

한국, 일본, 중국의 역사 기록에 나오는 별뚱만발 기록의 새로 고친 목록

안상현

한국천문연구원 광학천문연구부

A REVISED CATALOGUE OF METEOR OUTBURSTS IN KOREAN, JAPANESE, CHINESE HISTORIES

Sang-Hyeon Ahn

Division of Optical Astronomy, KASI, 61-1 Hwaam-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-348, Korea

E-mail: sha@kasi.re.kr

(Received April 29, 2005; Accepted July 29, 2005)

요 약

한국, 일본, 중국의 옛 역사 기록에 나오는 별뚱만발 기록(meteor outbursts 즉, 강한 별뚱비 및 별뚱 소나기 기록) 가운데 신뢰할 만한 것을 모은 목록을 새로 고쳐 만들었다. 이 고친 목록에서는 지구의 세차운동과 근일점이동에 의한 영향을 받지 않고 별찌흐름(meteor stream)의 공간적 위치를 연구하기 위해 별뚱만발이 나타난 시각을 나타내는데 새로운 시간 좌표계를 도입하였다. 즉 임의로 지구의 2000년 근일점을 기준으로 각 기록의 관측 시각이 항성년 단위로 끊을 때 나머지가 며칠인지를 가지고 시간 좌표계를 정의하여 사용하였다. 또한 개별 별뚱 기록으로 취급되어 별뚱비 항목에서 누락되었던 중국 기록 19개를 찾아내서 목록에 추가했다. 우리는 새로 개정된 별뚱만발 목록에서 지난 2천년 동안 별뚱만발 현상을 일으킨 별찌흐름들은 물병자리에타 별찌흐름, 오리온자리 별찌흐름, 페르세우스자리 별찌흐름, 사자자리 별찌흐름임을 확인하였다. 세 나라의 옛 별뚱만발 기록만을 대상으로 할 때, 각 별뚱만발들의 가장 오랜 기록들을 약간 수정하였다. 우리는 이러한 별뚱만발 현상들을 일으키는 어미혜성이 핼리형 혜성(Halley-type comet)임에 주목하고 논의하였다.

ABSTRACT

We made a revised catalogue for reliable records of meteor outbursts that were recorded in Korean, Japanese, and Chinese chronicles. In order to avoid the effects of both Earth's precession and perihelion shift, we introduced a new time-coordinate of records, or the number of days elapsed within the sidereal year of the record for a given origin of time or the perihelion passage time of the year 2000. We added nineteen new records of meteor showers that are wrongly classified as individual meteors in a Chinese archive. We found that the η -Aquadrids, the Perseids, the Orionids, and the Leonids have been active during the last two millennia. Due to the change of time-coordinate, the oldest record of each long-lasting meteor shower has been slightly corrected. We discuss that these long-lasting meteor showers belong to the Halley-type comets.

Keywords: meteors, meteor outbursts, historical astronomy

1. 서 론

1609년 갈릴레오 갈릴레이가 천체 망원경을 발명하여 천체를 관측한 이후 인류의 우주에 대한 인식은 혁명적으로 바뀌었다. 천체 망원경이 천문 관측에 쓰이기 시작하면서 여러 천문 현상들의 정체가 밝혀지기 시작했고, 근대적인 천문 관측 자료가 생겨났다.

별뚥(meteors)과 별뚥비(meteor showers)¹의 예를 들자면, 기원전 2세기경 아리스토텔레스는 별뚥이 기상 현상이라고 생각했고, 그 이후 그의 우주관은 중세 카톨릭 교회의 강력한 지원을 받으면서 약 2천년 동안 정설로 받아들여져 왔다(Bone 1993). 1798년 독일의 천문학자들인 Brandes와 Benzenberg는 별뚥을 10km 정도 떨어진 두 지점에서 맨눈으로 동시관측을 하여 시차를 측정했다. 그 결과 별뚥이 고도 약 35km 정도에서 발생함을 알았다. 1799년 11월 11일에 독일의 자연학자인 von Humboldt는 남아메리카를 여행하다가 사자자리 별뚥 소나기(meteor storm)를 목격하였다. Humboldt는 여러 지방 사람들의 이야기를 듣고 이 별뚥 소나기가 매우 규칙적으로 대략 30년 정도의 주기로 나타남을 보고했다. 또한 그는 별뚥들이 하늘의 한 군데에서 나온다는 것을 지적했다. 19세기 중반에도 별뚥의 원인에 대해서는 여러 가설들이 존재했다. 유명한 수학자이자 과학자인 Laplace는 별뚥이 달에서 나온다는 주장을 했을 정도다. 1861년 미국의 천문학자인 Kirkwood는 별뚥과 혜성의 관련성에 대해 언급했다. 이러한 논의를 종합하여, 이탈리아의 천문학자인 Schiaparelli는 1871년에 별뚥비의 주기성과 지구의 공전주기와 관련이 있다는 사실로부터 별찌흐름(meteor streams)의 존재를 주장하게 되었다. 또한 Schiaparelli는 페르세우스 별뚥비를 관측하여, 그 별뚥들의 궤도가 1862년의 대혜성 즉 P/Swift-Tuttle 혜성의 궤도와 비슷함을 알아내고 별뚥비와 혜성의 관련성을 증명하였다(Bone 1993).

이와 같이 별뚥과 별뚥비의 정체는 겨우 1871년에야 이해되었고, 더군다나 사진 관측에 의해 천체들이 기록된 것은 대략 1880년 이후이다. 그 후 현대에는 비디오 관측과 전파 관측 등에 의해 여러 해에 걸친 별뚥비의 연간 활동성 변화를 모니터링하고 있다. 그 결과 뚜렷한 별뚥비는 물론 미미한 별뚥비까지 검출해 내고 있다(e.g. Yrjölä & Jenniskens 1998). 그럼에도 불구하고 현대적인 관측 방법으로는 여러 천체 현상의 수천 년에 걸친 장기적인 변화를 추적할 수 없고, 오로지 역사 기록에 나오는 천문 관측 기록을 통해 장기 변화를 연구할 수 있다.

별뚥비의 경우, 최근에는 역사 천문 기록 가운데 개별 별뚥 (또는 불꽃별뚥) 기록을 분석하여 지난 2천년 동안의 옛 연간 별뚥비들(annual showers)을 찾아내는 새로운 연구가 이루어졌다(안상현 등 2002, 안상현 2004a,b, Ahn 2003, 2005a,b, Yang et al. 2005). 이렇게 찾은 연간 별뚥비와 별뚥만

¹ 본 논문에서 사용하거나 관련된 별뚥 천문학(meteor astronomy) 관련 우리말 용어들은 다음과 같다. 별뚥 meteor; 별뚥비 meteor shower; 별뚥 소나기 meteor storm; 별뚥만발 meteor outburst; 별찌 meteoroid; 별찌흐름(=별뚥흐름) meteoroid stream(=meteor stream); 별뚥돌 meteorite; 어미혜성 parent comet; 어미천체 parent body; 간헐 별뚥 sporadic meteors; 별뚥비 별뚥 showery meteors; 불꽃별뚥 fireball; 소리별뚥 bolide; 시간당 천정 별뚥수 zenithal hourly rate; 복사점 radiant point; 자국 train 다른 용어들은 이 용어들의 결합으로 번역될 수 있다. 예를 들어 meteoric impact는 별뚥 충격, meteor dust는 별뚥 티끌, meteor train은 별뚥 자국 등과 같다. 지금까지 우리는 별뚥은 한자를 빌어 流星, 별뚥비는 流星雨, 별찌는 流星體, 불꽃별뚥은 火球, 별뚥돌은 隕石 등으로 불러왔고, 또한 한국천문학회에서 발행한 천문학 용어집에도 실려 있으나, 새로운 용어들이 등장할 때마다 한자어로 된 새 용어를 만드는 것은 번거롭기도 하려니와 그 용어의 글자수도 결코 짧아지지 않을 것이므로, 앞으로는 우리말 용어를 쓰는 것이 더욱 아름다울 것이다.

발² 기록들을 견주어 보는 연구도 상당히 의미가 있는데, 그러기 위해서는 기본적으로 옛 역사 천문 기록에 나오는 별뚱만발 기록을 정리하여 목록으로 만드는 일이 필요하다. 옛 별뚱만발 기록을 정리한 이전 연구들은 위에 언급한 논문들에 소개되어 있다 (e.g. Hasegawa 1992, 1993, Ho 1962, Zhuang 1966, 1977). Ahn(2003, 2005a)에서는 유럽과 중동의 고대 별뚱만발 기록은 각각 Dall'olmo(1978)와 Rada & Stephenson(1992)에 정리된 것에서 채집하였고, 거기에 동아시아의 한국, 일본, 중국의 별뚱만발 기록들을 보태었다. 이때 일본의 별뚱만발 기록은 神田茂(1935)와 大崎正次(1994)의 천문 기록 목록에서 얻었고, 중국의 기록은 《中國古代天象記錄總集》(北京天文臺 1988)에서 채집하였다(이하 《總集》으로 약칭). 한국의 별뚱만발 기록은 일제시대 일본인 학자인 關口繩吉(1917)의 목록이 있는데, 이것을 영어로 번역한 것이 국제학계에 통용되고 있다(Imoto & Hasegawa 1958). 그러나 이 자료는 원사료를 검색하여 작성된 것이 아니라 오류가 있는 2차 자료에 바탕을 둔 것이기 때문에 빠진 기록도 많고 오류도 여럿 있다. 그러므로 안상현(2004a,b)은 원사료를 모두 검색하여 새로운 한국 별뚱만발 기록의 목록을 작성하였다. 이 자료는 영어로 번역되어 국제학계에 소개되었다(Ahn 2005a).

중국의 고대 왕조들은 바로 전 왕조의 역사를 편찬하여 왔는데, 이러한 사서들은 25사라고 하여 정통 사서로 평가된다. 비교적 신뢰도가 높은 정통 사서의 경우도, 구당서(舊唐書)가 새로 개정되어 신당서(新唐書)로 출간된 것이나 구오대사(舊五代史)가 신오대사(新五代史)로 편찬될 때처럼, 사서를 편찬하는 시대에 따른 역법상의 차이에 따라 천문 기록의 날짜가 하루나 이틀 정도 변하는 경우가 나타나는데, 신뢰할만한 천문 기록 목록을 만들기 위해서는 그러한 차이의 원인을 알아내서 정확한 시각을 정하는 과정이 필요하다. 《總集》에는 이러한 정통 사서는 물론 문집이나 지방지(地方誌)에서 뽑은 천문 관측 기록들이 상당히 많이 있다. 그러나 이 기록들은 날짜가 정확하지 않거나, 또는 중앙에서 발간한 정사서 등에서 베껴 적은 것들이 대부분이다. 따라서 이러한 천문기록은 여러 사실을 종합하여 선별할 필요가 있다. 《總集》에 나오는 별뚱만발 기록 속에는 각종 문집에서 모은 것도 있다. 이러한 경우도 날짜의 진위를 가릴 필요가 있다. 그러나 이러한 역법상의 정확성에 대한 연구는 아직 나오지 않았으므로 일단 의심이 가는 것은 별뚱만발 목록에 넣지 않는 것이 잘못된 결론을 얻지 않는 방법이 될 것이다.

안상현(2004a,b)의 연구에서 제시된 별뚱비 목록에는 각 기록의 시각을 그 해의 근일점으로부터 경과한 날수로 기록하였다. 이것은 일반상대론에 따른 지구의 근일점의 이동이 비교적 작아서 수천 년 동안에도 거의 변하지 않는다고 가정한 것이다. 그러나 행성에 의한 섭동까지 고려할 경우, 지구의 근일점이동은 1세기 당 1,100초(arcsec)에 이르기 때문에 이를 무시할 수 없다(양홍진 2004, Yeomans

²본 논문에서 사용하는 별뚱만발(meteor outbursts)이라는 용어는 Jenniskens(1995)가 사용한 용어이다. 별뚱비의 세기를 나타내는 단위는 시간당 천정별뚱수(ZHR=Zenithal Hourly Rate)인데, 이리저리 떨어진 별뚱의 밝기를 천정 값으로 대기소광을 보정하여 모두 더했을 때 한 시간에 몇 개의 별뚱이 떨어졌는지를 뜻한다. 간헐 별뚱(sporadic meteors)은 10분에 하나가 떨어지고, 매년 비슷한 패턴으로 떨어지는 별뚱비(annual meteor showers)는 1분에 하나, 혜성이 근일점을 통과할 무렵에 나타나는 강한 별뚱비인 별뚱 소나기의 경우에는 1초에 하나이상 떨어지는 것으로 생각되어 왔다. 그러나 시간당 별뚱 개수만이 별뚱비나 별뚱 소나기의 특징을 나타내는 것이 아니기 때문에 Jenniskens(1995)는 별뚱만발(meteor outbursts)라는 용어를 사용하였다. 즉 별찌흐름을 이루는 별찌(meteoroids)가 해와 목성의 무계중심 운동(barycentric motion)에 따른 약 12년 주기에 의해 나타난다거나, 1번 공전한 별찌들에 의한 것인지 2번 공전한 별찌들에 의한 것인지 등등에 따라 별뚱만발의 세기가 달라진다는 사실 등을 알게 되어 과거 별뚱개수만을 고려한 명명법보다는 별뚱만발이라는 용어가 더 적합하다는 것이다.

2005). 그래서 본 논문에서는 지구의 세차운동과 근일점이동에 무관한 새로운 시간 좌표계를 도입하게 되었다. 본 논문에서는 각 기록의 시각을 항성년으로 끊어서 일정한 기준으로부터 지난 날수로 새로운 시간 좌표계를 삼았다. 이에 따라 기존의 별뿔만발 기록 목록을 개정하게 되었다.

《總集》에는 流星 항목과 流星雨 항목이 분리되어 적혀 있는데, “수십 개의 별뿔이 떨어졌다”거나 “백 개 정도의 별뿔이 떨어졌다”는 기록들 가운데 여럿이 流星雨 항목이 아니라 流星 항목에 들어 있다. 본 논문에서는 이러한 약한 별뿔만발 기록을 추가하려 한다.

2. 방 법

일반적으로 혜성이 남긴 먼지 티끌들은 별찌흐름(meteoroid streams)을 이루고 있는데, 지구가 공전하다가 이 띠 안으로 들어갈 때 별뿔의 개수가 증가하여 별뿔비가 된다. 물론 쌍둥이자리 별뿔비처럼 혜성 대신에 소행성이 그 원천이 되는 경우도 있다. 그런데 혜성은 태양계 내의 천체들의 중력 섭동(gravitational perturbation)과 혜성에서 가스가 분출될 때 생기는 비중력 효과(non-gravitational force)로 인해 그 공전 궤도가 조금씩 변하게 된다. 가장 널리 알려진 예가 바로 Tempel-Tuttle 혜성이다. 이 혜성에서 나온 티끌들이 이루는 별찌흐름은 사자자리 별뿔비의 원천이 되는데, 혜성의 공전궤도가 변함에 따라 사자자리 별뿔비는 1세기당 1.5일(day) 정도씩 나타나는 날짜가 늦어지고 있다(Toth 1999, Ahn 2005a,b). 우리가 옛 별뿔비 기록에 관심을 갖는 까닭은 옛날에는 어떤 별뿔비들이 있었는지를 알아내고, 또한 그것이 오늘날까지 남아 있다면 어떤 별뿔비인지를 확정하려는 것이다. 이러한 결과로부터 우리는 사자자리 별뿔비의 경우처럼 나타나는 날짜가 체계적으로 변하는 것이 있는지 알아볼 수 있다. 이러한 변화는 그 어미 혜성(parent comet)의 궤도 변화를 나타내는 것이 된다.

천문학에서는 태양계 내의 천체들의 위치를 나타내는데 주로 황도 좌표계를 쓴다. 황도 좌표계에서는 적도와 황도의 교점 가운데 하나인 춘분점을 기준점으로 삼는다. 그러나 주로 달과 해의 토크(torque)에 의한 지구의 자전축의 세차운동 때문에 춘분점은 이동한다. 그러므로 혜성이나 별찌흐름의 궤도 변화만을 추출해 내기 위해서는 이러한 지구 자전축의 세차운동에 영향을 받지 않는 좌표계를 도입해야 편리하다. 이전 연구(안상현 등 2002, Ahn 2003, 안상현 2004a,b)에서는 매해 지구 근일점을 기준으로 옛 별뿔비 기록의 시각에 지구가 어디에 있었는지를 좌표로 삼았었다. 이것은 지구의 근일점이동이 일반상대성이론 효과만을 고려할 때, 1세기당 5.8초(arcsec)에 불과하다고 판단했기 때문이었다. 그러나 필자의 최근 논문(Ahn 2005b)의 심사 과정 도중에 한 심사자인 Yeomans(2005)는 일반상대성 이론에 의한 근일점이동 이외에 다른 행성들에 의한 행성 섭동까지 포함하면 지구의 근일점이동은 1세기당 1,100초(arcsec)에 이르기 때문에 무시할 수 없음을 지적했다. 지구의 공전 궤도는 완전히 닫힌 타원이 아니라 데이지꽃(daisy)과 같은 궤도를 그리면서 근일점이 이동하는 것이다. 따라서 근일점년을 기준으로 삼은 이전 논문(안상현 2004a,b)은 1천년 규모로는 체계적인 오차를 발생한다. 우리는 근일점년 대신에 항성년을 새 기준으로 삼아서 이러한 문제를 극복하고, 한국, 일본, 중국의 별뿔만발 기록을 재수정한다.

지구가 공전하는 도중에 별찌흐름과 만나게 될 때 별뿔비가 생기기 때문에 대체로 별뿔비는 1년 주기를 갖는다. 이러한 주기성을 드러내는 연구 방법으로서 필자가 도입한 방법은 모든 기록의 시각에 1년의 modulo를 취하여 겹쳐보는 것이었다. 필자의 이전 연구들에서는 지구의 한 근일점 시각에

서 다음 근일점까지의 시간인 근일점년(anomalistic year)를 사용하였는데, 위에서 설명했듯이 행성에 의한 섭동까지 고려한 지구의 세차가 수백 수천 년 동안에 걸치면 절대 무시할 수 없는 양이 되어 잘못된 결과를 줄 수 있다. 지구의 세차운동에 의한 영향을 받지 않기 위해 항성들의 위치를 기준으로 해야 하므로, 여기서 사용한 1년은 항성년(sidereal year)이 되어야 한다.

천체력 계산에서 쓰는 1년에는 여러 가지가 있다. 먼저 회귀년(tropical year) 또는 태양년(solar year)은 한 춘분점에서 다음 춘분점까지의 평균 시간 간격이며, 계절의 싸이클에 해당한다. 그 값은 다음의 식에 의해 주어진다(Doggett 1992).

$$365^d.2421896698 - 0.00000615359T - 7.29 \times 10^{-10}T^2 + 2.64 \times 10^{-10}T^3$$

여기서 $T = (JD - 2451545.0)/36525$ 로 정의되며, JD 는 줄리안날 수(Julian day number)이다. 그러나 특정 시점의 회귀년은 이 평균값과 몇 분씩 차이가 날 수 있다.

근일점년(anomalistic year)은 지구의 한 근일점으로부터 다음 근일점까지의 시간 간격이며, 365.25 9643904721일이다. 항성년(sidereal year)은, 지구가 별에 대해서 한바퀴 공전하는데 걸리는 시간으로 365.256363051일이다. 본 연구에서는 항성년을 사용하여 $T_s = 365.256363$ 일로 하였다.

본 연구에서는 옛 별뿔만발 기록에 적혀 있는 시각을 1항성년에 대해 끊어 modulo를 취한 시간으로 그 별뿔흐름의 위치를 가늠하려한다. 이 시간을 Λ 라고 하자. 여기서 그 기준점을 하나 잡아야 하는데, 편의상 2000년 1월 3일의 지구 근일점 시각을 기준으로 삼고 t_0 라고 하자³. 여기서 지구의 2000년도 근일점 통과 시각은 USNO(미해군천문대)에서 편찬한 천체력을 참조하였다.

$$t_0 = 2000^y 1^m 3^d 3^h 37^m (UT) = JD 2451546.65069$$

각 별뿔비 기록의 시각을 줄리안 날수로 변환하여 t 라고 하자. 그러면 각 별뿔비 기록의 시각은 다음과 같은 시간으로 변환한다.

$$x \equiv (t - t_0)/T_s$$

일때

$$\Lambda = T_s(x - [x]) = T_s \text{frac}(x)$$

여기서 $[x]$ 는 x 가 실수일 때 x 를 넘지 않는 정수를 나타내는 floor function 또는 가우스 기호(Gauss symbol)이다. 또한 $\text{frac}(x)$ 는 실수 x 의 소수부(fractional part)를 나타내는 함수이며, $\text{frac}(x) \equiv x - [x]$ 로 정의된다.

이러한 시간 환산 과정에서 우리는 옛 별뿔만발 기록의 관측 시각을 줄리안날수로 바꾸는 작업을 먼저 해야 한다. 옛 별뿔만발 기록은 시각 정보의 상세한 정도에 따라 다음과 분류되며, 각각의 경우에 우리는 다음과 같이 시간 변환하였다.

첫째, 먼저 해(year), 달(month), 날짜(day), 시간(hour)까지 자세하게 남아 있는 경우는 가장 자세한 기록이 남아 있는 경우인데, 날짜의 경우, 중국과 일본의 기록들은 이미 역법 환산이 완료된 결과과 목록에 적혀 있으므로 이것을 그대로 참고하면 된다. 또한 한국의 경우는 한보식(1987)의 역법 변화표에 따라 변환을 한다.

³Ahn(2003, 2005a)에서는 기준이 되는 2000년도 근일점 날짜를 2000년 1월 4일 0시로 착각하였다. 기준점이 0.85139일만큼 뒤로 당겨졌기 때문에, 이전 논문들에서 계산한 값(Λ)들은 모두 대략 0.851일만큼씩 커져야 한다.

그러나 이들 세 나라의 역사 천문 기록을 현대 시각제도로 환산할 때 주의할 점이 있다. 중국과 일본의 경우, 옛 천문기록 가운데 항성과 행성의 달가림(lunar occultation) 기록을 분석하여 하루의 시작이 해 뜰 때였다는 것이 밝혀졌다(江濤 1980, 齊藤國治 1980). 한국의 경우, 안상현과 박종우(2004)의 연구 결과에 따르면, 최소한 고려시대 이후에는 하루가 해 뜰 때 바뀌었다. 또한 여러 정황으로 미루어보아 삼국시대도 마찬가지로 해 뜰 때 하루 날짜가 바뀌었다고 보았다. 따라서 고대 천문 기록 가운데 자정 이후에 일어난 사건에 대해서는 단순히 음양력 변환만 하면 안 되고, 역법 변환된 날짜에 하루를 더 더해 주어야 정확한 값을 얻는다.

옛 천문 관측 기록에서 시간은 주로 고대 동아시아에서 쓰이던 경점법이나 12신법에 의해 적었다. 경점법에 대한 자세한 논의는 안상현과 박종우(2004)의 논문에 자세하게 설명되어 있다. 옛 기록에 나오는 시간은 현재 우리가 쓰는 표준시가 아니라 지방시(local time)이다. 따라서 관측지의 경도를 보정하여 모두 UT로 바꾸어줘야 한다. 게다가 옛날에는 시태양시를 사용하였기 때문에, 현대에 사용하는 평균태양시로 바꾸기 위해서는 균시차를 보정해 주어야 한다. 그러나 균시차는 최대 15분(현대 시간) 정도에 불과하므로 옛날 1시간(즉 현대의 2시간)에 비하면 무시할만하므로 본 연구에서는 고려하지 않았다. 우리는 일부 별뿔만발 기록의 경우, 관측지가 명시된 것을 제외하고, 각국의 수도(capital cities)에서 관측했다고 가정 했다. 고대 왕조의 천문 관측은 임금의 고유 권한이었고, 그러므로 임금은 전문 천문학자를 고용하고 천문관측 기관을 두고 또한 관측 시설을 궁궐 안에 마련하는 것이 일반적이었기 때문에 이 가정은 타당한 것이다. 표 1에는 우리의 연구와 관련된 동아시아 역대 왕조들의 수도들의 경도와 위도를 실었다. 한국과 일본의 경우는 안상현(2004a,b)의 논문에 나오는 표와 차이가 없다.

둘째, 날짜까지만 나온 것 가운데에는 특별히 낮(晝), 저녁(昏), 새벽(曉, 昧爽, 旦)으로 표현된 것이 있는데, 이 경우는 그 시간대의 중간값을 취하여 그 시각을 UT로 변환하였다. 또한 이러한 정보가 없이 단지 날짜까지만 나온 것은 한밤중에 일어났다고 보고, 자정(midnight)에 일어난 것으로 보았다.

셋째, 달까지만 나온 기록은 그 달의 첫날부터 끝날까지를 범위로 나타내어 대략적인 시간 정보를 얻을 수 있게 하였다. 해(year)까지만 기록되어 있는 경우는 이런 계산을 하지 못하므로 그대로 기록만 실었다. 본 연구의 모든 계산은 Meeus(1991, 1998)을 참고하여 이루어졌다.

한편, 북경천문대에서 발행한 《總集》에는 流星 항목에 “큰 불꽃별뿔 또는 소리별뿔이 떨어진 다음, 작은 못별들이 그것을 뒤따랐다(群小星隨之)”거나 “작은 별들 수백개가 뒤따랐다(小星數百隨之)”, 또는 “별뿔들이 10개 남짓 떨어졌다(有星十餘)”, “20개 남짓되는 별들이 꼬리를 남기며 북쪽으로 흘렀다(有星大小二十餘, 皆有尾迹, 北流.)” 등등의 기록이 있다. 앞의 두 기록과 같은 경우는 하나의 별뿔이 흐른 뒤 그 여파로 몇 십개씩 흘렀다고 해석될 수도 있지만, 뒤의 두 경우처럼 아주 짧은 시간에 집중적으로 수십 개의 별뿔이 떨어진 것으로 해석하는 것이 타당하다고 본다. 따라서 《總集》의 流星 항목에서 이러한 기록들을 모두 찾아 표 5에 목록으로 제시한다.

표 1. 중국 역사에 등장하는 여러 나라들과 몇몇 지방의 현재 위치.

왕조	시기	수도(현재)	romanized name	위도(°N)	경도(°E)
魯	BC1055~BC249	曲阜(曲阜)	Qufu, Shandong	35.60	116.99
秦	BC221~207	咸陽(咸陽)	Xiayang, Sha'anxi 陝西	37.36	111.66
西漢	BC202~AD8	長安(西安)	Xian, Sha'anxi	34.27	108.88
新	AD8~23	長安(西安)	Xian, Sha'anxi	34.27	108.88
東漢	AD22~220	洛陽(洛陽)	Luoyang, Henan	34.80	112.42
魏	AD220~265	洛陽(洛陽)	Luoyang, Henan	34.80	112.42
蜀	AD221~263	成都(成都)	Chengdu, Sichuan	30.67	104.07
吳	AD222~280	建業(南京)	Nanjing, Jiansu	32.05	118.78
西晉	AD265~316	洛陽(洛陽)	Luoyang, Henan	34.80	112.42
東晉	AD317~419	建業(南京)	Nanjing Jiansu	32.05	118.78
宋(劉宋)	AD420~478	建康(南京)	Nanjing, Jiansu	32.05	118.78
梁(蕭梁)	AD502~557	建康(南京)	Nanjing, Jiansu	32.05	118.78
隋	AD581~618	長安(西安)	Xian, Sha'anxi	34.27	108.88
唐	AD618~907	長安(西安)	Xian, Sha'anxi	34.27	108.88
後唐	AD923~936	洛陽(洛陽)	Luoyang, Henan	34.80	112.42
遼	916~1125	上京(赤峰市) ^a	Baliyingzi, Neimenggu	41.97	121.23
	제2수도	燕京(北京)	Beijing Shi	39.55	116.25
北宋	AD960~1126	開封(開封)	Kaifeng, Henan	34.68	114.35
南宋	AD1126~1279	臨安(杭州)	Hangzhou, Zhejiang	30.26	120.17
金初	1115~1153	上京(阿城) ^b	Acheng, Heilongjian	45.53	126.98
金	1153~1234	中都(北京)	Beijing Shi	39.55	116.25
元初	1235~1271	Karakorum	Harhorin	47.5	102.5
元	1272~1368	大都(北京)	Beijing Shi	39.55	116.25
明初	1356~1441	南京(南京)	Nanjing, Jiansu	32.05	118.78
明	1441~1644	北京(北京)	Beijing Shi	39.55	116.25
後金	1616~1625	審陽(審陽)	Shenyang, Liaoning	41.79	123.43
清初	1625~1644	盛京(遼陽)	Liaoyang, Liaoning	41.27	123.17
清	1644~1911	北京(北京)	Beijing Shi	39.55	116.25
河北 大城縣	1506 3.25	河北 大城	Hebei Dacheng	37.63	115.77
河北 河間	1528 10.13	河北 河間	Hebei Hejian	38.43	116.08
河北 東安縣	1532 10.26	河北 東安	Hebei Dong'an	40.03	115.18
河北 棗強縣	1540 5.7~6.5	河北 棗強	Hebei Zaoqiang	37.51	115.72
陝西 固原縣	1622 10.26	固原市 ^c	Ningxia Huizu Zizhiqu Guyuan	36.07	106.28
臺灣 臺北	1682 9.11	臺灣 臺北	Taipei Taiwan	25.08	121.53
通州	1853 2.7	北京 通州	Tongzhou Beijing	39.91	116.60
		上海	Shanghai Shi	31.22	121.46
		浙江 杭州	Zhejiang Hangzhou	30.26	120.17
	1642 9.23	浙江 海鹽	Zhejiang Haiyan	30.50	120.83
		廣東 廣州	Guangdong Guangzhou	23.12	113.25
	1644 1.30	廣東 潮州	Guangdong Chaozhou	23.67	116.64
		山東 濟南	Shandong Jinan	36.67	117.00
	1651 9.15~10.13	山東 膠州	Shandong Jiaozhou	37.75	114.77
	1672 5.11	浙江 建德	Zhejiang Jiande	29.48	119.27
		湖南 長沙	Hunan Changsha	28.2	112.97
	1679 9.21	湖南 永州	Hunan Yongzhou	26.23	111.62

^a 上京 臨潢府(內蒙古 赤峰市 巴林左旗), ^b 上京會寧府(黑龍江 阿城), ^c 寧夏回族自治區固原市

표 2. 한국 사서에서 골라 모은 별뚱만발 기록들. 날짜는 1582년을 기준으로 Julian date에서 Gregorian date로 변경된다. Type은 별뚱만발의 강도를 나타내며, 각각 별뚱소나기(ST), 강한 별뚱비(IS), 비상한(unusual) 별뚱비(SH)를 나타낸다. 연도에 ~가 되어 있는 항목은 날짜 정보가 없는 경우, 그 달의 범위를 나타내는 것이다.

No.	년	월	일	시	JD	Δ	경도(°E)	type	기록
1	104	2	13	18	1759086.891	66.30	129.22	ST	신라 婆娑王二十五年, 春正月, 衆星隕如雨, 不至地.
	~	3	13	6	1759115.391	94.80			
2	454						127.12	ST	백제 毗有王二十八年, 星隕如雨.
3	532	8	29	0	1915611.147	260.84	127.12	ST	백제 聖王十年秋七月甲辰, 星隕如雨.
4	581	3	21	0	1933347.150	99.28	125.85	ST	고구려 平原王二十三年, 春二月晦, 星隕如雨.
5	586	5	23	19	1935236.933	162.78	129.22	ST	신라 眞平王八年, 夏五月, 星隕如雨.
	~	6	21	5	1935265.349	191.20			
6	643	11	2	0	1956218.150	324.38	125.58	ST	고구려 寶藏王二年, 秋九月十五日, 夜明不見月, 衆星西流.
7	647	9	4	18	1957620.891	266.10	129.22	ST	신라 眞德王元年, 秋八月, 彗星出於南方, 又衆星北流.
	~	10	3	6	1957649.391	294.60			
8	684	11	12	18	1971204.891	335.61	129.22	ST	신라 神文王四年, 冬十月, 自昏及曙, 流星縱橫.
	~	12	11	6	1971233.391	364.11	129.22		
9	706	4	16	19	1979029.933	125.02	129.22	ST	신라 聖德王五年, 春三月, 衆星西流.
	~	5	16	5	1979059.349	154.43	129.22		
10	718	10	27	18	1983606.891	318.90	129.22	ST	신라 聖德王十七年, 冬十月, 流星自昴入于奎, 衆小星隨之,
	~	11	26	6	1983636.391	348.40	129.22		
11	765	1	8	0	2000481.141	26.10	129.22	ST	신라 景德王二十三年, 冬十二月十一日, 流星或大或小, 觀者不能數.
12	801	10	10	18	2013905.891	301.62	129.22	ST	신라 哀莊王二年, 秋九月, 星隕如雨.
	~	11	9	6	2013935.391	331.12			
13	905	3	8	18	2051675.891	84.96	129.22	ST	신라 孝恭王九年, 春二月, 星隕如雨.
	~	4	7	6	2051705.391	114.46			
14	1042	7	26	0	2101854.148	223.09	126.67	ST	고려 衆星流轉.
15	1095	7	26	0	2121212.148	222.51	126.67	ST	고려 一流星, 亦有衆小星南流.
16	1103	9	8	0	2124178.148	266.46	126.67	IS	고려 (三流星出), 又小星百餘流行.
17	1106	7	28	0	2125232.148	224.69	126.67	ST	고려 (四流星出), 又自昏至曉, 衆星流四方.
18	1111	10	3	0	2127125.148	291.40	126.67	ST	고려 衆小星分流四方.
19	1136	4	4	0	2136075.148	110.00	126.67	ST	고려 衆星自東北流西南.
20	1178	9	18	0	2151582.148	276.23	126.67	ST	고려 (七流星出), 又衆星流于四方, 不可勝數.
21	1179	4	18	0	2151794.148	122.97	126.67	IS	고려 小星百餘自東流西.
22	1414	6	15	22	2237687.064	180.64	127.00	SH	조선 是昏, (一火隕). 至夜半, 亦如之.
23	1504	5	20	0	2270533.147	153.65	127.00	SH	조선 夜, 九流星出.
24	1517	10	12	0	2275426.147	298.32	127.00	SH	조선 夜, 五流星出.
25	1520	4	18	0	2276345.147	121.55	127.00	SH	조선 夜, 五流星出.
26	1532	10	25	0	2280918.147	311.47	127.00	ST	조선 夜, 星隕如雨.
27	1533	10	25	4	2281283.314	311.38	127.00	ST	조선 五更, 流星飛星, 四面如雨, 出入星度, 未及測候,
28	1548	8	24	21	2286701.022	250.25	127.00	ST	조선 自一更至二更, 小流星四方縱橫者, 不可紀極.
29	1560	8	25	3	2291084.272	250.42	127.00	ST	조선 夜, 四更·五更, 流星·飛星, 四方如雨, 出入度數, 未及測候.
30	1566	10	27	0	2293338.147	312.76	127.00	IS	조선 夜, 小流星, 或如梨, 或如桃, 出入四方, 多小可記.
31	1602	11	13	0	2306494.147	319.53	127.00	ST	조선 夜中, 恒星動搖. 滿天之星, 四面皆隕, 有如雨雹之狀, 黎明乃止.
32	1625	11	7	2	2314889.231	313.72	127.00	IS	조선 夜三更, 流星十餘, 五更三更, 有流星三十餘, 散入天際, 有光.
33	1637	7	28	2	2319170.231	211.64	127.00	IS	조선 自四更至五更, 小流星數十餘, 縱橫出沒.
34	1643	7	8	22	2321342.064	191.93	127.00	ST	조선 夜一·二更. 天星盡搖.
35	1683	10	27	2	2336062.231	301.85	127.00	SH	조선 三更, 四更, 五更, 各有流星.

3. 결과 및 토론

우리는 위의 방법을 사용하여 별뿔만발이 나타난 시각을 항성년 시각(Λ)으로 다시 계산하여 표 2, 표 3, 표 4에 실었으며, 19개의 중국 별뿔만발 기록을 새로 추가하여 표 5에 실었다. 새로 추가된 19개 별뿔만발 기록을 제외한 표는 영문으로 번역되어 영국왕립천문학회지에 실렸고(Ahn 2005a), 새로 추가된 기록들도 곧 영문으로 번역되어 국제학계에 소개될 예정이다(Ahn 2005c).

안상현(2004b)은 고대 사서에 나오는 개별 별뿔들(또는 화구)의 기록을 분석하여 헬리형 혜성(Halley-type comets)이 어미혜성(parent comet)인 몇몇 별뿔비들이 지난 2천년 동안 꾸준히 나타났음을 알아냈다. 우리는 새로운 시간 좌표계상에서 이러한 별찌흐름의 존재를 알아보기로 한다. 그림 1에 나타낸 것은 각 별뿔만발 기록의 나타난 시점과 그 해의 항성년 날수를 그려본 것이다. 우리는 별뿔비들이 어지럽게 흩어져 있는 것이 아니라 몇 개의 기다란 줄 위에 모여 있음을 알 수 있다. 우리는 현대에 관측된 여러 별뿔비들 가운데 항성년 날수가 이것들과 잘 일치하는 것을 찾은 다음, 그림에 가로 점선으로 나타냈고 각 별뿔비의 이름을 적었다. 우리는 이전 논문(안상현 2004b)과 마찬가지로, 물병자리 에타, 오리온자리, 페르세우스자리, 사자자리 별찌흐름에 의한 별뿔만발 현상들이 지난 2천년 동안 꾸준히 나타났음을 확인하였다.

본 연구에서 새로 채택한 시간 좌표계에서는 2000년도 근일점 시각으로 기준점을 잡았다. 근일점년을 사용한 이전 논문(안상현 2004b)과 비교하면, 과거로 거슬러 올라갈수록 지구 공전궤도의 행성세차에 의한 영향을 크게 받게 되어 있다. 또한 2000년 1월 3일 3시 40분경이어야 할 근일점 날짜를 2000년 1월 4일 0시로 잘못 사용하였으므로, Ahn(2005a)에 나오는 모든 값들에 0.851일을 더해 주어야 한다. 이러한 오류를 수정한 목록을 토대로 이전 논문의 결과와 논의를 수정하고자 한다.

3.1 사자자리 별뿔만발

사자자리 별뿔만발의 경우는 종래에는 902년 이집트의 기록이 가장 오래된 기록으로 알려졌다(Mason 1995). 그러나 안상현(2004b)은 288년의 기록이 가장 오래된 것일 가능성이 있다는 것을 발견했다. 잘 알려져 있듯이 사자자리 별찌흐름은 그 어미혜성이 행성들의 섭동을 받아서 세차운동을 일으켜 별뿔비나 별뿔만발이 나타나는 시기가 점차로 느려져 왔다. 288년의 별뿔만발이 사자자리 일 것으로 생각하는 이유는 이러한 출현 날짜의 변화를 옛날로 외삽하면 기록에 나온 별뿔만발의 관측 시각과 거의 일치하기 때문이다. 그러나 300년 무렵에는 오리온자리 별뿔만발과 사자자리 별뿔만발이 비슷한 시각에 나타나므로 288년의 중국 기록이 사자자리 별뿔만발이라고 확정하기에는 무리가 있다. 우리의 목록에 따르면 한국, 일본, 중국의 별뿔만발 기록들 가운데 가장 오래된 사자자리 별뿔만발은 931년 중국의 것이다. 이것은 902년 이집트 기록보다는 나중의 것이다.

한국의 별뿔만발 기록 가운데 그 나타난 날짜가 사자자리 별뿔만발과 일치하는 것은 801년 신라 애장왕 때의 기록이다. 그러나 이 기록은 날짜 정보가 없으므로 별뿔비나 나타난 시기가 범위만 주어진다. 그림 1에서도 세로막대로 그렸으며, 사자자리 별뿔비가 나타나는 때에 살짝 걸치는 정도라서 사자자리 별뿔만발 기록이라고 단정할 수 없다. 그러므로 가장 오래된 한국의 사자자리 별뿔만발 기록은 1532년 기록이다.

표 3. 일본의 별뚥비 및 별뚥 소나기 목록. 표에서 표에서 날짜는 1582년을 기준으로 Julian date에서 Gregorian date로 변경된 것이다. 또한 type은 별뚥만발의 강도를 나타내며, ST는 별뚥소나기를, IS는 강한 별뚥비를, SH는 보통 비상한(unusual) 별뚥비를 나타낸다. 번호에 x표가 되어 있는 기록은 별뚥비가 아닌 것으로 판명된 것들이다.

No.	년 월 일 시	JD	Δ	경도(°E)	IH type	日本天文史料綜覽
1	-15 9-10		267.79~327.29	135.45	O ST	星降如雨.
2	685 1 1 18	1971254.874	20.34	135.45	O SH	昏時, 七星共東北流.
3	685 1 3 20	1971256.957	22.42	135.45	O ST	日沒時星隕東, 大如瓮. 至戌刻, 星隕如雨.
x	685 11 25 0	1971582.124	347.59		O -	日本天文史料綜覽에 기록 없음. ^a
4	735 5 31 0	1989666.124	168.77	135.45	O ST	夜, 衆星交錯亂行.
5	773 1 11 0	2003406.124	29.03	135.45	O ST	星隕如雨.
6	784 12 25 0	2007772.124	11.95	135.45	O ST	自戌刻至寅刻, 天星悉動.
7	884 8 28 22	2044179.040	258.49	135.45	O ST	四日, 戌刻子刻至間, 流星雨.
x	884 8 29 22	2044180.040	259.49	135.45	O ST	四日, 戌刻子刻至間, 流星雨. ^b
8	967 10 15 2	2074541.207	304.38	135.45	O ST	亥刻, 終夜衆星流散.
9	989 7 25 0	2082495.124	222.66	135.45	O SH	夜加茂玉垣中, 數星散.
10	1002 10 15 0	2087325.124	304.32	135.45	O ST	六日, 七日, 夜流星亂行.
11	1007 7 20 19	2089064.915	217.83	135.45	O IS	連夜流星數多北行. ^c
x	1007 7 25 0	2089069.124	222.04	135.45	O -	
x	1007 7 27 5	2089071.332	224.25	135.45	O -	
12	1035 10 15 0	2099378.124	303.86	135.45	O ST	夜流星變.
13	1037 10 15 0	2100109.124	304.35	135.45	O ST	夜流星變.
14	1179 12 18 0	2152038.124	1.69	135.45	X ST	夜坤大小星動.
15	1235 11 7 4	2172451.290	325.76	135.45	X ST	夜五更坤星動.
x	1237 10 20 6	2173164.374	308.33	135.45	O X	卯刻, 流星있었음. ^d
16	1238 10 19 0	2173528.124	306.82	135.45	O IS	自亥刻至丑刻, 流星其數知.
17	1239 8 12 0	2173825.124	238.57	135.45	X SH	連夜天變出現. ^e
18	1431 1 10 0	2243739.124	23.34	135.45	X SH	近日屢屢光物飛.
19	1433 12 7 0	2244801.124	354.83	135.45	X SH	連日光物飛.
20	1437 2 13 14	2245965.707	58.39	135.45	X ST	未刻, 光物多飛.
x	1465 10 4 0	2256425.124	290.63	135.45	O X	子刻, 大流星이 坤方에서 艮方으로, 竟聲. ^f
x	1466 10 23 0	2256809.124	309.37	135.45	O X	子刻, 流星이 艮方에서 坤方으로 飛. ^g
21	1533 10 26 6	2281284.374	312.44	135.45	O ST	曉, 星落事如雪.
22	1565 7 27 0	2292881.124	220.99	135.45	X ST	星南北亂飛.
23	1698 11 9 0	2341554.112	314.88	139.73	O ST	卽夜, 大流星飛入井宿內. 今夜流星如織, 人皆見之.
24	1770 1		2.17~32.67		X SH	大流星北流, 小星數十從.
25	1795 12 21 0	2377024.112	355.02	139.73	O ST	流星이 雨처럼 降했다.
26	1798 12 7 0	2378106.112	341.25	139.73	O ST	今夜, 流星數多縱橫散亂云云.
27	1798 12 10 0	2378109.112	344.25	139.73	O ST	十月二十九日, 小流星如雨.
28	1862 8 11 0	2401363.112	221.84	139.73	O ST	流星, 大小知數, 如雨.
29	1867 11 14 0	2403284.112	316.56	139.73	X SH	星頻流.

^aHeaven stirred. Stars flew like a shower. (水鏡, Mizu Kagami) (Imoto & Hasegawa 1958)

^b이 기록은 바로 위의 하루 차이 나는 기록과 동일한 것으로 파악하였다.

^cFor a few days, meteors flew toward the north. Many meteors flew from evening till dawn.

[日本紀略(Nihon Kiryaku), 法政寺攝政記(Hosshoji Sessho Ki)] (Imoto & Hasegawa 1958)

^d이 별뚥이 나타난 날짜는 사자자리 별뚥비에 해당하지만 단지 별뚥 하나만 기록되어 있으므로 별뚥비 목록에는 넣을 수 없다.

^e(綜覽)의 追加項目에 들어있음. 일본 기록에서 천변(天變)이라고 하는 현상은, 모든 경우가 그런 것은 아니지만, 별뚥을 뜻한다. 이 기록은 며칠 동안 별뚥이 자주 관측되었다는 뜻이므로 별뚥비로 파악할 수 있다.

^fImoto & Hasegawa(1958)에는 별뚥비로 등록되어 있으나, 神田武(1935)의 목록에는 유성 하나가 떨어진 기록이다.

Meteors flew from the northeast to the southwest at midnight. The date and time of appearance is the same as last year(AD 1465).

^gImoto & Hasegawa(1958)에는 별뚥비로 등록되어 있으나, 神田武(1935)의 목록에는 유성 하나가 떨어진 기록이다. Meteors flew from the southwest to the northeast at midnight.

표 4. 중국의 별뿔비 및 별뿔 소나기 목록. 표에서 날짜는 1582년을 기준으로 Julian date에서 Gregorian date로 변경된 것이다. 또한 type은 별뿔만발의 강도를 나타내며, ST는 별뿔소나기를, IS는 강한 별뿔비를, SH는 보통 비상한(unusual) 별뿔비를 나타낸다. 연도에 ~가 되어 있는 자료는 기록의 관측 시각이 달까지만 주어진 경우에 그 달의 범위를 나타내는 것이다. 번호에 x표가 되어 있는 기록은 별뿔비가 아닌 것으로 판명된 것들이다.

No.	년 월 일 시	JD	Δ	경도(°E)	type	中國古代天象記錄總集
1	-687 3 24 0	1470213.175	110.37	116.99	ST	魯莊公, 夜中, 星隕如雨. (春秋穀梁傳)
2	-74 4 6 5	1694124.408	119.45	108.00	ST	漢: 晨, 衆星皆隨西行. (漢書)
3	-15 3 25 0	1715662.198	107.12	108.88	ST	漢: 夜過中, 星隕如雨, 至鷄鳴止. (漢書)
4	-12 5 22 15	1716816.822	165.97	108.88	ST	漢: 四方衆星, 白晝流隕, 昏止. (漢書)
5	36 7 18 4	1734405.354	222.20	112.42	IS	後漢: 晨, 小流星百枚以上, 四面行. (後漢書)
6	268 7 26 18	1819151.929	229.30	115.60	ST	晉: 衆星西流. 星隕如雨, 皆西流. (晉書, 宋書)
	~ 8 24 6	1819180.429	257.80			
7	288 9 26 12	1826518.688	290.93	112.42	ST	晉: 星晝隕如雨. (晉書)
8	308 1 21 0	1833574.179	41.29	115.60	ST	晉: 星流震散. (晉書, 宋書)
9	401 4 9 0	1867621.179	119.45	115.60	ST	晉: 衆星西流. (晉書, 宋書)
10	443 4 10 5	1882962.378	119.88	118.78	ST	南朝宋: 流星, 至曉不可稱數. (宋書)
11	447 2 1 18	1884355.920	52.40	118.78	ST	南朝宋: 天星并西流. 當有數百,
	~ 3 2 6	1884384.420	80.90			至旦日光定乃止. (宋書)
12	458 3 31 18	1888431.938	110.60	112.42	ST	北魏: 流星數萬西行. (魏書)
	~ 4 28 6	1888459.438	138.10	112.42		
13	461 4 21 0	1889548.188	131.08	112.42	IS	北魏: 大小數百. (魏書)
14	461 3 27 18	1889523.920	106.81	118.78	ST	南朝宋: 有流星數千萬, 至曉而止. (宋書)
	~ 4 25 6	1889552.420	135.31	118.78		
15	465 4 12 18	1891000.938	122.80	112.42	ST	北魏: 有流星西行, 不可稱數, 至明乃止. (魏書)
	~ 5 10 6	1891028.438	150.30			
16	465 7 27 0	1891106.188	228.05	112.42	ST	北魏: 流星多西南行. (魏書)
17	466 4 9 0	1891362.170	118.78	118.78	ST	南朝宋: 流星大小西行, 不可稱數, 至曉乃息. (宋書)
18	466 5 23 0	1891406.170	162.78	118.78	IS	南朝宋: 流星百餘西南行. (宋書)
19	530 4 10 0	1914739.188	119.39	112.42	ST	北魏: 大流星相隨西北, 尾迹不絕, 以千計. (魏書)
20	532 8 29 0	1915611.170	260.86	118.78	ST	南朝梁: 星隕如雨. (梁書, 南史)
21	534 3 1 18	1916160.938	80.12	112.42	ST	北魏: 衆星北流. (北史)
	~ 3 29 6	1916188.438	107.62	112.42		
22	551 7 27 0	1922517.170	226.98	118.78	ST	南朝梁: 夜有流星無數, 皆向北及西北流,
						從羽林, 飛入紫微宮, 甚衆, 亦向河鼓織女等星. (開元占經)
23	551 8 2 0	1922523.170	232.99	118.78	ST	南朝梁: 夜, 小流星四面交流極多, 不可勝數. (開元占經)
24	585 9 24 0	1934995.198	286.30	108.88	ST	隋: 有流星數百, 四散而下. (北史, 隋書)
25	710 7 1 22	1980567.114	201.17	108.88	ST	唐: 二鼓, 天星散落如雪. (日涉編, 日知錄)
	~ 7 30 22	1980596.114	230.17			
26	714 7 16 0	1982042.198	215.23	108.88	ST	唐: 有星西北流, 天星盡搖, 至曙乃止. (新唐書)
27	764 12 31 1	2000473.239	18.20	108.88	ST	唐: 自乙夜至曙, 星流如雨. (新唐書, 舊唐書)
x	765 1 1 0	2000474.198	19.16	108.88	ST	唐: 夜, 星隕如雨. (舊唐書)
28	784 7 11 0	2007605.198	210.28	108.88	IS	唐: 星或十或伍而隕. (新唐書)
29	814 1 24 18	2018394.948	42.34	108.88	IS	唐: 有大星自下而升, 群小星隨之. (新唐書)
	~ 2 23 6	2018424.448	71.84			
30	824 5 2 18	2022145.948	140.78	108.88	SH	唐: 紫微中, 星隕者衆. (新唐書)
	~ 5 31 6	2022174.448	169.28			
31	830 7 23 0	2024418.198	221.17	108.88	ST	唐: 自昏至戌夜(夜, 自一更至五更),
						流星或大或小, 觀者不能數. (舊唐書, 新唐書)
32	835 7 22 23	2026244.156	221.17	108.88	SH	唐: 自昏至丁夜(夜一更至四更), 流星二十餘,
						縱橫出沒, 近天漢. (新唐書, 舊唐書)
33	839 4 14 3	2027605.323	121.31	108.88	IS	唐: 自夜四更至五更, 四方中央,
						流星大小二百餘, 并西流. (舊唐書)

표 4. (계속)

No.	년	월	일	시	JD	Δ	경도(°E)	type	中國古代天象記錄總集
x	839	4	11	3	2027602.323	118.31	108.88		唐玄宗, 丁夜至戊夜, 四方中天, 流星大小凡二百餘, 并西流. (新唐書)
34	839	5	11	0	2027632.198	148.18	108.88	IS	唐: 一更到五更, 上方及四方, 有流星大小百餘, 交橫出滅. (唐會要)
35	841	6	24	3	2028407.323	192.80	108.88	IS	唐: 夜五更, 小流星五十餘, 傍午流散. (舊唐書)
36	841	7	22	0	2028435.198	220.67	108.88	IS	唐: 從一鼓至五鼓, 小流星五十餘, 交橫流散. (舊唐書); 自昏夜至戊夜, 小星數千, 縱橫流散. (新唐書)
37	865	8	1	21	2037212.073	231.39	108.88	IS	唐: 甲夜, 有大流星, 群小星隨之, 自南至北. (新唐書)
38	881	9	10	18	2043095.948	271.17	108.88	ST	唐: 夜, 星隕如雨, 庚寅夜亦如之, 至丁酉止. (新唐書)
		~	9	19	6	2043104.448	279.17		
39	883	12	4	18	2043910.948	355.65	108.88	ST	唐: 夜, 星隕于西北, 如雨. (新唐書)
	~884	1	2	6	2043939.448	18.90			
40	905	4	14	0	2051712.198	121.26	108.88	ST	唐: 夜中, 有大星, 小星皆動而東南, 其隕如雨. (新唐書)
41	924	7	22	0	2058751.188	220.38	112.42	ST	五代唐: 衆星交流. (新五代史)
x	924	7	24	0	2058753.188	222.38	112.42	ST	五代唐: 衆星交流. (新五代史)
42	925	7	22	21	2059117.063	221.00	112.42	IS	五代唐: 夜一鼓后, 西南有星流約七十餘, 西南行. (五代會要); 衆星流, 自二更盡三更乃止. (新五代史)
x	925	7	24	0	2059118.188	222.13	112.42	ST	五代唐: 衆小星流于西南. (新五代史)
43	926	7	23	0	2059482.188	220.87	112.42	ST	五代唐: 衆小星交流. (新五代史)
44	927	4	14	0	2059747.188	120.61	112.42	ST	五代唐: 衆小星流于西北. (新五代史)
45	930	9	26	0	2061008.188	285.85	112.42	ST	五代唐: 衆小星交流而隕. (新五代史)
46	931	10	16	5	2061393.396	305.80	112.42	IS	五代唐: 五鼓後至明, 中天及四方, 有小流星百餘, 流注交橫. (舊五代史, 五代會要, 新五代史)
x	931	10	17	0	2061394.188	306.80	112.42	ST	五代唐: 衆星交流而隕. (新五代史)
47	933	7	21	0	2062037.188	219.08	112.42	ST	五代唐: 衆星交流. (新五代史)
48	933	7	26	0	2062042.188	224.08	112.42	ST	五代唐: 衆星交流. (新五代史)
49	934	4	14	0	2062304.188	120.82	112.42	ST	五代唐: 衆星流于西北. (新五代史)
50	934	10	14	0	2062487.163	303.80	121.23	ST	遼: 西南星隕如雨. (遼史)
x	934	10	15	0	2062488.163	304.80	121.23	ST	五代唐: 衆星亂流, 不可勝數. (舊五代史, 新五代史)
51	1002	10	15	0	2087325.182	304.38	114.35	ST	宋: 流星數千入輿鬼, 至中台, 凡一大星偕小星數十隨之. (文獻通考, 續通志)
52	1008	3	21	0	2089309.182	96.84	114.35	IS	宋: 有星十餘, 急流而駭. (宋史)
53	1012	10	1	0	2090964.182	290.81	114.35	IS	宋: 有星大小二十餘, 北流. (宋史)
54	1037	8	22	0	2100055.182	250.41	114.35	IS	宋: 有星數百西南流. (宋史)
55	1038	2	7	18	2100224.913	54.88	121.23	ST	遼: 有衆星西北流. (契丹國志)
		~	3	9	6	2100254.413	84.38		
56	1063	8	23	0	2109552.182	250.74	114.35	IS	宋: 星大小數百西流. (宋史)
57	1436	10	3	0	2245832.170	290.11	118.78	IS	明: 昏刻至曉, 大小流星一百餘. (明實錄, 明史)
58	1439	10	6	0	2246930.170	292.34	118.78	IS	明: 自夜達旦, 有流星大小二百六十餘. (明實錄, 明史)
59	1451	7	28	0	2251243.177	222.27	116.25	IS	明: 夜, 大小流星八十餘. (明實錄, 明史)
60	1498	10	25	6	2268499.427	311.47	116.25	IS	明: 曉, 東方流星, 小星數十隨之. (明實錄, 明史)
61	1506	3	25	18	2271207.928	97.92	115.77	ST	明: 星隕如雨, 有大如月者. (罪惟錄) 正德元年三月.
		~	4	23	6	2271236.428	126.42		
62	1528	10	13	18	2279445.928	300.28	116.08	ST	明: 河間星隕如雨. (二申野錄, 明會要)
		~	11	12	6	2279475.428	329.78		
63	1532	10	26	3	2280919.305	312.63	115.18	ST	明: 夜四鼓, 星隕如雨. (明實錄, 明史)
64	1533	10	25	4	2281283.344	311.41	116.25	ST	明: 四更至五更, 大小流星縱橫交行, 不計其數, 至曉乃息. (明實錄, 明史)
65	1533	10	26	4	2281284.344	312.41	116.25	ST	明: 夜四鼓, 萬星縱橫流飛, 俄隕如雨, 至天曙方已. (吾學編余)

표 4. (계속)

No.	년	월	일	시	JD	Δ	경도(°E)	type	中國古代天象記錄總集
66	1533	10	28	4	2281286.344	314.41	116.25	ST	明: 夜中, 流星起中台, 化白氣, 自四更起, 大小星交行, 不計其數, 至晚沒. (罪惟錄)
67	1533	10	29	12	2281287.677	315.75	116.25	ST	明: 晝, 星隕如雨, 京口舟人不敢渡, 潮州, 경(옥구슬 경)州星隕亦如之. (二申野錄); 京口星隕如雨. 경(옥구슬 경)州, 潮州, 亦如之.(明會要)
68	1533	10	17	18	2281275.927	304.00	116.25	ST	明: (其夜,) 潮州星隕如雨, 七縣皆同. (廣聞錄)
	~	11	15	6	2281304.427	332.50			
69	1533	11	5	2	2281294.260	322.33	116.25	ST	明: 泛海舟人云, 三更后, 星墮如雨, 繼而一紅火如斗大, 有訶자刺聲. (聞見漫錄)
70	1540	5	6	18	2283668.927	140.20	116.25	ST	明: 霰強縣天鼓鳴, 夜, 星隕如雨. (二申野錄)
	~	6	5	6	2283698.427	169.70			
71	1566	10	26	0	2293337.177	311.79	116.25	ST	明: 夜, 星隕如雨, 有聲. 十四, 十五皆然. (新如錄)
72	1566	12	23	18	2293395.927	5.28	116.25	ST	明: 夜, 有大星下隕, 群星隨之, 如雨有聲, 歷三晚.(罪惟錄)
	~	12	26	6	2293398.427	7.78			
73	1566	12	26	3	2293398.302	7.66	116.25	IS	明: 四更, 有一大星下隕, 群星數百, 如雨隨之. (二申野錄, 留青日札)
74	1578	2	23	0	2297475.177	66.71	116.25	ST	明: 有大星如日出西方, 衆星皆西徂. (明史, 國權)
75	1589	8	26	0	2301667.177	240.89	116.25	ST	明: 夜見東山月上, 月中有小白星進出, 如珍珠散亂, 移刻始息. (云間染識)
76	1594	11	6	0	2303565.177	312.61	116.25	ST	明: 夜, 東北方有星大如鷄子, 青白色, 西南方有星大如碗, 亦青白色, 尾迹散光照地, 西南行, 后有二小星隨之, 復有流星數千, 四面紛紛交錯而行.(二申野錄)
77	1602	10	15	18	2306465.927	291.31	116.25	SH	明: 流星數日, 出參宿入天苑.(罪惟錄)
	~	11	14	6	2306495.427	320.81			
78	1602	11	7	4	2306488.344	313.72	116.25	IS	明: 夜五更, 有大小星數百, 交錯行.(明史, 文獻通考)
x	1602	11	6	0	2306487.177	312.56	116.25	IS	明: 有大小星數百, 交錯行. (明實錄, 國權)
79	1621	8	21	22	2313351.094	236.60	116.25	IS	明: 亥時, 流星引練, 紅赤色, 后有小星數百隨之, 起自西北, 傍女宿. (二申野錄)
80	1622	10	26	0	2313781.205	301.46	106.28	ST	明: 熹宗二年九月甲寅, 陝西固原州, 星隕如雨.(明實錄)
81	1623	10	23	0	2314143.205	298.20	106.28	ST	明: 熹宗三年九月甲寅, 固原州, 星隕如雨.(明實錄, 續文獻通考)
82	1642	5	28	18	2320935.927	151.05	116.25	ST	明: 星流如織. (二申野錄)
	~	6	27	6	2320965.427	180.55			
x	1642	夏						ST	明: 星流如織. (明史, 續文獻通考, 續通志)
83	1651	6	20	0	2324245.177	173.00	116.25	IS	清: 夜, 西南流星如蓋, 衆小星隨之. (清實錄, 清史考)
84	1666	11	8	2	2329865.253	314.23	118.86	ST	清: 四更, 有大星見東南, 衆小星隨之, 或上或下, 今左今右, 大星隕, 小星亦隨之隕.(三岡識略)
85	1682	9	11	22	2335652.079	256.95	121.53	IS	清: 夜二更, 大小星數百墮下鷄籠山.(臺灣外紀)
86	1729	2	10	0	2352604.177	42.00	116.25	ST	清: 夜, 見衆星搖動, 如欲墜狀, 又或飛或走, 群向東行.(清實錄) - 在不確定類流星雨
87	1768	3	18	17	2366885.885	78.71	116.25	ST	清: 夕, 星隕如雨. (清史考)
88	1798	10	9	18	2378047.913	283.05	121.47	ST	清: 上海青浦縣有星移于天, 如飛如織, 輝光四布, 如是者數夜. (明齋小識)
	~	11	8	6	2378077.413	312.55			
89	1798	12	5	18	2378104.927	340.06	116.25	ST	清: 夜間, 衆星交流如織. (清實錄, 履園叢話)
	~	12	7	6	2378106.427	341.56			
90	1853	2	7	18	2397891.953	37.99	106.93	ST	清: 通州有火如星如燐, 以千百計. 凡四五夜始熄.(清史考)
	~	3	9	6	2397921.453	67.45			
91	1862	8	10	22	2401363.094	221.82	116.25	ST	清: 亥時, 衆星紛紛自東北流于西南, 不可計數.(諸縣志)

표 5. 추가된 중국 역사 속의 별뚝비 기록. 표에서 날짜는 1582년을 기준으로 Julian date에서 Gregorian date로 변경된 것이다. 《總集》의 유성 항목에 실려 있는 기록 가운데 열 개에서 백여 개의 별뚝이 떨어졌다는 기록을 모은 것이다. 15~19번 기록은 지방지(地方志)에 실린 것이어서 신뢰성이 다소 떨어지지만, 각각 유일한 기록이기 때문에 어느 정도 신뢰성이 있다고 보았다.

No.	년 월 일 시	JD	Δ	경도(°E)	기록
1	814 8 13 18 9 11 6	2018595.948 2018624.448	243.34 271.84	108.88 108.88	唐: 有大星如半席, 自下而升, 有光燭地, 群小星隨之. (新唐書)
2	837				唐: 有星大如斗, 長五丈, 自室壁西北流, 入大角下沒, 行婁枉矢, 中天有聲, 小星數百隨之. (新唐書)
3	865 8 1 20	2037212.031	231.35	108.88	唐: 甲夜, 有大流星長數丈, 光燭如電, 群小星隨之, 自南往北. (新唐書)
4	1002 10 13 0	2087323.182	302.38	114.35	宋: 有星流, 出東方, 西南行. 大如斗, 有聲若牛吼, 小星數十隨之而隕. (文獻通考, 續通志)
5	1008 3 27 0	2089315.182	102.84	114.35	宋: 有星十餘, 急流入濁, 色赤黃, 有尾迹. (宋史)
6	1012 9 12 0	2090945.182	271.82	114.35	宋: 有星大小二十餘, 皆有尾迹, 北流. 又一星光燭地, 出紫微垣外, 尾丈餘, 闊三寸許, 東北流, 至傳舍沒. (宋史)
7	1368 3 19 18 4 19 6	2220797.927 2220828.427	93.30 123.80	116.25 116.25	元: 有星流于東北, 衆小星隨之, 其聲大震. (元史)
8	1452 10 18 0	2251691.177	305.01	116.25	明: 夜, 有流星三, 色皆青白: 一大如鷄彈; 二大如盃. 一出婁, 西行至壁, 尾迹炸散; 一出天冠(齒에서 草두머리가 없는 글자), 西行至近濁, 二小星隨之; 一出天槍, 東南行至濁, 三小星隨之. (明英宗實錄)
9	1454 2 7 0	2252168.177	51.50	116.25	明: 夜, 有流星大如盃, 色青白, 行丈餘, 大如碗, 光明燭地, 出저(低에서 人부름 變 것)宿, 南行至從官, 十餘小星從之. (明英宗實錄)
10	1457 12 8 0	2253568.177	355.73	116.25	明: 夜, 有流星大如盃, 色青白, 光明燭地, 出華蓋, 東北行至天鉤, 十餘小星隨之, 有聲隆隆. (明英宗實錄)
11	1462 8 11 0	2255275.177	236.50	116.25	明: 夜, 有流星大如碗, 色青白, 有光燭地, 出天苑, 北行入參宿, 十餘小星隨之. (明英宗實錄)
12	1466 7 29 0	2256723.177	223.42	116.25	明: 夜, 北方有流星如盞大, 青白色, 有光, 自正北行東南雲中, 後十餘小星隨之. (明憲宗實錄)
13	1467 6 3 0	2257032.177	167.17	116.25	明: 夜, 南方流星如盞大, 青白色, 光燭地, 自河鼓行丈餘, 發光如碗大, 東北行至奎宿, 尾迹炸散, 後十餘小星隨之. (明憲宗實錄)
14	1498 10 25 6	2268499.427	311.47	116.25	明: 是日曉刻, 東方流星大如盤, 色赤, 起東北, 行丈餘, 發光如斗, 燭地, 東南行, 小星數十隨之. (明孝宗實錄)
15	1642 9 24 0	2321054.164	269.29	120.83	明: 有大星如斗, 小星數十隨之, 自西北至東南, 墜地有聲. (浙江 海鹽縣誌) Zhejiang Haiyan
16	1644 1 30 20	2321548.009	32.62	116.64	明: 夕, 有大星如斗, 隕于西北, 有衆星隨之, 其聲如雷, 火光燭天. (廣東 潮州府志) Guangdong Chaozhou
17	1651 9 14 18 10 14 6	2324331.931 2324361.431	259.75 289.25	114.77 114.77	清: 有大星, 自西南至東北, 聲響如雷, 火光四進, 後有小星無數, 隨之而行. (山東 膠州志) Shandong Jiaozhou
18	1672 5 12 0	2331877.169	134.60	119.27	清: 大星自東北方經天, 後有數十小星隨之, 至西南方而隕, 聲響如雷. (浙江 建德縣誌) Zhejiang Jiande
19	1679 9 21 16	2334565.857	266.50	111.62	清: 申時, 有大星如斗, 自西北, 經天漢, 流入東南, 群星無數從之. (湖南 永州府志) Hunan Yongzhou

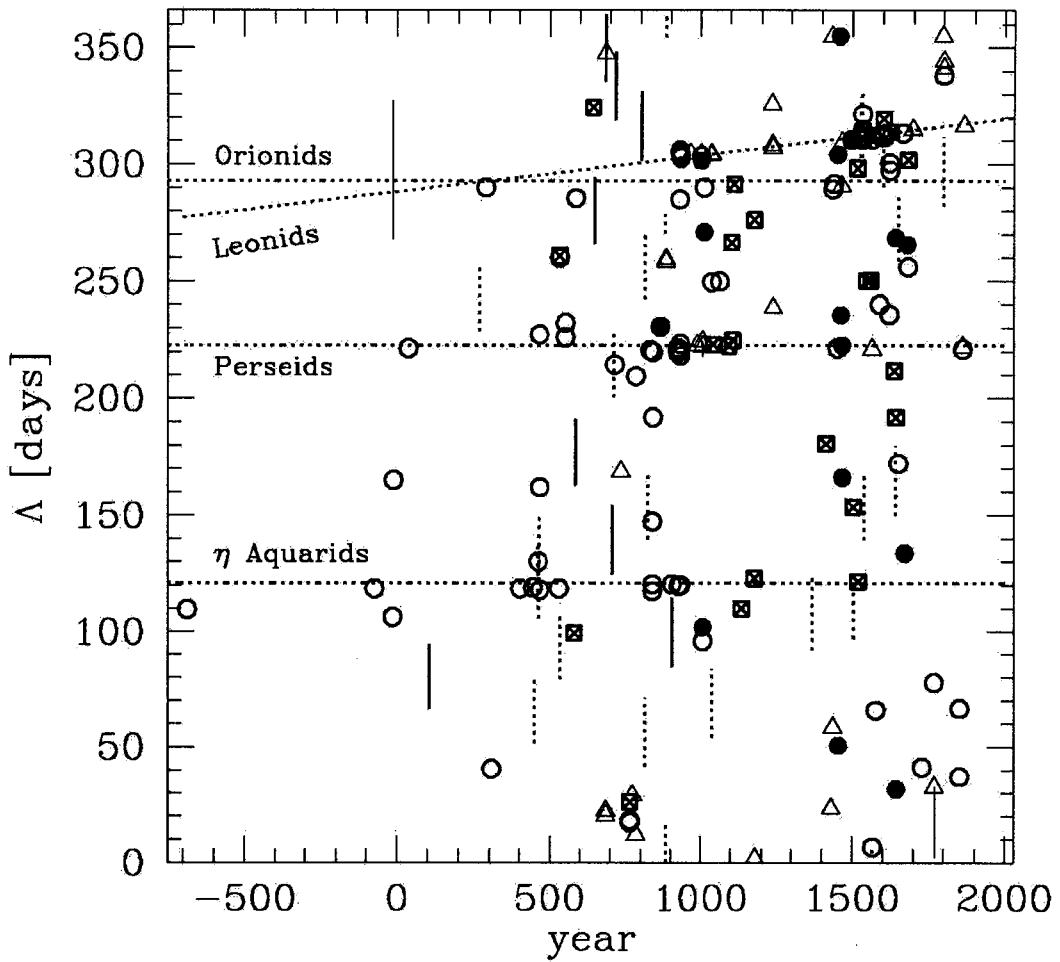


그림 1. 한국, 일본, 중국의 별뿔비 기록을 나타낸 연도와 1항성년 중 나타난 시점으로 나타낸 것. 네모안에 가위표를 한 것이 한국의 별뿔비 기록이고, 세모는 일본의 별뿔비 기록, 동그라미는 중국의 별뿔비 기록을 나타낸다. 세로 선들은 날짜 기록이 없이 달까지만 기록이 남아 있는 것들인데, 굵은 것은 한국의 별뿔비 기록이고, 얇은 것은 중국의 별뿔비 기록이다. 긴 가로 점선들은 그 위에 쓰여 있는 별뿔비들의 현재 위치를 나타낸다. 사자자리(Leonids)의 경우는 나타나는 시점이 꾸준히 변해온 것을 감안하여 사선으로 나타냈다. 사선의 기울기는 Ahn(2005b)에서 구한 값을 썼다.

3.2 페르세우스자리 별뿔비

페르세우스자리 별뿔만발의 경우, 이전 논문(안상현 2004b)과 마찬가지로 기원후 36년 중국 기록이 가장 오래된 것이다. Bone(1993)에도 이 기록이 가장 오래된 것으로 언급되어 있다. 그러나 13세기를 경계로 페르세우스자리 별뿔만발이 나타나는 시점에 계단이 나타난다는 이전 논문의 내용은 수정되어야 한다. 그림 1에서 보듯이 근일점년 대신에 항성년을 사용하여 지구 공전 궤도의 행성 세차를 보정하여 새로 수정된 목록에서는 그러한 증거가 나타나지 않고 있기 때문이다.

3.3 물병자리 에타 별뿔만발과 오리온자리 별뿔만발

이 두 별찌흐름은 모두 헬리혜성이 어미 혜성이다. 물병자리 에타 별뿔만발의 경우, 이전 연구(안상현 2004b)에서는 기원전 687년 기록이 가장 오래된 것으로 보았으나, 새로 계산한 결과 이 가능성이 부정되었다. 본 연구에 따르면, 기원전 74년의 중국 기록이 가장 오래된 물병자리 에타 별뿔만발 기록인 것으로 확인되었다. 이 결과는 Bone(1993)의 주장과 같다.

오리온자리 별찌흐름에 속하는 별뿔만발 기록들은 밀집도가 약간 떨어지는 느낌이 있다. 그러나 가장 가능성이 높은 것들을 들자면, 우선 앞서 288년 기록을 들 수 있다. 그러나 이 시기에 오리온자리 별뿔비는 사자자리 별뿔비와 나타나는 시기가 겹치기 때문에 어느 별뿔비인지 단정하여 말하기 힘들다. 그러나 굳이 어느 별뿔비인지를 판단해야 한다면, 나타나는 날짜만으로 보면 사자자리 별뿔비보다 오리온자리 별뿔비로 판단된다. 그러나 최대한 조심스럽게 이야기하자면, 기원후 585년 중국의 별뿔만발 기록이 이 목록에서는 가장 오래된 오리온자리 별뿔만발 기록임이라고 본다.

3.4 토 론

이상의 결과로 봐서 사자자리, 페르세우스자리, 물병자리 에타, 오리온자리 등의 별찌흐름은 지난 2천년 동안 꾸준히 존재하면서 별뿔만발을 일으켜왔다고 결론지을 수 있다. Ahn(2005b)은 이러한 별찌흐름들의 어미 혜성이 대체로 단주기 혜성들로서 그 가운데서도 헬리형 혜성임을 논의하였다. 즉, 사자자리 별찌흐름의 어미 혜성은 55P/Tempel-Tuttle인데 공전주기가 33.0년이며, 물병자리 에타 별찌흐름과 오리온자리 별찌흐름의 어미혜성은 1P/Halley인데 공전주기가 76.0년이며, 페르세우스자리 별찌흐름의 어미혜성은 109P/Swift-Tuttle로서 공전주기가 135.0년이다(이시우와 안병호 1997, Kronk 2005). 이러한 혜성들은 모두 헬리형 혜성들이다.

단주기 혜성들(short-period comets)은 헬리형 혜성들(Halley-type comets)과 목성형 혜성들(Jupiter-type comets)로 나뉜다. 헬리형 혜성들은 공전 주기가 20-200년 정도이며, 중간 주기 혜성들(intermediate-period comets)이라고도 부른다. 그 이름에서 알 수 있듯이 헬리 혜성을 대표적인 예로 들 수 있으며, 그 궤도 경사(inclination)가 황도면에 무관하므로 이 혜성들의 원천이 오르트 구름(Oort cloud)이라고 알려져 있다. 이에 비해서 목성형 혜성들은 공전 주기가 20년보다 짧은 혜성들로서 그 궤도 경사가 황도면에서 40° 이상 기울어지지 않았다. 그러므로 목성형 혜성들은 퀴퍼 띠(Kuiper belt)에 있던 혜성이 목성의 중력에 의해 붙잡혀서 이러한 궤도를 돌고 있다고 생각되고 있다.

헬리형 혜성은 그 궤도의 주기가 비교적 길고 궤도 경사는 황도에 무관하므로 행성에 의한 섭동을 덜 받는다. 게다가 주기혜성이므로 주기적으로 근일점에 다가와 먼지를 별찌흐름에 공급하므로 수명이 긴 별찌흐름을 유지할 수 있다. 그러므로 2천년에 걸친 오랜 기간 동안 별뿔비와 별찌흐름을 만들어 낼 수 있었다고 볼 수 있다. 그러나 별뿔만발 현상을 일으키는 모든 혜성이 헬리형 혜성이라고는 말할 수 없다. 집중도가 떨어져서 자명하지는 않지만 분명히 다른 혜성들에 의해 생긴 별뿔만발 현상들이 더욱 많이 존재하기 때문이다. 이러한 확정되지 않는 별뿔만발들에 대해서는 나중에 자세한 연구가 필요하다.

감사의 글: 이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음(KRF-2004-015-C00212).

참고문헌

- 안상현 2004a, 한국우주과학회, 21, 39
- 안상현 2004b, 한국우주과학회, 21, 529
- 안상현, 박종우 2004, 한국우주과학회, 21, 505
- 안상현, 배현진, 조혜전, 정성욱 2002, 천문학논총, 17, 23
- 양홍진 2004, 박사학위논문, 경북대학교
- 이시우, 안병호 1997, 태양계천문학 (서울: 서울대학교 출판부)
- 한보식 1987, 한국년력대전 (대구: 영남대학교 출판부)
- 江濤(Kiang Tao) 1980, 天文學報, 21, 324
- 齊藤國治(Saito Kuniji) 1980, 科學史研究, 第II期, 9, 94
- 關口鯉吉(Sekiguchi Rigichi) 1917, 朝鮮古代觀測記錄調查報告, 朝鮮古記錄中 流星群 (仁川: 朝鮮總督府觀測所)
- 神田武(Kanda Shigeru) 1935, 日本天文史料綜覽 (東京: 原書房)《綜覽》
- 大崎正次(Ozhaki Masaji) 1994, 近世日本天文史料 (東京: 原書房)
- 北京天文臺(Beijing Observatory) 1988, 中國古代天象記錄總集 (江蘇: 江蘇科學技術出版社)《總集》
- Ahn, S.-H. 2003, MNRAS, 343, 1095
- Ahn, S.-H. 2005a, MNRAS, 358, 1105
- Ahn, S.-H. 2005b, submitted to Earth, Moon, and Planets
- Ahn, S.-H. 2005c, MNRAS, submitted
- Bone, N. 1993, Meteors (MA: Sky Pub. Co.)
- Dall'olmo, U. 1978, J. His. Astron., 9, 123
- Doggett, L. E. 1992, in Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, ed. P. K. Seidelmann (CA: University Science Books), pp.575-608
- Hasegawa, I. 1992, Celestial Mechanics and Dynamical Astron., 54, 129
- Hasegawa, I. 1993, in Meteoroids and their parent bodies, eds. J. Stohl & I. P. Williams (Potsdam: Internation Meteor Organization), pp.209-223
- Ho Peng Yoke 1962, Vistas Astron., 5, 127
- Imoto, S., & Hasegawa, I. 1958, Smithsonian Contributions to Astrophys., 2, 131
- Jenniskens, P. 1995, A&A, 295, 206
- Kronk, G. W. 2005, Periodic Comets in Gary Kronk's (<http://cometography.com>)
- Mason, J. 1995, J. of the British Astron. Soc., 105, 219
- Meeus, J. 1991, Astronomical Algorithms (Richimond: William-Bell Inc.)
- Meeus, J. 1998, Astronomical Algorithms 2nd ed. (Richimond: William-Bell Inc.)
- Rada, W. S., & Stephenson, F. R. 1992, QJRAS, 33, 5
- Toth, J. 1999, Proceedings of the International Meteor Conference 1998, Stara Lesna, Slovakia, eds. R. Arlt & A. Knöfel (Potsdam: International Meteor Organization), pp.70-74
- Yang, H.-J., Park, C., & Park, M.-G. 2005, Icarus, 175, 215

Yeomans, D. K. 2005, private communication

Yrjölä, I., & Jenniskens, P. 1998, *A&A*, 330, 739

Zhuang, T.-S. 1966, *Acta Astron. Sinica*, 14, 37

Zhuang, T.-S. 1977, *Chinese Astron.*, 1, 197