

文章编号: 1003-7853 (2001) 04-0042-03

中图分类号: P941.78

文献标识码: A

基金项目: 国家自然科学基金委托项目“国际全球变化研究动态与科学发展”和中国科学院院长基金特别支持项目“21世纪地球科学、资源环境科学技术发展战略研究”联合资助

湿地功能参数评价及其在湿地研究中的应用

——以 CH_4 为例

曲建升¹, 孙成权¹, 赵转军²

(1. 中国科学院资源环境科学信息中心, 甘肃 兰州 73000; 2. 兰州大学资源环境学院环境科学系)

摘要: 湿地研究已进入一个崭新的时期, 针对湿地生物地球化学作用的参数化模型的建立必将为全球湿地研究带来新的生机。目前需要获取的参数主要有①初级生产量 (PP); ②温度; ③水文; ④有机物及颗粒沉积物的迁移; ⑤植被; ⑥化学构成; ⑦含盐量; ⑧土壤类型以及⑨地形与地貌。分析了以上9个参数在反映湿地功能变化中的作用机理; 提出了湿地参数评价中存在的问题以及需要加强的研究领域。

关键词: 湿地; 功能参数; 作用机理; 评价

ESTIMATE ON WETLAND PARAMETERS AND THEIR APPLICATION—TAKE CH_4 AS AN EXAMPLE

QU Jian-sheng et al (The Scientific Information Center for Resources and Environment of CAS Lanzhou 730000, China)

Abstract: The paper take CH_4 as an example, analysis the application of wetland parameters in wetland study. The initial parameters are addressed in this paper, they are: ①primary production; ②temperature; ③hydrology; ④transport of organics and sediment; ⑤vegetation; ⑥chemical information; ⑦salinity; ⑧soil type and ⑨topography/geomorphology. The problem in parameter estimating and the field which should be enhanced are brought forward finally.

Key words: wetland; function parameter; function mechanism; estimate.

湿地研究是当前国际众多学科学者关注的前沿热门研究领域。过去的10年中, 在认识湿地作用与 CH_4 的排放方面取得了很大进展, 但现有的各种湿地分类方案不能准确地反映湿地在生物地球化学过程中的作用, 因为现在的湿地均以其主导植物类型而划分, 这样的分类不能反映湿地在生物地球化学方面的差异, 目前湿地研究需要向湿地功能的参数化研究方向转化。

1 湿地功能参数确定及其特性

为进一步推动全球湿地的研究及其发展, 全球分析、解释与建模计划 (GAJM)、水循环的生物学方面计划 (BAHC)、IGBP的数据信息系统 (IGBP-DIS)、国际全球大气化学计划 (IGAC)、土地利用与土地覆盖变化计划 (LUCC)^[1], 联合不同国家和学科的湿地研究者, 提出了湿地研究的9个功能参数, 以确定有不同参数量值的湿地作用类型。以下以 CH_4 为例对这9个参数依次作了分析。

1.1 初级生产量

净初级生产量 (NPP) 是植物组织吸收转化为自身组织的碳量与植物呼吸作用消耗的碳量之差。

生态系统净生产力 (NEP) 是对整个生态系统来说的, 在数值上 NEP 等于 NPP 减去土壤微生物的呼吸量。Aselmann 等^[2]在假定 CH_4 排放量与 NPP 的比值约为 0.02 ~ 0.07 的情况下, 估计了 CH_4 的排放量。但这种方法由于缺少同时观测的 NEP 与 CH_4 排放量而受到限制。Whiting 等^[3]对这种情况作了补充研究, 认为水淹湿地的 NPP 是一个有用的综合参数, 可用来预测 CH_4 排放量。NPP 与许多环境因素有关, 其中基层 (substrate) 生产量是最重要的, 并观测到 CH_4 排放量与湿地或湿地区域生态系统生产量之间的线性关系, 而且估计 CH_4 的排放量约是 NEP 的 3%。然而, 在水淹湿地中实施的大多数观测的目的是为了消除水位振动的影响。低水位状况将增加 CO_2 排放量, 同时减少 CH_4 的释放量^[4]。

1.2 温度

温度控制了所有湿地过程进行的速率。在温带与冻原带, 冰冻季节性地抑制了生物地球化学循环。土壤中有机质的保存量与温度反相关。不少研究表明, 北方湿地 CH_4 排放量与温度具有相关性^[5], 在温带生态系统中也是这样^[6]。然而,

Frolking等^[5]的观点是:随温度变化,其他的参数变量也随之变化(例如,伴随温度升高,水位降低,植物生长量增加)。CH₄的生成对温度变化的直接响应是在实验室研究中发现的, Q₁₀的值在2.5-3.5之间^[7]。在野外观测的季节性排放量与温度之间的关系经常是 Q₁₀值特别大^[8]。野外测定值较高可能与阳光增强导致的生物量增加有关。在热带湿地、温度变化相对于水位变化显得不太主要。

1.3 水文

水文是湿地中最重要的过程。决定水文的关键要素有地貌、洪水、降雨和蒸发。泥炭地与温带湿地一般在夏末变干,并抑制了CH₄的生成与排放^[9]。冻原湿地与北方湿地季节内CH₄的排放量的变化一样是由水位决定的。在热带系统中,水文的变化导致了CH₄排放量大幅的变化,也改变了CH₄迁移的途径。相对于其他气体传输模式,当水位降低,静水压力降低,气泡出现频率也将增加^[10]。

1.4 有机质与沉积物的迁移

通过水流、焚烧、放牧与收割,有机质与沉积物从湿地中流入或流出。这些过程决定了有机物的生产能力及滞留时间(如CH₄的生成量及N的循环)。此外,初级生产量/分解量对生态系统来说是重要的物质来源或沉积条件。

1.5 植被

湿地植物分为导管植物与非导管植物。植物既影响了有机物的生成量又影响了气体的迁移方式。由非导管植物生成的有机质迁移到CH₄生成带前,必须经过缺氧腐殖层。导管植物的根在CH₄生成带内,伴随地下生长的是根分泌活动,所以在CH₄的成因上具有一个不稳定的基层^[11]。这些因素再加上导管植物的茎节中空,更增强了在水土界面与水气界面的氧化环境中导管植物生成排放CH₄的作用。不同类型的植被由于表层结构及运移CH₄方式不同,输送CH₄的潜力也不同^[12]。

1.6 化学特征

木质素、N含量、DOC量、叶绿素等有机物化学性质不稳定,决定了生成CH₄以及N循环等的发生条件。改变养分状况,可以影响根周围的生物量。为获得更多养分,植物可以诱发出更多的根系,分泌活动增强,从而有更多CH₄生成。

1.7 含盐量

盐分是控制湿地中菌类活动类型、影响CH₄生成、C积累以及S、N循环的重要因素。海水中含

有大量SO₄²⁻,可以作为氧化剂,抑制CH₄生成。

1.8 土壤

湿地土壤状况由其纹理结构、碳含量和养分状况决定。这些因素对于以上提到的各参数是一个反馈。土壤中C含量控制了土壤中氧化水平,即氧化物氧化能力的大小。养分状况将影响地上、地下产量的比例。

1.9 地形与地貌

湿地四周的表面地形与地貌结构因素不仅控制大尺度水文行为,而且还影响其植被特征。下垫面地形对湿地极为重要,为湿地提供了地下水。目前世界地形图的等高线间距为5-30m,对于湿地研究来说粗略。目前的全球地形数字模型的垂直分辨率与最粗略的地形图差不多,所以可判定它不适宜于湿地的研究。在区域尺度的湿地中发现的微地貌与低斜坡对研究湿地很重要,其垂直分辨率应在1m左右,3-5m最为理想。

2 湿地参数评价中应注意的问题

上文提到的湿地功能参数化方案是基于定量的参数,这些参数可通过直接测量获得,也可以通过模式模拟求得。每个参数有了定值,就可通过9维参数分布图对每个湿地精确定位。对参数进行评价有以下几个问题需要予以重视:

(1) 湿地的界限与分布(分类与定义)。存在缺失数据、数据可用性差、数据库传输程度不够等问题。由于湿地还未有统一定义及分类,湿地编目受到影响。我们需要进行比较,找出被各研究组织应用的功能参数与生物多样性或定向分类之间的关系。

(2) 时空资料分布不均。北方冻原及温带的资料代表性强,可用度大。而在南半球的热带、温带、亚热带可用的资料较少。在数据的时空序列方面要进一步发展完善(例如洪水的周期性:永久性、季节性、间歇性、阶段性)。

(3) 不同成分(CH₄、CO₂等)资料的可用性 & 质量。与所有生物地球化学过程有关的原始数据要求是一样的,但可用的资料不尽合理。

(4) 土壤信息。全球土壤信息编目不足,或由于湿地功能的观点而误导土壤编目。

(5) 水文资料。除一些研究较深入的地区外,其他地区水文资料贫乏。

(6) 人类活动影响。人类通过土地利用变化,修筑水利工程,以及其他活动的影响程度均未能很

好地加以量化, 这些活动都应并入 200 年以来土地利用的数据库。

(7) 参数。评价 9 种功能参数可通过多种的测量方法获得各类资料, 以下是其中比较重要的一些测量对象 (下划横线者为最关键的测量)。

NPP: 地上地下生物量, 落叶层光合作用效率, 土壤与水中植物的呼吸量。

水文: 水流态, 水面位置, 周期 (潮汐、季节性), 流域面积, 固液相状态, 降雨, 蒸发和入渗水流。

有机质输送: 放牧, 收割, 火灾, 水载过程, 风载过程, 分解, 干沉降, 侵蚀。

植被: 功能类型 (挺水、浮水、沉水、灌丛、草、树木、苔草、禾本、苔藓、荚果)、植被形态, 群落外貌, 物候。

水化学: 养分 (N, S, C), 各温度下的溶解氧, 氧化还原能力, 金属离子 (Fe 离子、Mn 离子), 温度。

含盐量: 各温度下的导电能力与盐度大小。

土壤: 土壤结构, 养分状况 (C, N, S, P, K), 有机质含量, 湿度, 细菌生物活动的深度, 阳离子交换吸附。

地貌: 水系与流域面积, 分布, 地貌类型及坡度。

湿地功能参数在湿地研究中的应用是今后湿地研究的一个重要方向, 但现在基本还处于定性评价阶段, 对各参数的定量研究将是今后一个时期湿地工作者的主要任务和挑战。在开展湿地参数化研究的过程中, 还需要对湿地范围的确定、土壤特征以及湿地机理等进行深入研究, 并提高对各类星载遥感资料的利用水平。

参考文献:

- [1] Birkett C, Chanton J, Dunne T, et al. IGBP Report 46: Global Wetland Distribution and Functional Characterization: Trace Gases and the Hydrologic Cycle [R]. Stockholm, Stockholm, Sweden: IGBP Secretariat, 1998.
- [2] Aselmann L, Crutzen P J. Global distribution of natural freshwater wetlands and rice paddies, their net primary productivity, seasonality and possible methane emissions [J]. *J Atm Chem*, 1989, 8: 307-358.
- [3] Whiting G J, Chanton J P. Primary production control of

methane emission from wetlands [J]. *Nature*, 1993, 364: 794-795.

- [4] Funk D E, Pullman E, Peterson K, et al. Influence of water table on carbon dioxide, carbon monoxide and methane flux from taiga bog microcosms [J]. *Glob Biogeochem Cycles*, 1994, 8: 271-278.
- [5] Frolking S, Crill P. Climate controls on temporal variability of methane flux from a poor fen in southeastern New Hampshire: Measurement and modeling [J]. *Glob Biogeochem Cycles*, 1994, 8: 385-397.
- [6] Kelley C A, Ussler W, Martens C S. Methane dynamics across a tidally flooded riverbank margin [J]. *Limnol and Oceanogr*, 1995, 40: 1112-1129.
- [7] Conrad R. Control of methane production in terrestrial ecosystems [A]. Andreae MO, Schimel D S, eds. *Exchange of Trace Gases between Terrestrial Ecosystems and the Atmospheres* [C]. New York: John Wiley and Sons Ltd, 1989. 39-55.
- [8] Bubier J L, Moore T, Bellisario L, et al. Ecological controls on methane emissions from a northern peatland complex in the zone of discontinuous permafrost, Manitoba, Canada [J]. *Glob Biogeochem Cycles*, 1995, 9: 455-470.
- [9] Happell J, Chanton J P, Showers W. The influence of methane oxidation on the stable isotopic composition of methane emitted from Florida Swamp forests [J]. *Geochem Cosmochim Acta*, 1994, 58: 4377-4388.
- [10] Chanton J P, Crill P M, Bartlett K B, et al. Amazon Capims: A source of ^{13}C enriched methane to the troposphere [J]. *Geophys Res Lett*, 1989, 16: 799-802.
- [11] Chanton J P, Whiting G J, Happell J D, et al. Contrasting rates and diurnal patterns of methane emission and emergent aquatic macrophytes [J]. *Aquatic Bot*, 1993, 46: 111-128.
- [12] Chanton J, Smith L. Seasonal variations in the isotopic composition of methane associated with aquatic emergent macrophytes of the central Amazon basin [A]. Orenland R S, ed. *The Biogeochemistry of Global Change: Radiative Trace Gases* [C]. New York: Chapman and Hall, 1993. 619-633.

作者简介: 曲建升 (1973-), 男, 山东莱阳人, 助理研究员, 主要从事全球变化比较研究。

(2000-12-19 收稿 宿伯杰编辑)