

中国生态大讲堂**2006**年冬季学术研讨会



凋落物跨区域分解长期观测与试验研究

周国逸 官丽莉 张德强

中国科学院鼎湖山森林生态系统定位研究站

内 容

- 1、目的意义——科学问题与需求
- 2、国内外同类研究介绍
- 3、观测与实验设计
- 4、长期观测与运行
- 5、主要观测与实验结果
- 6、今后研究设想

1、目的意义

1.1 凋落物分解的重要性

Decomposition is central to the normal functioning of ecosystems; it is estimated that 80-90% of all net primary production in terrestrial ecosystems is recycled by decomposers (Odum, 1971).

凋落物的凋落与分解是森林生态系统内部所有能量流动与物质循环的关键过程。

在物种更新及可持续发展、养分转移、水分存贮及系统中物种多样性的保育等方面起着无可替代的作用。



1.2 科学问题

不同的气候类型分布着不同的森林群落，而**地带性森林群落**无疑是最适应该分布区域气候条件的。而它的适应性机制是什么？对环境变化是如何响应的？通过地带性森林凋落物、粗死木归还量及其动态的观测研究，分析地带性森林凋落物的动态变化与气候环境因子的相互关系，探讨地带性森林对环境变化的响应与适应机制。

A、森林凋落物动态对气候环境变化的响应与适应策略

B、森林凋落物的化学组成与区域气候环境的适应性机制



1.2 科学问题

凋落物分解主要受环境条件、凋落物质量及土壤微生物和动物等因素的影响。Although decomposition has now been extensively studied in a variety of ecosystems with a variety of substrates, reliable generalizations have remained elusive (Taylor et al. 1988)。跨区域分解实验有助于探明凋落物的影响因素及其调控机理，并阐明凋落物分解过程对全球变化的响应与适应机制。而CERN和国家台站网络为这一实验的开展提供了有利的条件。

C、凋落物分解过程及其调控机理

D、全球变化对凋落物分解影响的跨区域实验



1.3 实际需求

A、学科发展的需求

凋落物分解逐步趋于宏观、大尺度规律性的研究和微观调控机理的探讨两个方面。跨区域交互实验是兼顾两个尺度研究的最佳途径。

B、国家需求

通过跨区域交互分解试验，探讨在水热驱动因子可能发生位移情况下不同森林类型与其土壤的物质交换和能量流动规律，阐明凋落物分解过程对气候环境变化的响应与适应，揭示森林生态系统植被与土壤联系的关键过程，为研究全球变化环境下森林C循环、N循环及其他物质循环规律奠定关键过程上的研究基础，进一步提高我国在全球变化研究领域的地位。



2、国内外同类研究介绍

2.1 US LIDET (Longterm Intersite Decomposition Experiment)

纬度跨度：55个纬度，从64° 45' N(Alaska)–9° 10' N(Panama);

研究站点：28个，其中有17个LTER的站点参与；

凋落物种类：Leaf、Wood、Fine Root，并涉及多种生态系统类型

实验起始时间：1990年9月，持续10年。

方法：分解袋法，地表、掩埋

样品分析中心：所有样品统一送往Oregon State University分析

实验目的：to test the effect of substrate quality and macroclimate on

long-term decomposition and nutrient dynamics.

该实验侧重大尺度规律性的研究

主要研究论文

- Bryant, D.M., Holland, E.A., Seastedt, T.R., Walker, M.D. 1998. Analysis of litter decomposition in an alpine tundra. ***Canadian Journal of Botany*** 76:1295-1304
- Currie, W. S. and J. D. Aber. 1997. Modeling leaching as a decomposition process in humid, montane forests. ***Ecology*** 78(6): 1844-1860.
- Currie, W. S., K. J. Nadelhoffer and J. D. Aber. 1999. Soil detrital processes controlling the movement of ¹⁵N tracers to forest vegetation. ***Ecological Applications*** 9:87-102.
- Gholz, H. L, D. A. Wedin, S. M. Smitherman, M. E. Harmon, and W. J. Parton. 2000. Long-term dynamics of pine and hardwood litter in contrasting environments: Toward a global model of decomposition. ***Global Change Biology*** 6:751-765.
- Moorhead, D. L., W. S. Currie, E. B. Rastetter, W. J. Parton, and M. E. Harmon. 1999. Climate and litter quality controls on decomposition: an analysis of modeling approaches. ***Global Climate Change*** 13:575-589.
- O'Lear, H. A., T. R. Seastedt, J. M. Briggs, J. M. Blair, and R. A. Ramundo. 1996. Fire and topographic effects on decomposition rates and N dynamics of buried wood in tallgrass prairie. ***Soil Biol. Biochem.*** 28:323-329.
- Parton, W. J., D. S. Ojima, C. V. Cole, and D. S. Shimel. 1994. A general model for soil organic matter dynamics: sensitivity to litter chemistry, texture, and management. ***Soil Science Society of America Special Publication*** 39:147-167.
- Bolster, K. L., M. E. Martin, and J. D. Aber. 1996. Determination of carbon fraction and nitrogen concentration in tree foliage by near infrared reflectance: a comparison of statistical methods. ***Canadian Journal of Forest Research*** 26:590-600.

2.2 CIDET (Canadian Intersite Decomposition Experiment)

纬度跨度：21个纬度，从68° N—47° N；

研究站点：21个；

凋落物种类：Leaf、Wood

方法：分解袋法

实验起始时间：1992年，持续10年。11000个分解袋

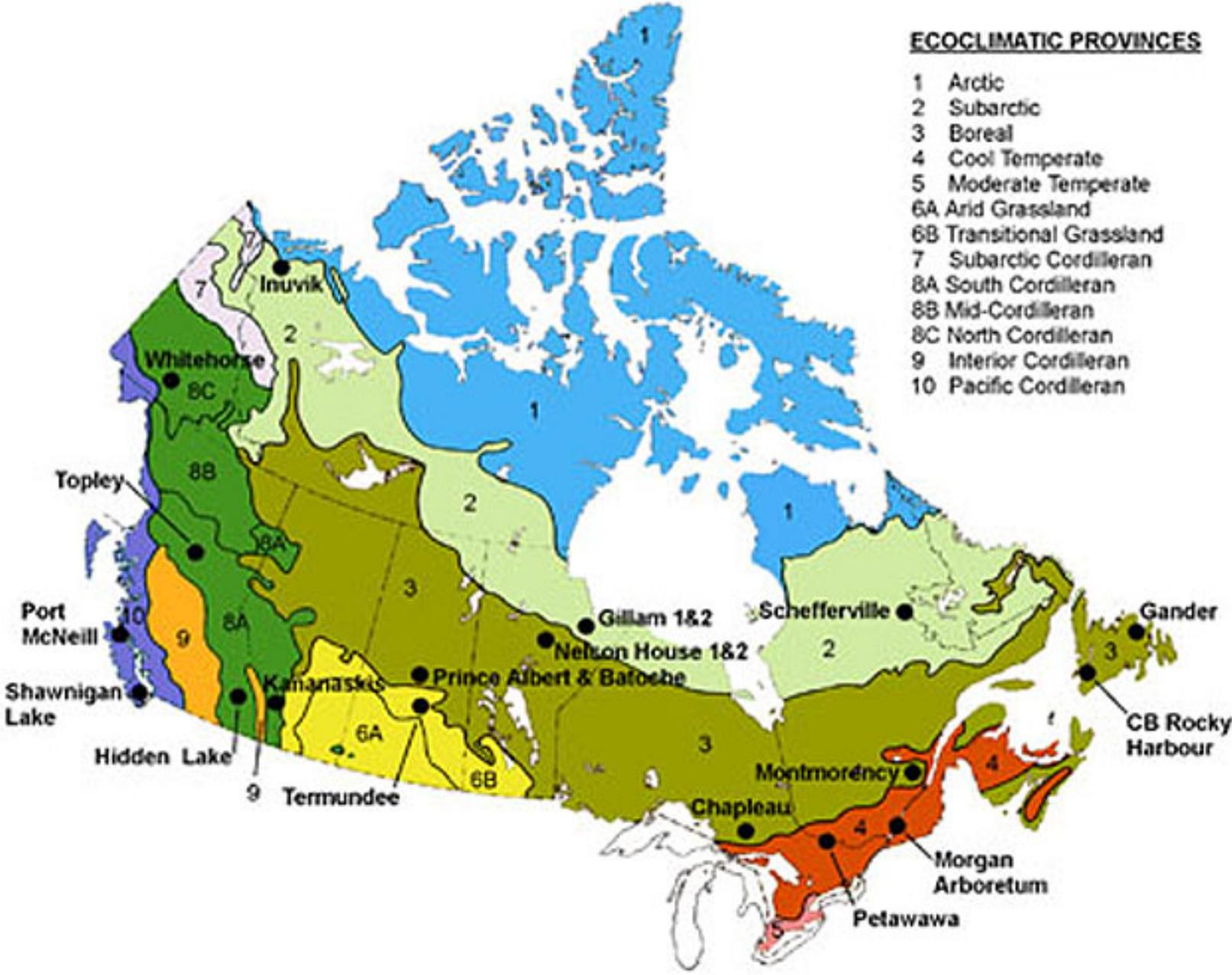
分析项目：失重率、C、N、P含量

实验目的：

- 1) 探讨不同生态气候区凋落物长期分解速率和养分矿化速率
- 2) 试验凋落物化学性质和气候环境对凋落物长期分解速率的影响
- 3) 样地条件和小气候环境对分解速率的重要性
- 4) 水分条件对分解速率的影响
- 5) 大尺度凋落物分解格局的探讨

ECOCLIMATIC PROVINCES

- 1 Arctic
- 2 Subarctic
- 3 Boreal
- 4 Cool Temperate
- 5 Moderate Temperate
- 6A Arid Grassland
- 6B Transitional Grassland
- 7 Subarctic Cordilleran
- 8A South Cordilleran
- 8B Mid-Cordilleran
- 8C North Cordilleran
- 9 Interior Cordilleran
- 10 Pacific Cordilleran



2.3 北欧Climate transect (Sweden)

纬度跨度：10个纬度 (56-66° N)

实验点：14个

实验材料：针叶—Norway spruce (*Picea abies* (L.))

试验时间：1992年

主要研究内容：

- 1) 环境因素 (AET) 与凋落物分解速率的关系；
- 2) 凋落物初始质量与凋落物分解速率的关系；
- 3) 矿质元素动态变化与凋落物分解速率的关系

该实验更侧重机理的研究



主要结论:

- 1) 凋落物第一年分解速率与环境因子 (AET) 并没有很好的相关关系, 而与凋落物初始质量紧密相关;
- 2) Mn 的是影响凋落物分解速率的重要因子, 因为, 凋落物在分解过程中 Mn 的含量与 lignin 含量始终紧密相关;
- 3) 在这个气候带, 环境因素不是控制凋落物分解速率的主要因素或者说影响较小。



2.4 LIDET-China

纬度跨度：约27个纬度 (尖峰岭—帽儿山)

实验站点：9个 (6个侧重热量梯度，5个侧重水分梯度)

凋落物：凋落叶 (阔叶、针叶)

方法：分解袋法

实验时间：2002年—2005年

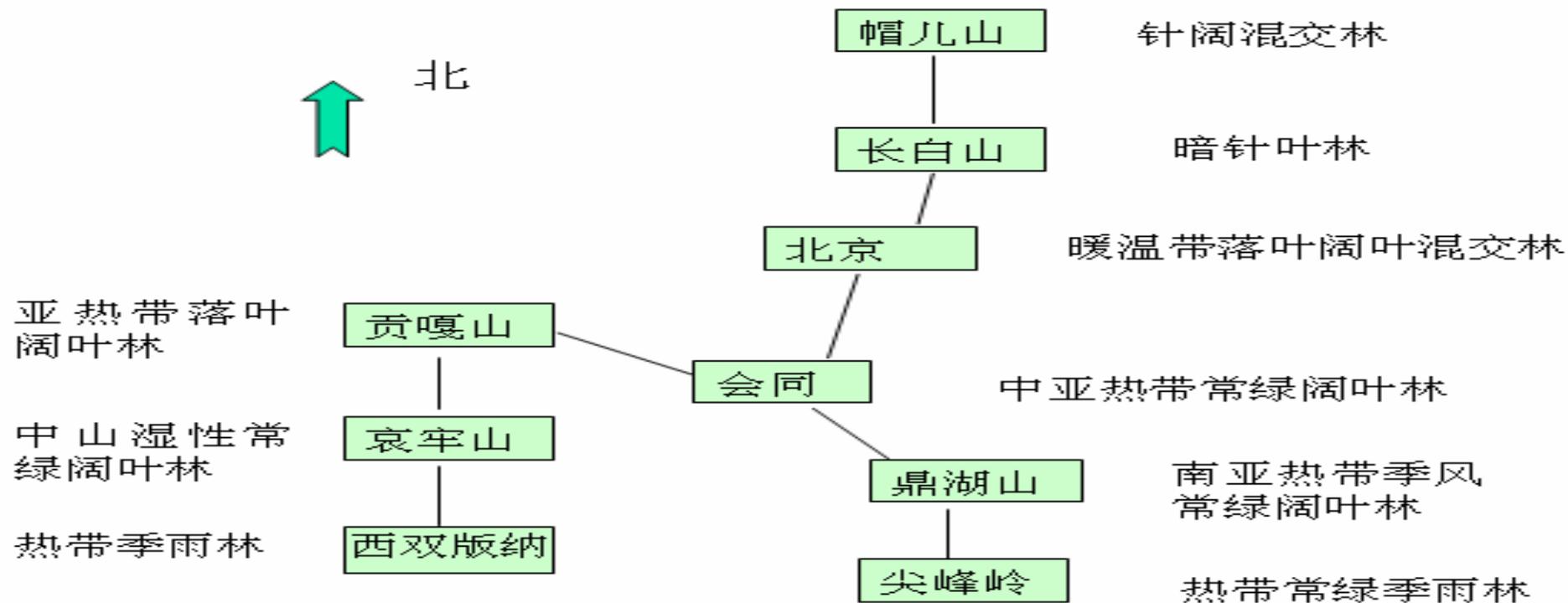
目的：

- 1) 国内大尺度森林凋落物分解格局
- 2) 水热因素对凋落物分解速率的影响
- 3) 凋落物质量对凋落物分解速率的调控机理
- 4) 凋落物分解过程对全球变化的响应

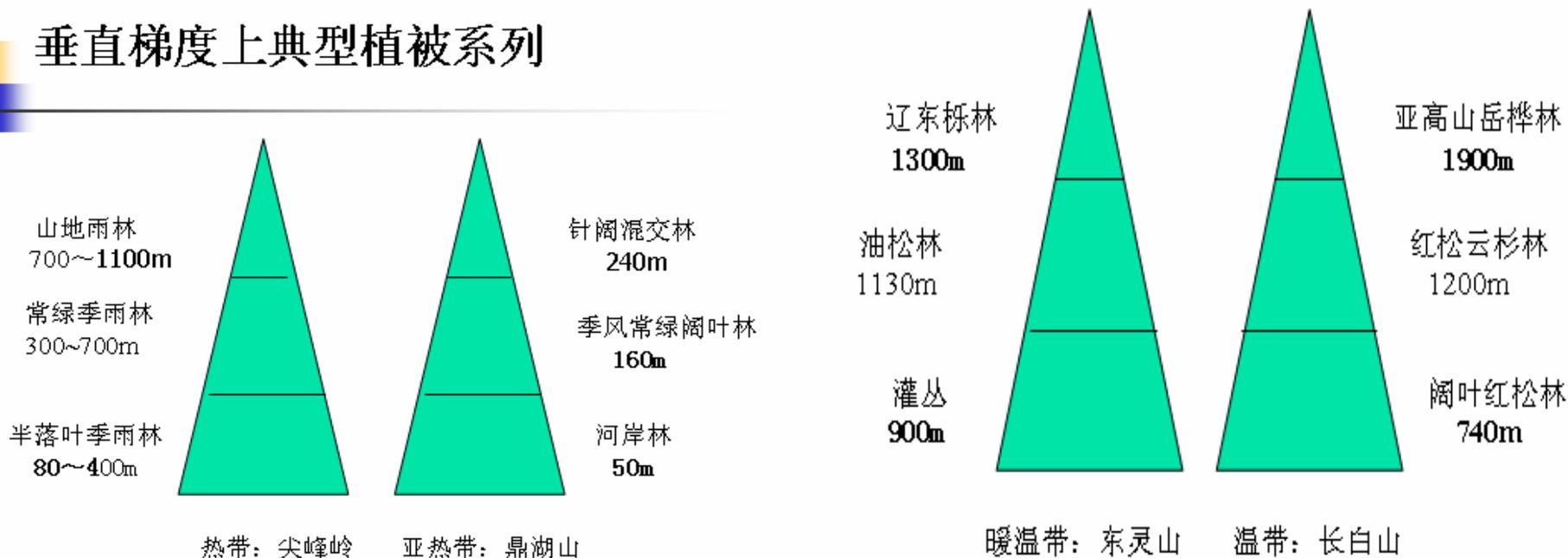


LIDET—China 站点分布





垂直梯度上典型植被系列



2.5 国内相关研究

教育部项目，有南京林业大学牵头组织，多所大学参与。

2006年启动，目前实验已布置完毕。

总体而言，国内由于缺乏大的项目的支持和有效的组织，实验规模和持续时间受到限制，对于中高纬度地区凋落物分解过程及其调控机理还难于作出准确的描述。



2.6 鼎湖山森林粗死木分解实验

目的：探讨林下土壤和微气候环境对粗死木分解过程及其养分释放动态的影响

粗死木样木：锥栗、黄果厚壳桂、荷木

径级：5—10、10—20、20—30cm

实验布置时间：2005年3月

取样间隔：6个月



3、观测与实验设计

3.1 观测项目

CERN台站和国家网络台站的监测要素完全能够满足跨区域分解实验所需的各种相关的环境指标（气候环境要素、土壤理化性质、土壤微生物活性等）

增加观测项目

凋落物化学组成：包括木质素含量、**C、N、P、K、Ca、Mg**等

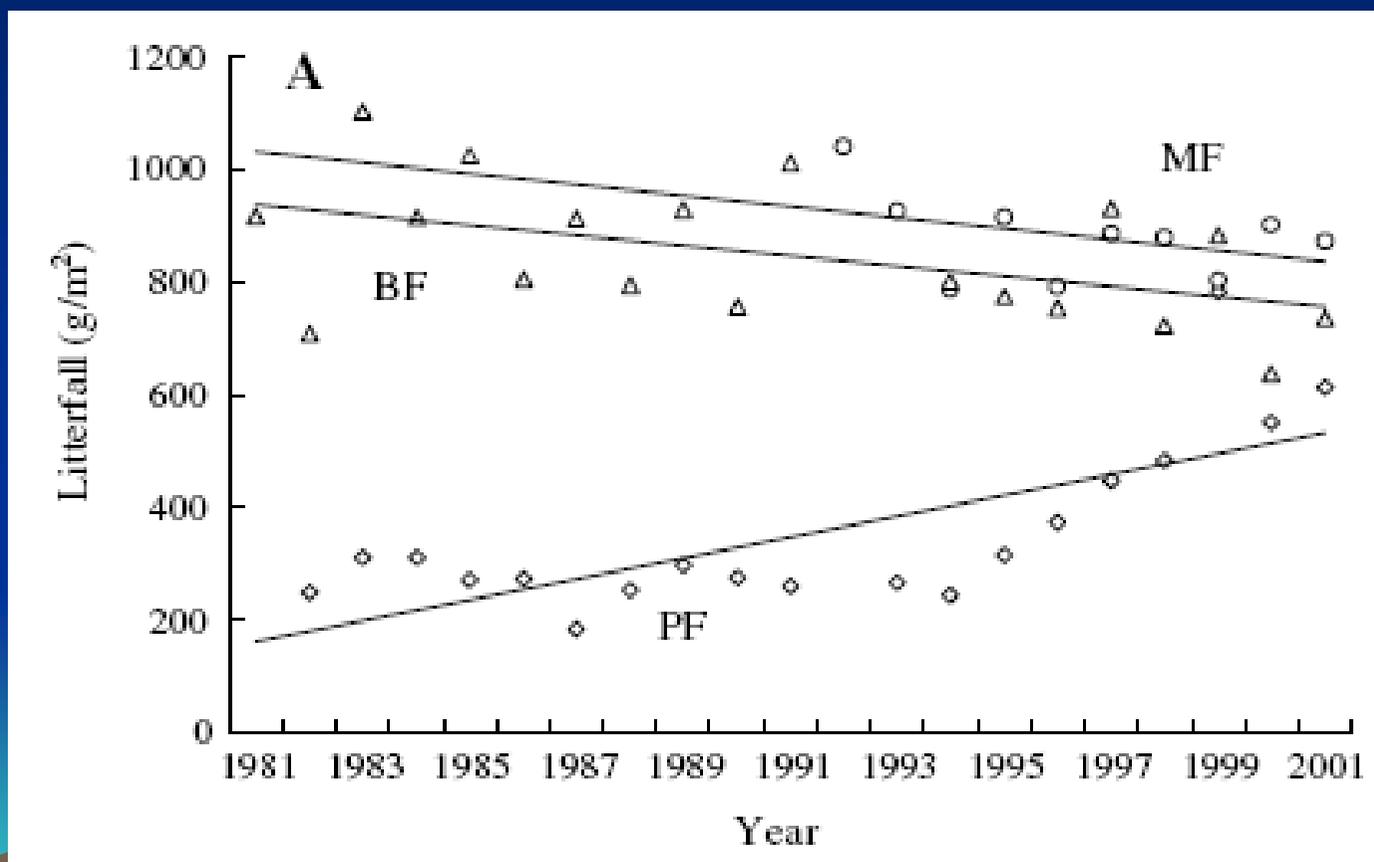
4、长期观测与运行

- 4.1 每个站点指定协调人，并由协调人制定专人负责样地的维护、样品的采集和资料的汇总；
- 4.2 统一采样时间和采样方法，并将采样间隔期的环境要素汇总，与样品一并发给中心站；
- 4.3 每批样品及时进行处理、分析；
- 4.4 每年向有关站点通报一次研究进展，并对存在的问题提出整改意见和措施。

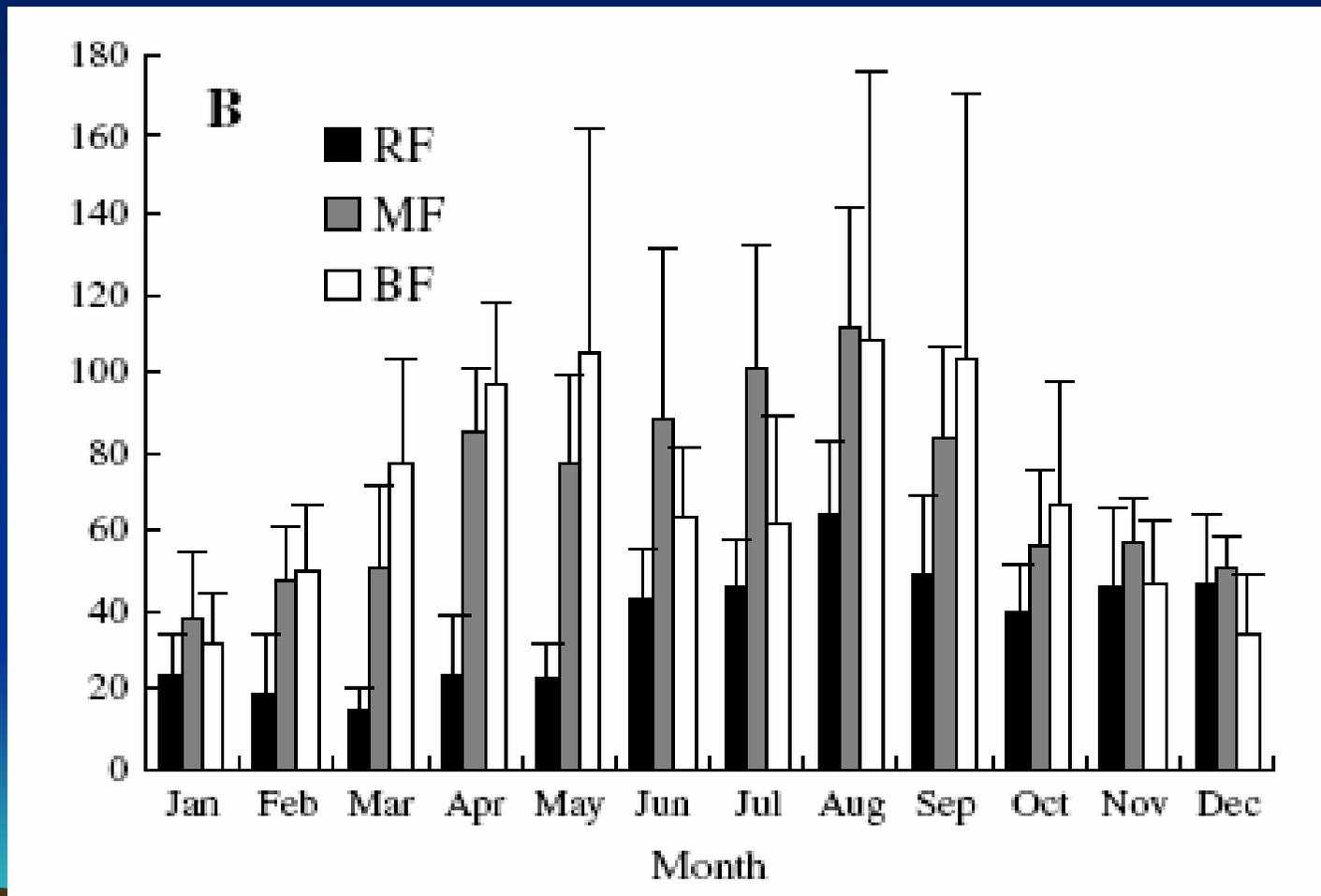


5、主要观测与实验结果

5.1 鼎湖山森林凋落物年动态变化



5.2 鼎湖山森林凋落物季节变化 (20年统计值, g/m²)



6、今后研究的设想

6.1 凋落物分解是生态系统的关键过程，进一步开展凋落物分解过程及其调控机理的研究，有助于揭示生态系统物质循环过程与能量流动规律，为生态系统过程的研究提供有力支撑。

6.2 凋落物的分解促进了土壤的C积累，但同时也为土壤微生物提供更多的C源，刺激了微生物的活性和根系的生长，增加土壤的C排放。因此，森林土壤C积累的机理仍然有待进一步的研究。



Decomposition of plant litter regulates nutrient cycling and transfers of fixed carbon to soil organic matter pools in terrestrial ecosystems (Bryant et al. 1998)

Litter fall and decay are essential processes of the overall energy flow and nutrient cycling phenomena within an ecosystem.

Decomposition is a critical ecosystem function that removes wastes, recycles nutrients, renews soil fertility and carbon sequestration (Wall and Virginia 2000).



A wide-angle photograph of a lush, green mountain landscape. The foreground is dominated by a dense forest of tall trees. In the middle ground, a valley opens up, showing a small cluster of buildings and a dark lake. The background features rolling hills and mountains under a hazy, overcast sky. The overall scene is peaceful and natural.

谢 谢

27 2:57 PM