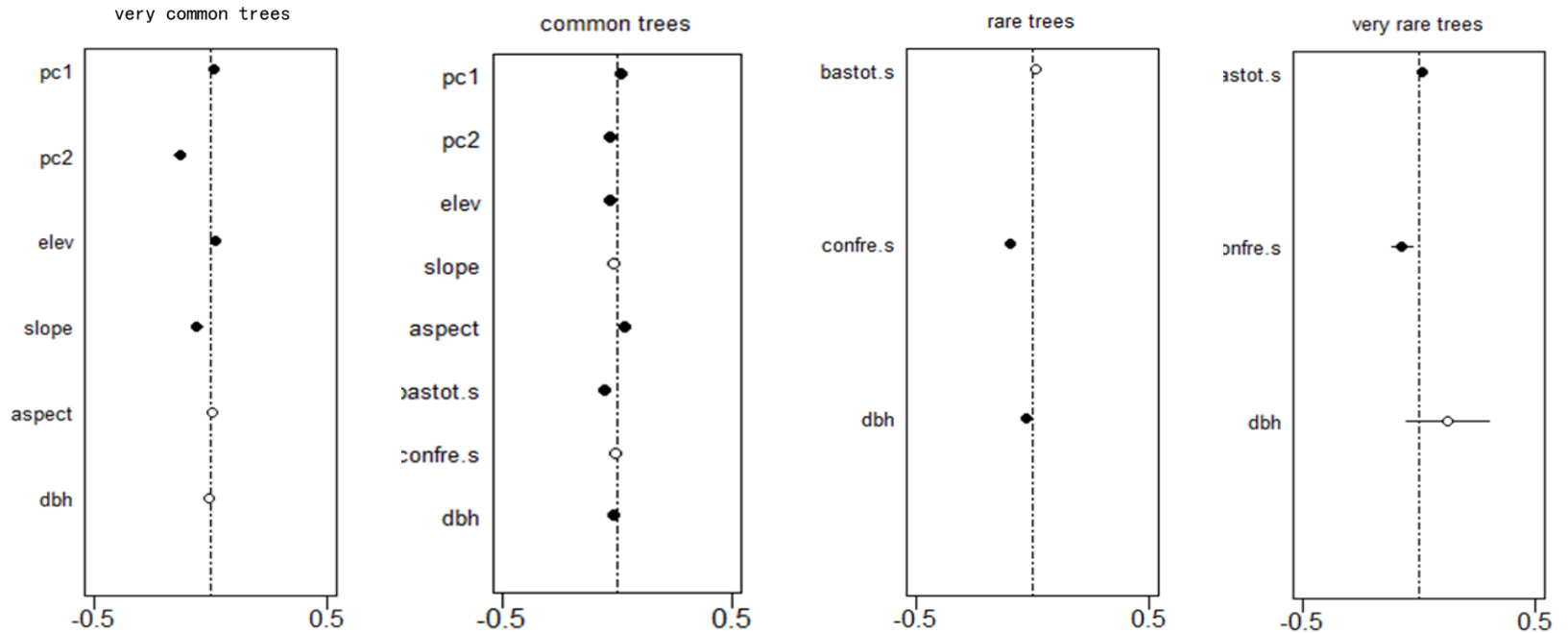


备选模型	根据树木径级分类		
	小径级树	中径级树	大径级树
生物因素	52679.91	6298.419	5406.774
非生物因素	52451.97	6322.737	5399.712
所有因子	52448.04	6323.514	5405.159



结果(二): 模型筛选结果

不同多度:



备选模型	根据多度分类			
	非常稀有	稀有	常见	非常常见
生物因素	948.1976	10463.6	17995	18978.52
非生物因素	986.3876	10567.89	18106.89	19633.54
所有因子	979.9626	10469.43	17876.88	18876.36



结论

- 在群落水平上，所有生物因子及非生物因子均对树木生长起到了一定的作用，除了凹凸度和土壤因子以外，其他因子都与树木生长呈负相关关系。
- 非生物因子中，土壤因子和地形因子对树木的生长都有影响。例如在大径级个体中，土壤因子表现为正相关，而地形因子表现为较为强烈的负相关关系。



结论

- **total basal area of neighbors** 和 **the frequency of conspecific neighbors** 两个因子与树木生长呈负相关关系，表明长白山阔叶红松林中存在负密度制约效应。
- 树木的初始胸径对树木生长作用明显，除了对稀有种呈轻微的正相关外，基本成负相关关系。



缺点和不足

- 树木生长是一个长期而复杂的过程，受到众多因素的影响。由于各种限制，该分析中只采用了5年间的调查数据。
- 树木生长除了受到上述因素的影响外，气候变化、降水、光照等其他因素也会对其产生影响。

谢谢

