西北研究院等评估全球雪冰中黑碳分布及其对冰冻圈变化的影响

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/11370.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

黑碳可通过改变直接辐射强迫、气溶胶与云的相互作用、雪冰反照率及相关反馈机制，影响大气圈和冰冻圈的能量平衡，对全球气候系统造成影响。全球变暖背景下，黑碳导致的冰川表面反照率降低，进一步加剧冰川消融，影响区域的水循环及水资源。针对全球范围内雪冰黑碳的最新研究进展及存在问题，中国科学院西北生态环境资源研究院研究员康世昌团队与美国西北太平洋国家实验室科研人员等合作，全面评估全球雪冰中黑碳分布及其对冰冻圈变化的影响。

全球尺度上，雪冰中黑碳浓度存在显著时空差异（图1）。工业革命以来，受到人类活动排放的黑碳气溶胶的影响，冰芯记录的黑碳浓度总体升高，但是不同地区的变化趋势存在差异（图1）。例如，北极和欧洲区域于20世纪初黑碳浓度快速升高，而青藏高原在20世纪中后期快速升高；南半球冰芯黑碳历史记录与北半球不同，主要体现在南半球黑碳排放影响上，该历史变化的差异主要受到黑碳来源和传输过程的影响，揭示出冰芯黑碳记录是自然源和人类活动排放双重影响的体现，为学界认识历史时期黑碳气溶胶的变化提供全球视角的参考。

现代雪冰中黑碳含量总体上呈南、北极较低而中纬度地区偏高的特征，然而，即便是在同一个地区（如北极或青藏高原），雪冰黑碳含量也呈现较大差异，体现距离黑碳气溶胶排放源区远近、大气传输及沉降后过程等因素的影响。研究人员通过强化监测青藏高原典型冰川，发现冰川消融过程可导致黑碳富集在冰川表面，使黑碳在不同类型雪冰（老雪、新雪、粒状冰等）中的含量相差1~2个数量级，尤其是冰川消融区，老雪和粒状冰中黑碳含量高于积累区雪坑/冰芯含量（图2）。同一条冰川表面黑碳浓度存在较大空间分布差异，为利用大尺度模型准确评估黑碳对冰川消融的影响带来挑战。

研
究人
员利用相
关模式模拟研究发
现，雪冰中黑碳导致的辐射强迫在全
球尺度上约为+0.04Wm^{-2}
，中纬度地区（如青藏高原地区）的辐射强迫显著高于南、北极地区（图3）。虽然北极地区雪冰中黑碳的辐射强迫值较小（通常不足1Wm^{-2}
），但是其对冰冻圈的影响不容忽视（图4）。例如，黑碳的正反馈作用导致7~9月北极海冰（北纬66.5-90°）的范围减少1~3%；雪冰中黑碳导致的北极积雪减少约占20世纪减少量的20%；就格陵兰冰盖而言，黑碳导致消融量增加约6.8%；在欧洲阿尔卑斯地区，黑碳导致冰川消融增加15~1

9%；青藏高原雪冰中黑碳可导致冰川消融增加约20%，积雪持续期减少约3.1-4.4天；北美地区雪冰中黑碳作用使积雪消融提前31~51天。综上所述，雪冰中黑碳可显著加速冰冻圈的消融，在一定程度上改变区域尺度的水循环及水资源的时空分布。

然而，上述黑碳对冰冻圈消融的影响评估结果仍存在不确定性。雪冰中黑碳的不同测试方法（如热光法、SP2等）导致黑碳含量存在显著差异，可达1~2个数量级；由于雪冰中存在粉尘颗粒物，前处理过程是否进行酸熏等能够导致黑碳含量相差达50%。雪冰物理参数、黑碳粒径、黑碳吸光性（MAC值）、黑碳混合状态（内混合或外混合）的变化等均会造成黑碳辐射强迫的差异。这些差异进一步导致黑碳对冰冻圈消融影响评估的较大误差。未来的研究应着重于雪冰黑碳实测值与模拟值的相互验证，建立规范有效的雪冰黑碳测试方法；细致研究黑碳与冰川、积雪和海冰的融化过程，探讨日尺度上黑碳的反馈作用机制，建立区域乃至全球日尺度到季节尺度的模式模拟的参数化方案。

该研究加深学界关于黑碳对冰冻圈消融影响的认识，有利于进一步探讨区域和全球尺度上雪冰中黑碳的气候效应，以及由此导致的水文过程及水资源变化等。相关研究成果以*A review of black carbon in snow and ice and its impact on the cryosphere*为题，发表在*Earth Science Reviews*上，康世昌为论文第一作者，西北研究院副研究员张玉兰为论文通讯作者。研究工作获得第二次青藏高原综合科学考察研究项目、中科院战略性先导科技专项（A类）、国家自然科学基金、西部之光、冰冻圈科学国家重点实验室自主课题等的资助。

论文链接

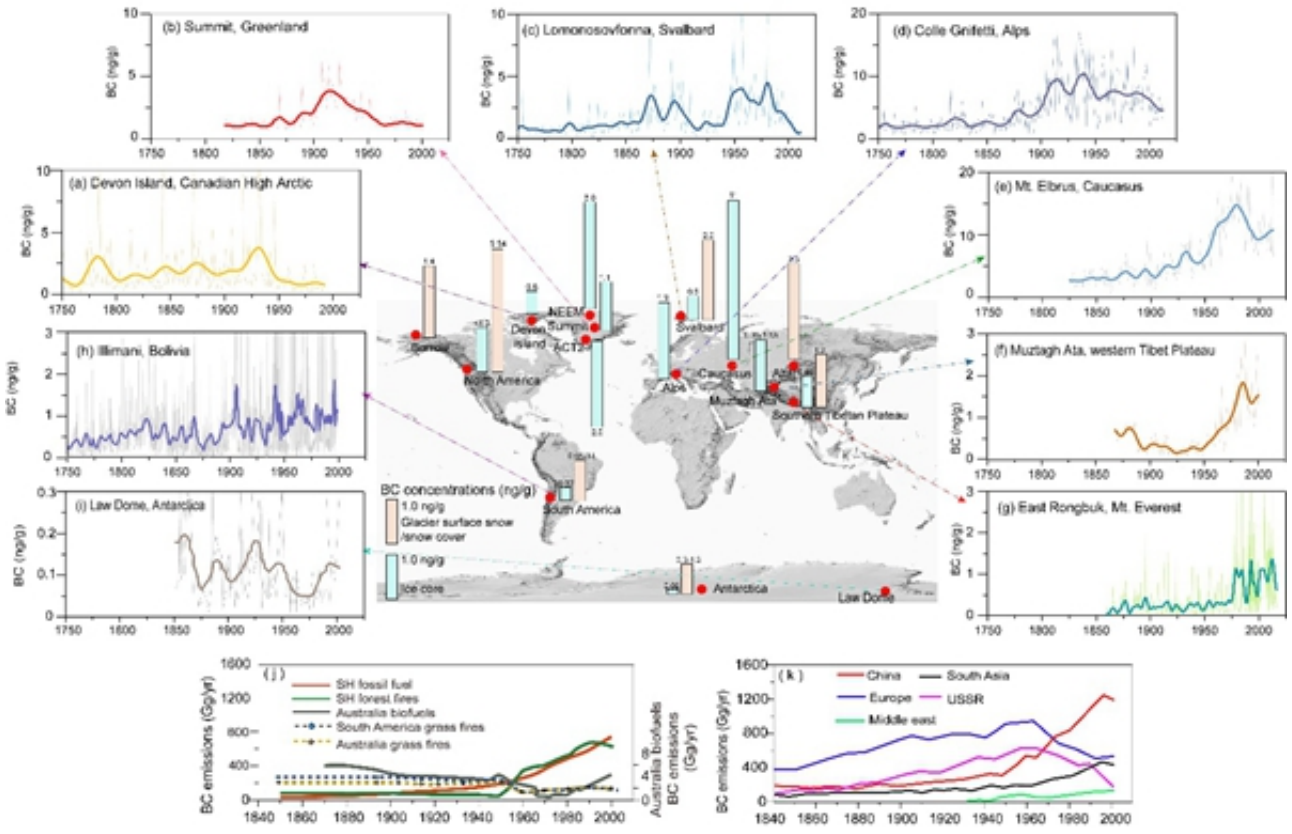
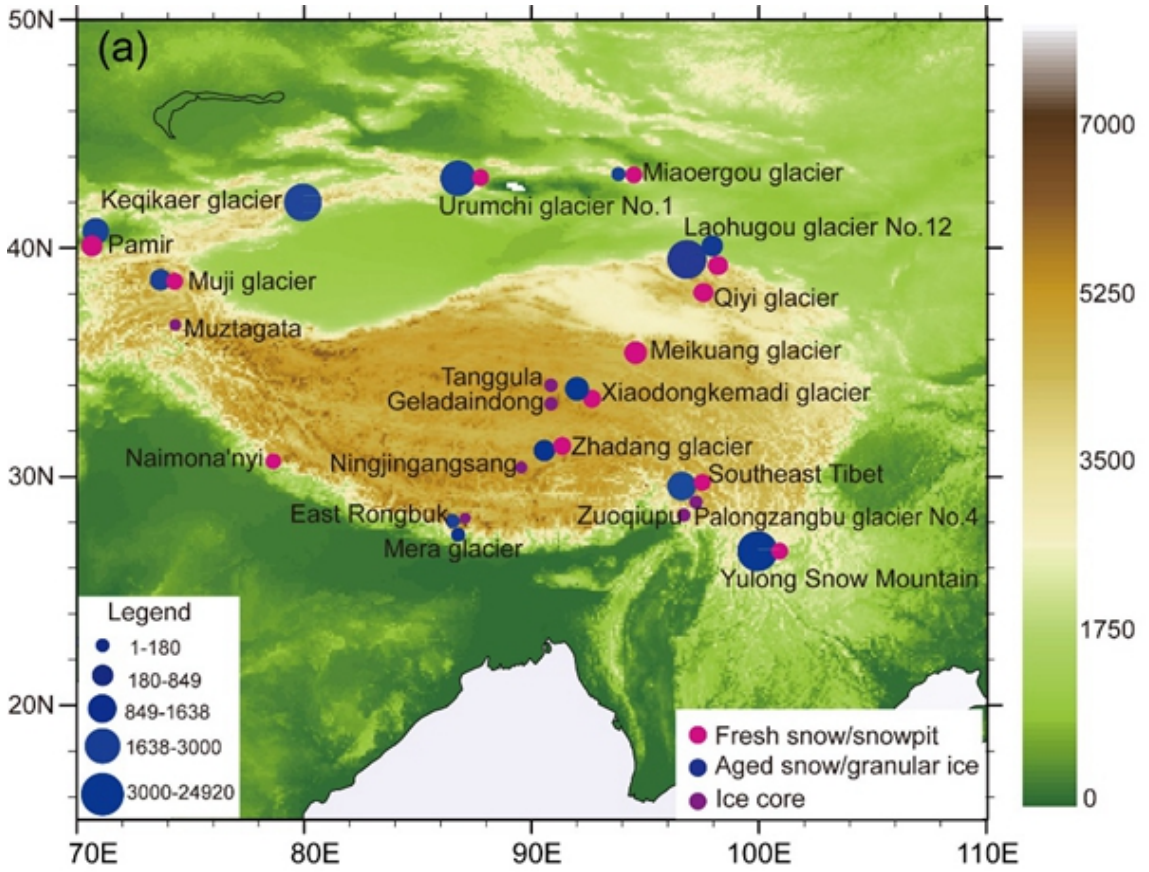


图1.不同区域雪冰中黑碳浓度以及工业革命以来冰芯记录的黑碳历史变化


(a)
50N
40N
30N
20N
70E
80E
90E
100E
110E
Keqikaer glacier
Pamir
Muji glacier
Muztagata
Urumchi glacier No.1
Miaoergou glacier
Laohugou glacier No.12
Qiyi glacier
Meikuang glacier
Tanggula
Geladaindong
Xiaodongkemadi glacier
Naimona'nyi
Ningjingangsang
Zhadang glacier
Southeast Tibet
East Rongbuk
Zuoqiupu
Palongzangbu glacier No.4
Mera glacier
Yulong Snow Mountain
Legend
1-180
180-849
849-1638
1638-3000
3000-24920
Fresh snow/snowpit
Aged snow/granular ice
Ice core
7000
5250
3500
1750
0

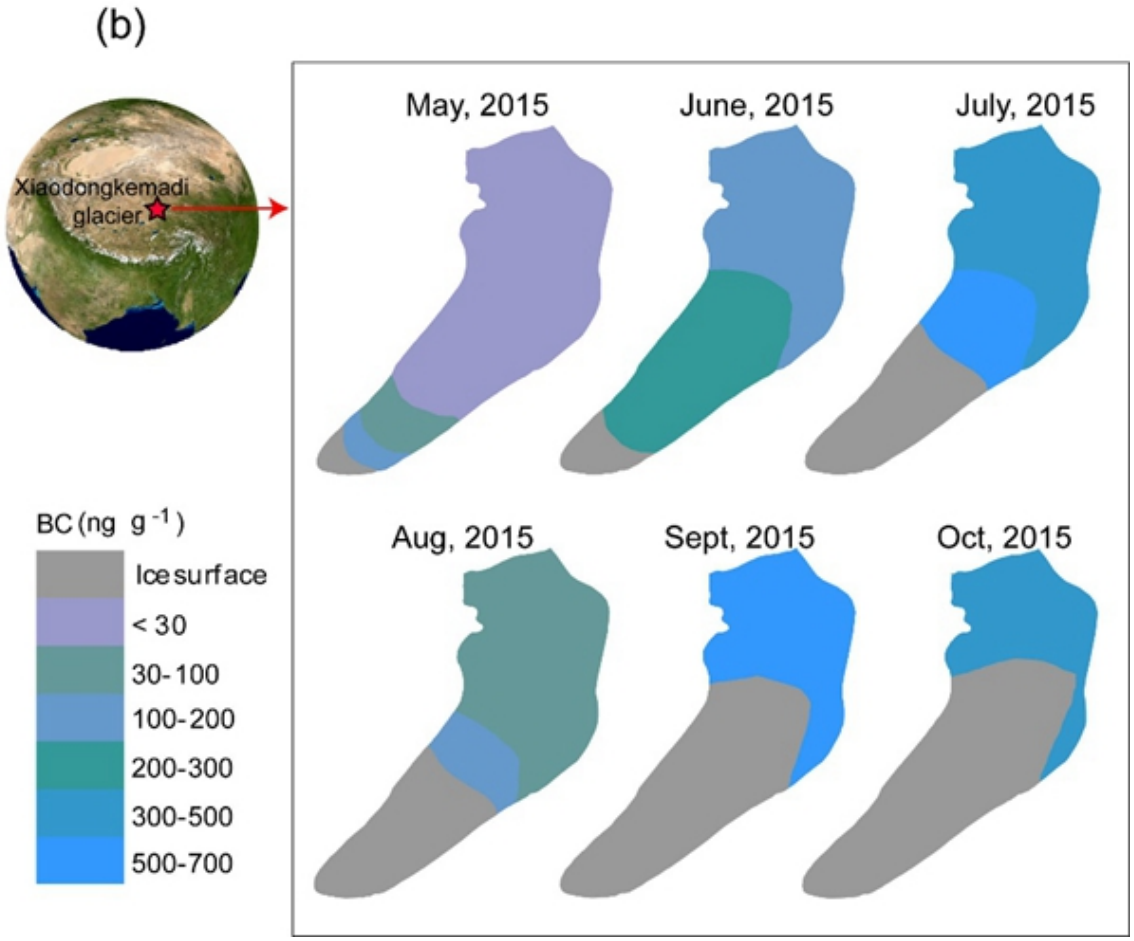

(b)
Xiaodongkemadi glacier
May, 2015
June, 2015
July, 2015
Aug, 2015
Sept, 2015
Oct, 2015
BC (ng g-1)
Ice surface
< 30
30-100
100-200
200-300
300-500
500-700

图2.青藏高原不同冰川雪冰中黑碳含量（ng g^{-1}）（a）以及典型冰川表雪中黑碳含量的空间分布（b）

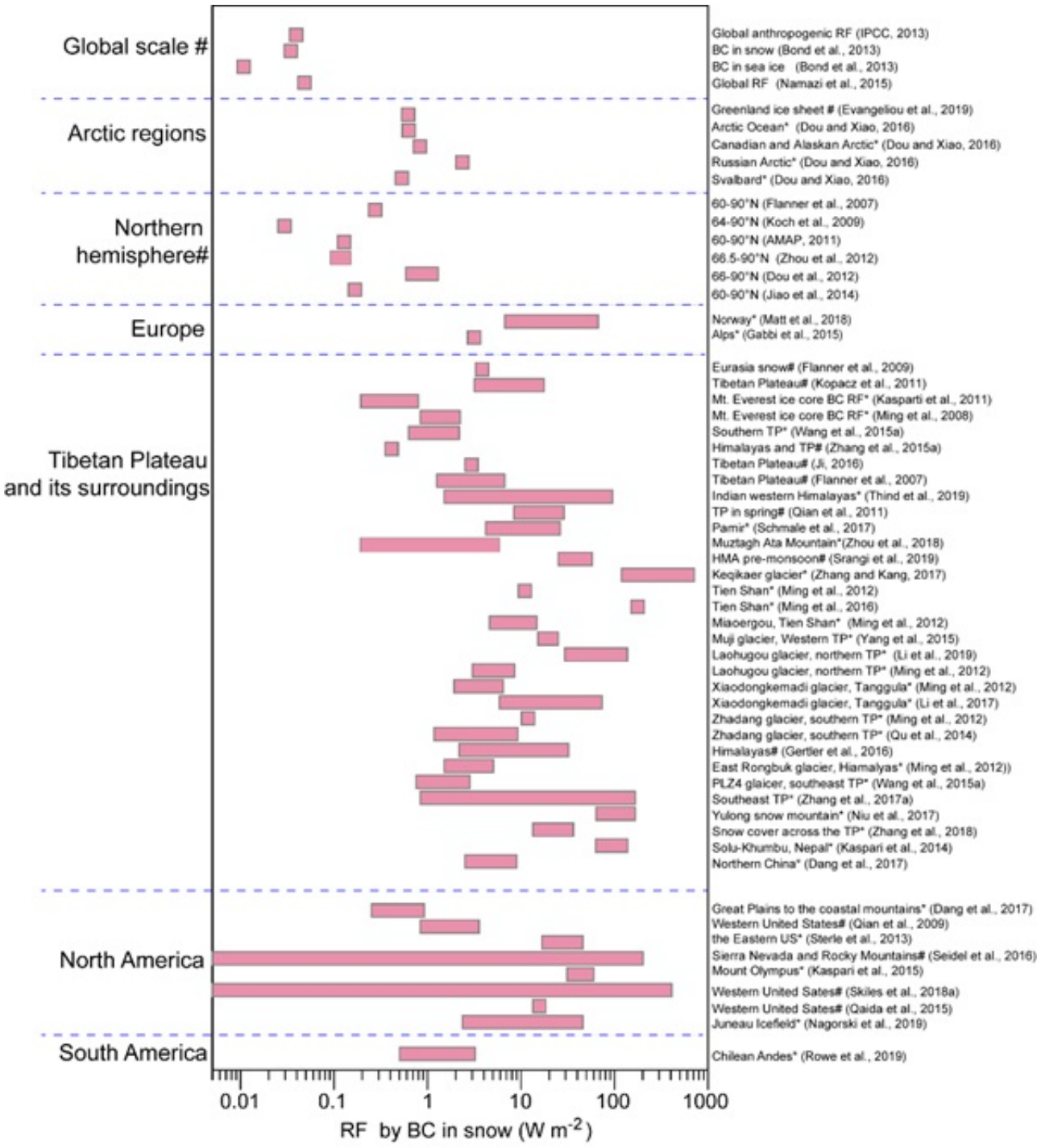


图3.不同区域雪冰中黑碳导致的辐射强迫

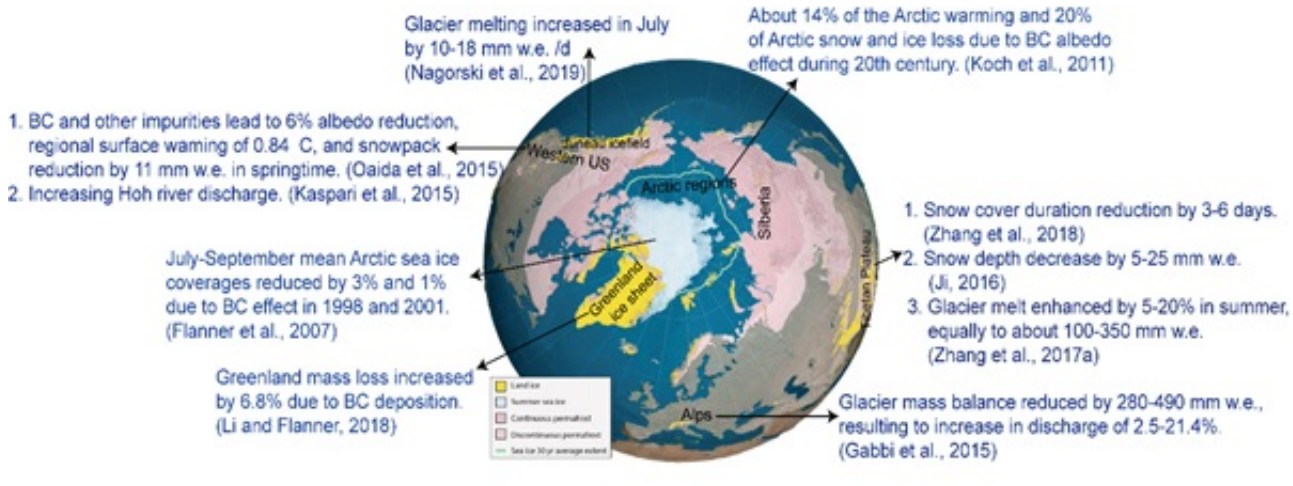


图4.雪冰中黑碳对冰冻圈消融的影响

研究团队单位：西北生态环境资源研究院

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发