

宁南冰雹胚胎的研究

陈玉山 牛生杰

(宁夏气象科学研究所)

提 要

本文对宁南山区5个雹暴的395个冰雹做了切片分析,结果表明:霰胚占66.4%,冻滴胚占33.6%。通过10个冰雹的同位素氛和晶体分析发现,绝大多数霰胚的生长温度为 -12°C — -23°C ,冻滴胚形成的温度为 -8°C — -14°C ,霰胚的生长高度比冻滴胚形成的高度平均高1km以上。

关键词: 宁夏; 冰雹; 霰胚

一、引 言

国外许多学者对霰胚作了研究^[1],一般认为霰胚是冰雹中心直径小于数毫米的早期生长单元^[2]。冰雹生长可以看成是一个二阶段过程,因此,收集到的雹块要按霰胚(小于数毫米)和起始生长层(1cm左右)的冰晶气泡结构进行分类。Federer^[2]根据上述原则,把霰胚分为二大类(霰胚和冻滴胚),再考虑第一生长层又把霰胚分成七类。Knight和Knight^[3]把胚体中心的晶体、气泡以及外形特征相结合,把霰胚分为四类:1.锥形胚,也称为霰胚;2.球状透明胚;3.多气泡球状胚;4.其它。他们从40个风暴取得400个冰雹中作了分析,得出各类霰胚出现的百分率依次为60%、25%、10%和5%。Knight和Knight^[4]还指出,对大陆性气候,霰胚占多数,而海洋性气候,冻滴胚占多数。在同一地点收集到的同一雹暴的冰雹中,大多数具有相同类型的胚胎。

本文对所收集到的宁南山区5次雹暴过程中,共395个冰雹的切片资料进行了分析,按形成的性质、晶体大小、透明度,把霰胚分为二类(霰胚和冻滴胚),给出了这一地区各类霰胚的出现频率,锥形霰胚的生长分层等,由10个冰雹同位素氛分析资料给出了霰胚的形成高度。

二、霰胚的分类

前面已经谈到国内外学者对霰胚的分类作了许多论述。我们在讨论中,仅把霰胚按其性质分为二大类:即霰胚和冻滴胚。

冰雹中心(不是几何中心),早期数毫米生长单元,气泡多,呈白色不透明冰,晶体平均长度小于1.0mm为霰胚。冰雹中心早期数毫米生长单元,气泡少,呈透明冰,晶

体平均长度大于 1.5mm 为冻滴胚。作者把 5 次雹暴的 395 个冰雹胚胎进行分类统计, 其结果见表 1。

表 1 雹胚统计一览表

降雹日期	降雹地点	最大雹块直径	雹胚		冻滴胚		雹块数
			个数	%	个数	%	
1983 年 7 月 25 日	泾源黄花乡	>4.8cm	8	50	8	50	16
1984 年 7 月 20 日	海原郑旗乡	6.4cm	23	62	14	38	37
1984 年 8 月 7 日	六盘山气象站	2.4cm	140	71	57	29	197
1984 年 8 月 20 日	固原山河乡	3.0cm	54	77	16	23	70
1984 年 8 月 22 日	泾源惠台乡	3.3cm	54	72	21	28	75

三、雹胚的晶体特征

雹胚的不同晶体特征, 反映出雹胚生长环境的要素场特征。雹胚的晶体特征是在冰雹中心早期数毫米生长单元, 晶体小而乱, 成无规则排列, 平均晶体长度小于 1.0mm, 它是在雹云的上部生成的, 环境温度较低。本地区 5 次雹暴的多数雹胚呈锥形, 并具有较为明显的生长分层。图 1(a) (见图版 I) 是 84127 号冰雹反射光照片, 是典型锥形特征的雹胚, 锥尖为白色不透明冰, 锥体是黑白相间的“扇面”, 白色“扇面”为不透明层, 而颜色较黑的“扇面”为透明层。锥形雹胚的大小 (由锥尖到锥底) 一般为 7mm 左右, 它的晶体结构由二部份组成 (见图版 I 图 1(b)), 从图上清楚地看到在雹胚的锥尖 2—3mm 直径是小于 1.0mm 的小晶体, 锥体部份则是大于 2.0mm 的大晶体。无论在反射光照片上表现为透明层还是不透明层, 有的晶体由冰雹中心一直长到外层, 不透明层只表现出许多大的气泡线。由晶体结构表明, 锥尖处晶体较小, 它是在较高的高度上形成的, 而后掉到云的中部长成锥形雹胚。

冻滴胚的晶体特征是在冰雹中心数毫米早期生长单元中, 只有几块大晶体, 排列较整齐, 晶体长度大于 1.5mm, 它与增长层的小晶体界线清楚, 是由大水滴冻结而成。冻滴胚多数呈球状, 直径一般为 2—4mm。图 2a (见图版 I) 是 84032 号冰雹的反射光照片, 中心是一个 2mm 直径圆球状的透明冰, 它是由雨滴被上升气流带到高空冻结而成。图 2b (见图版 I) 是 84032 号冰雹正交偏振光照片, 雹胚中心是一个圆球状大晶体, 颜色发黑, 洁净透明, 周围是蓝色的小晶体。

无论是雹胚还是冻滴胚冰雹, 在正交偏振光照片上, 发现有的雹胚有生长“核心”, 周围的晶体围绕着这一“核心”生长。图 3a (见图版 II) 是 84052 号雹块的晶体照片, 箭头处是一个 2.2mm 的大晶体, 周围的小晶体约为 0.8mm, 围绕着大晶体生长。图 3b (见图版 II) 是 84006 号雹块的晶体照片, 雹块最大直径为 6.4mm, 箭头处是一个 3.2mm × 2.0mm 的大晶体, 周围有一圈小于 1mm 的小晶体。在 395 个冰雹切片分析中, 发现有生长“核心”的冰雹就有 5 个, 它们有的“核心”是雨滴冻结而成, 有的是大冰晶。

四、双雹胚冰雹

在 1984 年 8 月 7 日六盘山气象站收集的冰雹样品中, 做了 197 个冰雹切片, 发现有一个双雹胚的冰雹。图 4a 和 b (见图版 II) 是 84185 号冰雹的反射光和偏振光照片, 在照片上清楚地看到有二个雹胚连在一起, 形成一个双胚冰雹。

五、雹胚的同位素氘分析

1984 年 7 月 20 日 10 个大雹块雹胚的同位素氘分析¹⁾ (如表 2), 表中 δD 是氘含量的值, 用千分差表示, T_a 为用同位素氘廓线查得雹胚的生长环境温度, H 是 08 点探空资料用一维积云模式^[5]计算的 T_a 温度下云内海拔高度, L 为雹胚平均晶体长度。

表 2 10 个雹块雹胚的同位素氘分析结果

冰雹序号	雹胚性质	$\delta D (\text{‰})$	$T_a (^\circ\text{C})$	$H (\text{m})$	$L (\text{mm})$
84004	雹	-93.5	-12.5	7700	1.1
84006	冻滴	-86.0	-8.5	7050	3.2
84025	冻滴	-96.1	-14.4	8000	1.4
84029	冻滴	-85.0	-7.8	6950	2.5
84051	雹	-114.9	-40.0	11750	0.8
84052	雹	-98.6	-15.8	8250	1.0
84053	雹	-100.7	-17.5	8560	0.7
84055	雹	-107.5	-23.2	9700	0.4
84064	雹	-97.0	-15.0	8100	0.8
84065	雹	-94.7	-13.5	7850	—

从表 2 清楚地看到雹胚的 δD 为 $-94.7 \sim -114.9 \text{‰}$, 平均为 -101.0‰ , 高度为 8850 m 左右。冻滴胚的 δD 为 $-85.0 \sim -96.1 \text{‰}$, 平均为 -89.0‰ , 高度在 7300m 左右。大多数雹胚生长温度为 $-12 \sim -23^\circ\text{C}$, 处在雹云的中上部。冻滴胚生成温度为 $-8 \sim -14^\circ\text{C}$, 处在雹云的中部。两者生成高度平均相差 1550m 左右。

六、锥形雹胚的生长层次分布及其解释

1984 年 8 月 7 日的多数冰雹 (直径 1—2cm) 的锥形雹胚有较明显的层次分布, 对本次雹暴 73 个锥形雹胚的统计表明, 三层为 8.2%, 四层为 53.4%, 五层为 17.8%, 六层为 5.5%, 锥形雹胚的透明层与不透明层是交替出现的, 第一、三、五层为透明层; 第二、四、六层为不透明层。

当云中含水量小于干湿生长的临界含水量时, 雹胚处于干生长状态, 过冷却水滴碰并在雹胚上立刻冻结, 故气泡浓度较大, 而气泡直径较小, 为白色的不透明层。当含水量大于临界含水量时, 雹胚处于湿生长, 碰到雹胚上的过冷却水滴冻结缓慢, 冻结时形成的气泡浓度小, 而气泡直径较大, 这样形成的层次为透明层。

1) 陈玉山等, 宁南山区大冰雹同位素氘的分析 (待发表), 1987。

七、雹胚的形状与冰雹形状的关系

对于小冰雹, 73 个锥形雹胚, 几乎全部形成了锥形或椭球形冰雹, 而 25 个冻滴(球形)胚, 则全部形成球形冰雹。而对于大冰雹, 无论是锥形胚还是球形胚, 几乎全部形成球状或椭球形冰雹, 这与 Carte 和 Kidder^[6]的结论相似。

八、锥形冰雹生长层厚度的讨论

1984 年 8 月 7 日收集的小冰雹都只有一个生长层, 大多数为湿生长。我们对具有锥形雹胚的锥形冰雹, 三个方向(锥顶、锥底和侧向)的生长厚度(以雹胚的边缘算起)作了统计, 冰雹的锥顶方向生长厚度平均为 2.8mm, 锥底方向平均为 4.7mm, 侧向为 3.6mm。锥形冰雹在锥底方向的生长层比其它方向厚, 这是冰雹在下落时锥底朝下, 使得底部能捕获到较多的过冷水滴, 生长层就比其它方向厚。

九、小 结

从 5 次雹暴的切片资料看, 宁南山区冰雹的胚胎以雹胚为主。锥形雹胚具有较明显的生长分层, 一般为四层, 透明层与不透明层交替出现。

绝大多数雹胚的生长温度为 $-12^{\circ}\text{C} - -23^{\circ}\text{C}$, 冻滴胚形成的温度为 $-8^{\circ}\text{C} - -14^{\circ}\text{C}$ 。

在正交偏振光照片中, 发现有的雹胚中心有“核心”生长晶体。

在整个切片资料中, 发现了一个双雹胚冰雹。

参 考 文 献

- [1] 中央气象局情报研究所, 1977, 云物理与人工影响天气, 156-162.
- [2] 科学技术文献出版社重庆分社, 1978, 国外人工影响天气参考资料(第3辑), 科学技术文献出版社, 40-45.
- [3] Knight, C. A. and Knight, N. C., 1970, Hailstone embryos, *J. Atmos. Sci.*, 27, 659-666.
- [4] Knight, C. A. and Knight, N. C., 1976, Hailstone embryo study, Preprints of international conference on cloud physics, July 26-30, 1976, Boulder Colorado, 222-226.
- [5] 胡志晋等, 1979, 积云暖雨过程及其盐粉催化的参数化数值模拟, 大气科学, 第3卷, 第4期, 334-342.
- [6] Carte, A. E. and Kidder, R. E., 1966, Transvaal hailstones, *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, 92, 382-391.



图 1 (a) 84127 号
冰雹的反射光照片 (标尺每格 1mm)

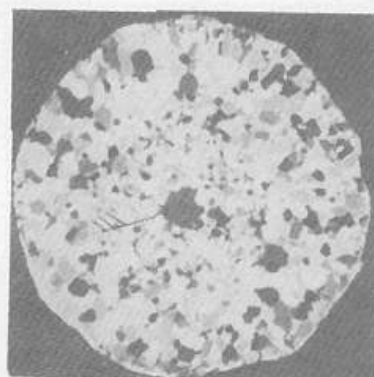


图 1 (b) 84127 号
冰雹的偏振光照片



图 2 (a) 84032 号
冰雹的反射光照片
(最大直径 4.8cm)



图 2 (b) 84032 号
冰雹的偏振光照片

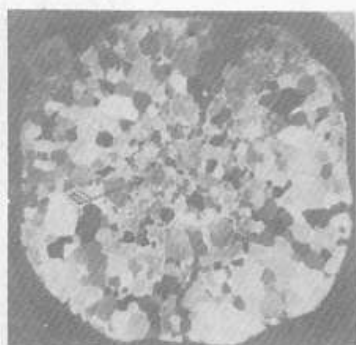


图 3(a) 84052 号
冰雹的偏振光照片

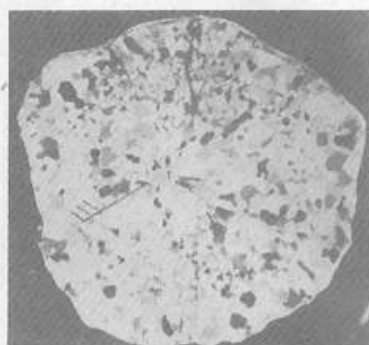


图 3(b) 84006 号
冰雹的偏振光照片



图 4(a) 84185 号
冰雹的反射光照片
(标尺每格 1mm)

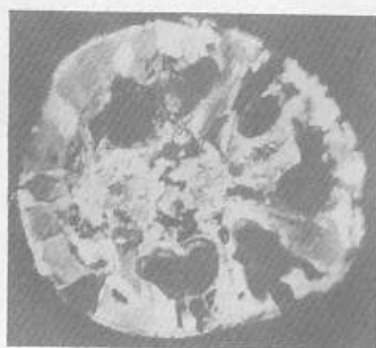


图 4(b) 84185 号
冰雹的偏振光照片