

关于哈尔滨地区沙尘暴物源以及路径的研究

赵 焱

(黑龙江省地质调查研究总院 哈尔滨 150036)

【摘要】对收集的哈尔滨地区地表土壤样和降尘样进行粒度分析,常量、微量、稀土等地球化学元素的分析以及 Sr、Nd 同位素示踪,确定了其物质成分的特点,通过与潜在源区样品的比较,示踪其来源路径与地区。

【关键词】沙尘暴;粒度特征;化学成分特征;同位素示踪

哈尔滨地区的沙尘暴天气日益严重,通过科学研究寻找比较准确的物质来源,对沙尘暴的源头进行重点治理,已是哈尔滨市所面临的紧迫问题。

本次研究根据在呼兰、双城的气象站采集的沙尘样品,对收集的地表土壤样和降尘样进行了粒度分析,地球化学元素的分析以及同位素示踪,确定了其物质成分的特点,通过与潜在源区样品的比较,示踪其来源路径与地区。

1 沙尘暴降尘物粒度特征

1.1 土壤粒度特征

从 239 个土壤测试结果中,哈尔滨市及周边地区地表土粒度以粉砂(4-8Φ)为主,占 50% 以上,其中粗粉砂(4-6Φ)占的比例大于细粉砂(6-8Φ)的比例;从地区来看,双城市的草甸土、盐碱土、沼泽土、风沙土众数值均为粗粉砂(6 > Φ > 4),呼兰区的 5 种土壤类型虽都以粗粉砂为主,但是总体偏向细粒,呈现头粗尾细的特征;嫩江流域的土壤类型粒度特征表现为盐碱土众数值为细砂,是三个区域中最粗的。

土壤类型看,双城、哈尔滨到齐齐哈尔嫩江流域的盐碱土中砂粒级含量较高;呼兰、哈尔滨到齐齐哈尔沼泽土中的粘土含量高,可达 25%-35%,但双城的沼泽土中粘土含量较低,只占到 3%-4%,三个地区黑土均以砂粒级为主,可以推断,其土壤沙化现象比较明显,黑土层不同程度的被破坏,露出了下边厚层的河流冲积层,以粉砂和砂为主,当地表裸露,在大风的条件下,可以为沙尘暴提供丰富的物源。

1.2 降尘样粒度特征

双城市粒度分析结果表明,沉降物以粉砂(4-8Φ)为主,占 63.4%-77.6%,其中粗粉砂(4-6Φ)和细粉砂(6-8Φ)分别占 12.3%-36.4% 和 39.6%-56.9%;其次为砂粒级(< 4Φ),占 11.8%-28.6%,其中细砂(2-4Φ)、中砂(1-2Φ)和粗砂(-1~1Φ)分别以细砂居多;粘土(> 8Φ)含量最少,仅占 10% 左右,其中粗粘土(8-10Φ)和细粘土(< 10Φ)分别平均占 4.8% 和 2.3%。

1.3 与其它地区对比分析

根据粉尘动力学研究,在一般风暴条件下,粒径中大于 62.5μm 的粗粒级成分不太可能来源于远距离的哈尔滨内蒙古等地,沙尘中大量的粗粒物质只能来源于近源物质堆积。综上所述,哈尔滨降尘中的粗粉砂、细砂、中砂、粗砂均为近源堆积,占 70% 左右。

细小沙粒的来源应该按照风向的耦合

关系和粒度粗细搬运的距离来看,是来自内蒙古境内沙地的沙尘,从所经路径看,应该包括科尔沁沙地、浑善达克沙地。

2 沙尘暴降尘物化学成分特征

2.1 判别函数

用来判断待判采样点沉积物与某一标准端元沉积物(来源沉积物)的接近或相似程度,常用于沉积物物源判别:

$$DF = [(C_{x1}/C_{x2}) / (C_{Ref1}/C_{Ref2}) - 1],$$

式中 (C_{x1}/C_{x2}) 表示待判采样点沉积物中两种元素的比值, (C_{Ref1}/C_{Ref2}) 表示标准端元沉积物(来源沉积物)中这两种元素的比值。

一般 DF 的绝对值小于 0.5 即认为两种沉积物接近。选择沉积物元素与 Al 的比值来计算哈尔滨沙尘呼兰、双城的沙尘与潜在沙源区嫩江流域的土壤的 DF 值,探讨之间的关联性。呼兰和双城与嫩江流域的潜在沙源区未见明显区别,后期污染元素与嫩江流域的关联性较高,推测与工业开采有关。

2.2 物源指数

物源指数(PI)常用于物源分析,其计算如下:

$$PI = \sum [C_{ix} - C_{il}] / (\sum [C_{ix} - C_{il}] + \sum [C_{ix} - C_{i2}])$$

C_{ix} 为待判沉积物中元素 i 的质量分数; C_{i1} 、 C_{i2} 分别为端元沉积物 1、端元沉积物 2 种元素 i 的质量分数。该公式中包含了大部分地球化学性质较稳定的分析元素,因此它反映的是沉积物之间化学成分总的接近程度。

表2-1 哈尔滨降尘中常量元素的PI指

化学元素	PI指数			
	草甸土(F ₁)	黑土(F ₂)	风沙土(F ₃)	沼泽土(F ₄)
Cr	0.673013	0.685809	0.259292	0.633737
Co	0.573183	0.820011	0.754947	0.873796
Cu	0.554703	0.679271	0.239061	0.437759
Zn	0.611805	0.533901	0.320866	0.399269
Cd	0.517561	0.527382	0.466436	0.473573
Pb	0.526193	0.635735	0.095213	0.720637
Al ₂ O ₃	0.612181	0.545926	0.766239	0.645047
MgO	0.50255	0.472621	0.365426	0.408297
CaO	0.536877	0.877824	0.504414	0.485211
Na ₂ O	0.512666	0.567041	0.424585	0.619846

PI 介于 0 ~ 1, PI 小于 0.5 表明待判沉积物与端元沉积物 1 化学组成相近, PI 大于 0.5 表明待判沉积物与端元沉积物 2 化学组成相近。本次分析中哈尔滨沙尘暴沉降物为待判沉积物,西北呼兰区沙尘为端元沉积物 1,西南双城沙尘沉降物为端元沉积物 2。哈尔滨的物源指数 PI(h-1) 明显大于 0.5,表明哈尔滨的元素组成非常接近西南双城沉降物端元沉积物 2,而明显不同于呼兰区沙尘。

3 沙尘暴的物源及路径分析

3.1 沉降物的同位素示踪

在地表过程中,沉积物 Sr 同位素比值受母岩特征、粒度变化和化学风化的制约。一般地,母岩 Sr 同位素比值高,和 / 或细

颗粒组分多,和 / 或化学风化作用强,沉积物 Sr 同位素比值就高;反之,则低。Nd 同位素比值仅与母岩同位素特征相关,因此引入 $\epsilon_{Nd}(0)$ 参数,其定义如下:

$$\epsilon_{Nd}(0) = \left[\frac{(^{143}Nd / ^{144}Nd)_{测定}}{(^{143}Nd / ^{144}Nd)_{CHUR}^0} - 1 \right] \times 10^4$$

式中 $[n(^{143}Nd) / n(^{144}Nd)]$ 为实验测定值, $[n(^{143}Nd) / n(^{144}Nd)]_{CHUR}^0$ 的现代值(0.512638);

根据公式,计算得出:双城 $\epsilon_{Nd}(0) = -6.3205$;呼兰区 $\epsilon_{Nd}(0) = -4.2915$ 。双城降尘样的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 值与科尔沁沙地的 $\epsilon_{Nd}(0)$ 一致,基本上在 -6.6~-6.4 之间变化。因此,内蒙古的科尔沁沙地是哈尔滨市沙尘的主要远源地。

3.2 沙尘暴的源地分析

通过以上的分析认为:哈尔滨沙尘暴沉积物是不同来源沙尘远距离和近距离搬运的混合物。

西南路:科尔沁沙地~双城~哈尔滨市。存在沙尘暴近源和远源两种:远源主要为科尔沁沙地,近源主要为双城旱田和拉林河沿岸分布的沙地。其中,远源科尔沁沙地对哈尔滨沙尘暴的贡献率为 40%-75%,近源的贡献率为 25%-60%。

西北路:齐齐哈尔市~大庆市~安达市~肇东市~哈尔滨市。远源主要为齐齐哈尔嫩江流域的沙地、盐碱地、旱田等,近源主要为肇东市及哈尔滨市境内的旱田及退化的土地。其中,远源嫩江流域对哈尔滨沙尘暴的贡献率为 42%-84%,近源的贡献率为 16%-84%。

东北路:呼兰区~哈尔滨市。无远源提供,只存在近源,主要是呼兰区旱田和退化的土地。

4 结论

(1) 同位素示踪结果显示:内蒙古的科尔沁沙地是哈尔滨市沙尘的主要远源地。

(2) 影响哈尔滨沙尘暴的移动路径主要有三条:西南路、西北路、东北路。

(3) 哈尔滨沙尘物源有近源和远源之分,远源主要为内蒙古科尔沁沙地、齐齐哈尔等地沿嫩江流域分布的沙化土地;近源主要为哈尔滨市、双城、呼兰区的旱田和沙化地。

参考文献

- [1] 王式功,董光荣,陈惠忠,等.沙尘暴研究的进展[J].中国沙漠,2000,20(4):349-356
- [2] 邱新法,曾燕,缪启龙.我国沙尘暴的时空分布规律及其源地和移动路径[J].地理学报,2001,56(3):316-322
- [3] 庄国顺,郭敬华,袁惠,等.2000 年我国沙尘暴的组成、来源、粒径分布及其对全球环境的影响[J].科学通报,2001,46(3):191-197