

附录 1 剩余燃烧产物 (炭) 中的 CO₂ 清除: 未来方法学建立的基础

背景资料

焦化物质是植被和化石燃料不完全燃烧的产物。(Goldberg, 1985) 如焦炭、灰烬、煤烟和木炭等一系列燃烧产物通常被称作黑碳 (BC)。黑碳是具有相反化学性质的残留物的异质混合物, 并因会阻碍进一步的生物和化学降解。它们共同存在于所有土壤中和其他陆地沉积物中, 以及海洋沉积物中。

因火烧产生的黑碳中, 大部分仍残留在最接近其形成地点的位置。然后, 将黑碳纳入能长期保留它的土壤。然而, 黑碳还可以经河流和大气途径输送到海洋沉积物中, 其中大多数输送通过河流系统。这导致输送至海洋的大部分黑碳颗粒沉积在海岸架, 而仅有小部分黑碳继续输送到更深的海洋沉积层。另一部分的黑碳颗粒产物散布到了大气中。贮留时间可能超过 7 天, 很多的这种黑碳组分输送到海洋, 最终成为深海沉积的黑碳部分 (在那里它非常稳定)。

过去的数十年间, 地球大气和生物圈中的黑碳浓度已开始引起关注, 因为, 它们是太阳辐射的强吸收剂 (以气溶胶的形式)。它们可提供沉积物和冰核的原始环境纪录, 且在地质时间框架内, 它们还可能为大气贡献大量氧气。黑碳, 尤其是木炭组分, 也很重要。因为它是使碳可相对惰性的少数方式之一, 因而它不易与氧气重组形成二氧化碳。因此, 黑碳很有可能成为从比较迅速的生物-大气碳循环到较慢 (长期) 地质碳循环的重要碳清除 (汇) (例如, Graetz 和 Skjemstad, 2003; Schmidt, 2004; Druffel, 2004)。

黑碳在全球碳动态平衡中的作用

对陆地生态系统中黑碳形成和存留的最新评审中, Forbes 等人 (2006) 提供了来自植被烧除和化石燃料燃烧的黑碳形成修正估值为 50 - 270 Tg /年。这是很大的碳流量, 而关键问题是, 年黑碳形成速率是否超过了从陆地和海洋生态系统中已累积的大黑碳汇中释放的碳量虽然目前不太可能明确此问题的答案, 重要的是继续研究, 以便能在未来建立一种方法学, 可计算温室气体清单中的黑碳, 并更好地理解黑碳在全球碳动态平衡的作用。

Forbes 等 (2006) 还确定了一系列要解决的重要问题, 以使可靠方法学的建立成为可能。他们确定必须以一致方式描述黑碳形成速率, 并建议应将其表述为被火烧消耗碳量 CC 的百分比。他们发现当按这种方式 (BC/CC) 表述时, 草地和热带草原烧除的黑碳形成速率 <3%, 而森林烧除的则为 4-5%。作者们得出结论, 仅基于物理测量的黑碳形成估算非常不可靠 (导致明显高估), 因为它们不能准确确定和量化烧除后的残留物 (还包含多种燃烧物质部分) 的黑碳组分。

在光化学过程中和土壤和沉积物的微生物过程作用下, 黑碳会减缓降解速率, 但是对其长期速率及其影响因子的了解非常有限。研究, 如孵化研究, 已显示生物过程中黑碳降解是非常缓慢的。其他迹象亦显示了黑碳的降解非常缓慢; 在陆地土壤中黑碳可构成达 40% 的有机碳, 在深海沉积物中, 可在很大的有机碳汇中占 12-31%, 且在土壤中放射性碳的时间超过成千上万年。因此, 黑碳表现出明显的半衰期, 大约为成千上万年, 因此它是生物圈碳循环中最稳定的生物量衍生物。此相对惰性意味着, 估算在森林、热带草原和草地烧除中 3-5% 碳转化为黑碳, 这必须视为全球碳循环的重要组分 (周转很慢)。

结论

为了更好地测定黑碳对全球碳循环的影响, 需要对植被广泛烧除的这些生态系统的黑碳生成和降解速率作进一步了解。此外, 对河流和风力传输黑碳的评估需要在精细水平上理解, 并对土地和海洋沉积物中黑碳降解速率获得更好的理解。这将允许建立温室气体清单中计算黑碳的方法学, 并最小化关于大气、生物圈和海洋间黑碳流量估值的不确定性及其差异。结果将成为更准确的全球黑碳动态平衡, 并能更好地理解黑碳作为全球碳循环中潜在碳汇的作用。

参考文献

- Druffel, E.R.M. (2004). Comments on black carbon in the global carbon cycle. *Marine Chem.*; **92**:197-200.
- Forbes, M.S., Raison, R.J., and Skjemstad, J.O. (2006). Formation, transformation and transport of black carbon (charcoal) in terrestrial and aquatic ecosystems. *Journal of the Science of the Total Environment* (in press).
- Goldberg, E.D. (1985). *Black Carbon in the Environment: Properties and Distribution*. John Wiley and Sons, New York; 198 pp.
- Graetz, R.D. and Skjemstad, J.O. (2003). The charcoal sink of biomass burning on the Australian continent. CSIRO Atmospheric Research Technical Paper; no 64.
- Schmidt, M.W.I (2004). Carbon budget in the black. *Nature*; **427**:305-306.