

사육상태에서 자란 참수리(*Haliaeetus pelagicus*) 미성조 날개깃의 깃갈이 방식강승구 · 이인섭<sup>1\*</sup>경성대학교 대학원 생물학과, <sup>1</sup>경성대학교 생물학과

Received August 29, 2008 / Accepted December 30, 2008

**Molting Patterns of Flight Feathers of Immature Steller's Sea Eagle(*Haliaeetus pelagicus*) Raised in Captivity.** Seung-Gu Kang and In-Sup Lee<sup>1\*</sup>. *Department of Biology, Graduate School, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea, <sup>1</sup>Department of Biology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea* - This study was conducted to know the molting sequence and the aging points of flight feathers of steller's sea eagles (*Haliaeetus pelagicus*). For this study, two captive immature steller's sea eagles raised at the Ornithology Laboratory attached to Kyungsoong University were surveyed for five years from Nov. 2000 to Nov. 2005. The survey indicated that the first molting began in July of the second year, and the primaries of P1-3, the secondaries of S18-19 (female), S17-18 (male), and S1 and S4 were replaced by one-time with second generation feathers. Generally molting stopped during the winter period, but a few feathers continued to molt during the winter. The two secondaries of S18-19 (female) and S17-18 (male) always molted every year but some of the juvenile secondaries (male: S10, S11, etc) retained for 2 or 3 years. In the molting order of primaries, the first molting started at P1 and it proceeded to P10 of outside. In the secondaries, the first molting started at S17(male) and S19(female), and it proceeded to outside. After that molting it started at S1 and proceeded to inside. In the other secondaries, the pattern of molting which proceeded in the mid-part of the secondaries was usually beginning in several different points at the same time. The molting seemed as if it depends on both the conditions of the individuals and the environment, so it was very difficult to explain the molting pattern in the mid-part of the secondaries. The longer quills (P7, P8) required for more than 68 days to develop. In the comparison of the length in the remiges between the first and the second generation feathers, the first generation feathers were the larger than that of the second. And the reduction of the length between the second and the third generation feathers was a few. The reduction of the length between the third and the fourth generation feathers was slight. The juvenile primaries were dark brown with a whitish base, which could be observed until the second or the third generation feathers (in their third or fourth winter plumage).

**Key words :** Molting sequence, aging point, flight feathers, steller's sea eagle, generation feathers.

## 서 론

새는 일반 육상 동물과 달리 깃을 가지고 있다. 새의 종류에 따라 깃의 용도는 다양하다. 피부를 덮어 체온을 유지하는 기능 외에 깃의 모양이나 빛깔을 변화시켜 번식기 때는 구애를 하여 배우자를 찾기도 하고 계절별로 포식자 또는 피식자에게 위장을 위한 수단으로 쓰이기도 한다. 또한 깃을 이용하여 잠수나 수영을 하는가 하면 하늘을 날아 먼 거리를 이동하기도 한다. 그러나 어떤 새이거나 일정한 기간이 지나면 깃은 닳거나 쇠약해지고 물리적인 힘에 의해 손상을 받을 수도 있으며 이로 인해 때로는 심각한 위험에 처할 수도 있다. 따라서 오래된 깃은 새로운 깃으로 교체해야만 목적에 맞게 기능을 수행할 수 있는데 이러한 과정은 일련의 깃갈이 과정을 통하여 이루어진다[1,2,6,15].

새의 종류에 따라 깃갈이의 시기나 형식, 주기는 매우 다양할 뿐만 아니라 아종 또는 개체, 연령에 따라서도 차이가 있다. 일부 갈매기류(*Larus* 속)의 경우 성조깃을 갖기 위해서는 3-4년생이 되어야 하며[11], 일부 중·소형의 맹금류(*Accipiter, Falco* 속)는 2년생이 되는 해에 날개깃 전부를 새로운 깃으로 교체하기 때문에 1차 성조깃(1st adult)은 2년생 후반기가 되어서 완성된다[2,3,13]. 말뚝가리류(*Buteo* 속)는 2차 깃갈이 때(3년생) 유조깃을 완전히 교체한다[2,17]. 참수리(*Haliaeetus pelagicus*)와 함께 대형 맹금류(eagles and vultures)는 매년 날개의 일부만 깃갈이를 하고 완전한 성조의 깃을 갖기까지는 4-7년생이 되어야 한다[3,4]. 이들은 한 해에 몸깃과 날개깃 일부만을 교체하며 시간이 경과하면서 일정한 순서에 따라 깃갈이를 하는데 새로 나온 깃은 빛깔이나 모양에 차이가 있고 그러한 변화는 연령에 따라 다르므로 날개깃의 깃갈이 형식을 측정하여 대형 맹금류의 나이를 판단할 수가 있다[7,9,14,16]. 맹금류의 깃갈이에 대한 최초 연구는 매목의 날개깃에 대한 연구[8]를 시작으로, 이 후 대형 맹금류로는 최초로 사육 상태의 스코틀랜드 검독수리에 관한

## \*Corresponding author

Tel : +82-51-620-4647, Fax : +82-51-620-4645

E-mail : ysllee@ks.ac.kr

연구[7]가 있었으며, 최근까지도 다양한 조류의 깃갈이에 대한 연구가 이루어져 왔다. 그러나 국내에서는 조류의 깃갈이에 대한 연구가 거의 없는 실정이며, 국외에서도 일본에서 자연 상태의 참수리 날개깃 깃갈이에 관한 연구[9]가 있었을 뿐 사육 상태에서 참수리의 날개깃 깃갈이에 관한 연구는 그 예를 찾기가 힘들었다.

따라서 본 연구는 참수리의 유조를 수년 동안 사육하면서 해마다 부분적으로 교체되는 날개깃의 깃갈이 순서와 깃의 빛깔 및 모양의 차이를 정밀하게 조사하고, 가장 긴 날개깃의 성장기간 등도 함께 조사하여 사육 상태 하에서의 참수리 미성조의 날개깃의 깃갈이 방식과 날개깃의 색깔 문양을 통한 참수리의 연령을 파악하기 위하여 수행하였다. 본 연구가 개체수의 부족과 야외가 아닌 사육 상태에서 실시하였다는 점에서 야외에서 진행되는 깃갈이 현상과는 다소 차이가 있을 수도 있고 실제 그렇게 주장하는 일부 학자[4]도 있으나 야외에서 관찰되는 참수리의 연령을 파악함에 있어 전반적인 연령별 깃갈이의 형식을 파악하고 그 연령을 판정하는데 상당한 참고가 될 것으로 생각한다.

### 재료 및 방법

본 연구는 야생에서 영양실조로 탈진한 유조 두 개체를 경성대학교 야생동물(천연기념물) 치료소에서 회복시킨 것을 사육하면서 날개깃의 연령별 깃갈이 방식을 조사한 것이다. 연구 재료로 사용한 참수리는 암컷 1개체와 수컷 1개체 이었는데, 부산 인근에서 비상 및 기립 불능의 상태에서 발견 되었다. 수컷은 2000년생이었고, 암컷은 2001년생이었다. 이들에 대한 조사는 수컷은 2000년 11월부터 암컷은 2001년 12월부터 시작하여 2005년 12월까지 약 5년간 실시하였다.

2002년 7월부터 2004년 10월 까지는 연령에 따라 깃갈이가 진행되는 상황을 정밀하게 파악하기 위하여 Edelstam의 방법[4]에 따라 좌·우측 날개깃의 각 깃에 번호를 부여하였고 평균 1-2개월에 1회씩 조사하였다(Fig. 1). 조사 시에는 세 명이 한 조를 이루어 사진촬영 및 계측을 하였고, 날개깃의 깃갈이의 형식뿐만 아니라 깃의 세대별 길이차이와 깃의 성장기간 등 참수리의 연령에 따른 깃의 변화를 조사하였다.

날개깃은 첫째날개깃과 둘째날개깃으로 구분하였다. 첫째날개깃은 10개였고 날개의 안쪽에서부터 바깥쪽으로 날개깃의 영명 Primary의 머리글자를 붙여 P1번부터 P10번 순서로 번호를 매겼으며 둘째날개깃 역시 영명 Secondary의 머리글자를 붙여 바깥쪽에서부터 안쪽으로 S1, S2, S3 등과 같이 번호를 부여하였다. 둘째날개깃은 수컷 19개, 암컷은 20개였으나 수컷의 19번째와 암컷의 20번째인 가장 안쪽 깃은 길이가 짧고, 위쪽 큰날개깃의 줄과 겹쳐있어서 날개깃으로 판단하기가 불분명하여 조사에서 제외하였다. 날개깃의 연령별 깃갈이 형식은 좌·우측 날개가 비슷하고 깃 색깔과 모양의

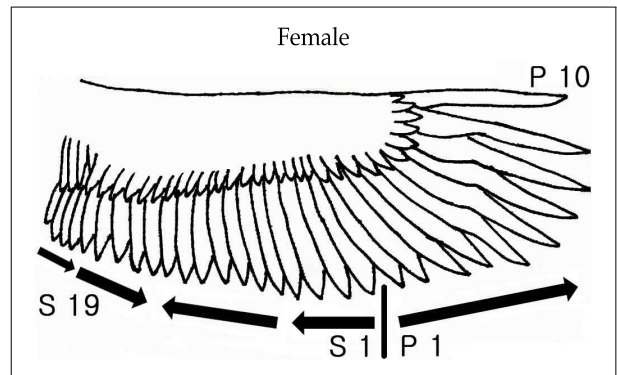


Fig. 1. Wing of juvenile steller's sea eagle, showing the numbering of remiges and the directions of the moult-waves (P: primary, S: secondary).

변화도 비슷하기 때문에 본 연구에서는 주로 좌측 날개의 아랫면을 조사하였다(Fig. 1).

### 결 과

#### 날개깃의 성장 기간

날개깃 중 성장 기간이 가장 긴 깃은 FR P7, P8으로 68일 이상이었고 가장 짧은 깃은 FL P9, S11과 ML S15, S6으로 45일 이상이었는데 깃의 길이가 긴 것일수록 성장 기간이 긴 것으로 나타났다. 즉 깃의 성장 기간은 깃의 길이에 비례하는 것으로 나타났다. 깃의 길이는 성별 또는 연령별로 차이가 있었다(Fig. 2). 대체적으로 첫째날개깃은 둘째날개깃 보다 길며 깃간의 길이 차이도 크고 가장 길이가 긴 P5~P8까지는 보통 44 cm 내외이었다. 둘째날개깃의 S1은 36 cm 정도 되지만 날개의 안쪽으로 갈수록 짧아져서 S14 부터는 길이가 약 31 cm 이하이었다(Table 1).

#### 연령별 날개깃의 길이 차이

**1세대 깃과 2세대 깃의 길이 차이:** 1차 깃갈이가 끝난 후 동일한 깃의 1세대 깃과 2세대 깃의 길이차이는 1.50~4.70 cm로서 평균 2.49 cm의 차이(감소)를 나타내었다(Fig. 2A).

**2세대 깃과 3세대 깃의 길이 차이:** 2차 깃갈이가 끝난 후 동일한 깃의 2세대 깃과 3세대 깃의 길이 차이는 -2.90~1.4 cm로서 평균 0.44 cm 차이(감소)가 있었고 어떤 것은 2세대 깃 보다 3세대 깃이 더 긴 경우도 있었다. 대체적으로 길이의 감소가 약간 있었지만 1세대 깃과 2세대 깃의 차이보다는 적었다(Fig. 2B).

**3세대 깃과 4세대 깃의 길이 차이:** 3차 깃갈이가 끝난 후 동일한 깃의 3세대 깃과 4세대 깃의 길이 차이는 -0.8~1.3 cm이었고 평균 차이는 0.18 cm로서 미세한 차이는 있었으나 2세대 깃으로 바뀔 때의 길이 차이와 마찬가지로 큰 차이는 없었다(Fig. 2C).

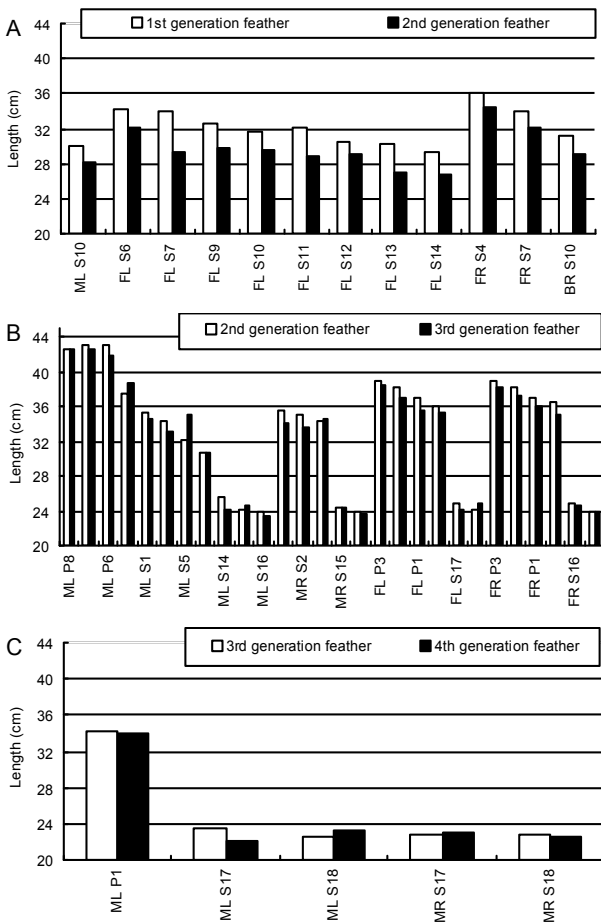


Fig. 2. The comparison of feather length from 1st to 4th generation feathers (ML: left remiges of male, MR: right remiges of male, FL: left remiges of female, FR : right remiges of female, P: primary, S: secondary). A: In the comparison of feather length between 1st and 2nd generation, they show big difference. B: In the comparison of feather length between 2nd and 3rd generation, they show a little difference. C: In the comparison of feather length between 3rd and 4th generation, they show less difference.

깃갈이 형식

첫째날개깃의 1차 깃갈이가 시작되는 시기는 생후 둘째 해의 여름인 8월에 P1부터 시작하여 날개의 바깥쪽 P10 방향으로 진행되었다. 둘째날개깃의 깃갈이는 첫째날개깃 P1 보다 1개월 정도 전인 7월에 S19에서 시작하여 날개의 바깥 쪽으로 진행되었고 11월에 S1, S4에서 시작하여 날개의 안쪽 을 향해 깃갈이가 진행되었다. 날개의 모든 유조깃이 교체되 기까지는 2-3년(3-4년생)이 필요하며, 둘째날개깃의 중앙부인 S9-13 (암컷) 또는 S8-12 (수컷)중 한 곳 내지 두 곳이 시기적 으로 가장 늦었다. 첫째날개깃의 깃갈이가 시작되는 위치는 한 곳이며 P1에서부터 시작하여 P10과 같은 순서로 진행되 었다. 그러나 둘째날개깃의 경우에는 가장 바깥쪽 S1과 가장 안쪽 S17-19의 두 부위 외에도 여러 곳이 있었는데, 암컷은

Table 1. The length of remiges and the duration of their growth in steller's sea eagle

Remiges	1st M <sup>1</sup> (cm)	2nd M (cm)	Growth duration 1st M - 2nd M (days <sup>2</sup> )	3rd M completed (cm)
FR <sup>3</sup> P7	4.0	43.7	68	45.0
FR P8	0.3	41.5	68	44.6
MR P8	3.7	36.2	58	42.7
FR P5	0.5	38.2	53	42.2
ML S3	0.3	31.2	53	32.5
FL P9	1.6	30.5	45	34.2
FL S11	1.0	25.5	45	28.5
ML S15	1.7	22.0	45	24.0
ML S6	0.2	27.7	45	30.2

<sup>1</sup>M: Measurement

<sup>2</sup>days: Days shows days from 1st M to 2nd M.

<sup>3</sup>ML: left remiges of ♂, MR: right remiges of ♂, FL: left remiges of ♀, FR: right remiges of ♀, P: primary, S: secondary

좌측 날개깃 S4, S8 그리고 우측 날개깃의 S6, 그리고 수컷은 좌측 날개깃 S6, 우측 날개깃의 S4 등과 같이 각 날개에서 시작 되는 위치가 3-4개 부분 이상이였으며 그 양상은 개체별로 차이가 있었다. 그뿐만 아니라 좌·우측 날개에서도 깃갈이 주기 마다 시작하는 부위와 끝나는 부위가 조금씩 달랐다 (Fig. 3).

깃갈이 주기

유조깃의 수명은 한 세대의 모든 깃이 깃갈이가 완전히 끝날 때까지 2년 이상 되었는데, 유조깃을 유지하는 기간 은 이소 시기인 8월부터 시작하여 암컷의 경우 좌측날개 S13 은 26개월, 우측날개 S11은 27개월 정도 되었다[12]. 수컷의 경우에는 2000년부터 시작하여 27개월 정도이였지만 좌측 S10과 우측 S11처럼 각각 35개월과 30개월까지 되는 것들도 있었다(Fig. 3). 2세대 깃을 유지하는 기간은 암컷의 S9, S11-12와 수컷의 S8, S10, S12 등이 2년 이상을 유지하였으며 (Fig. 4), 유조깃의 경우와 비슷하였다. 유조깃이 2세대 깃으 로 교체되는 기간은 수컷의 경우 좌측 S10과 우측 S11을 제 외하고 약 16개월 정도 되었다. 수컷의 경우 한 세대의 깃갈 이가 모두 끝나기 전 다음 세대의 깃갈이가 시작되어 나이가 들어가면서 3차 겨울깃은 3가지 세대의 깃(유조깃, 2, 3세대 깃)을 동시에 가지게 되었으며, 5차 겨울깃은 4가지 세대의 깃(2, 3, 4, 5세대 깃)을 동시에 가지고 있었다. 그리고 3년생 이 되는 해에 거의 모든 유조깃을 교체하였다(Fig. 3).

연령별 깃의 변화 과정 및 깃갈이 순서

**1차 겨울깃:** 유조깃은 태어난 해의 겨울을 거쳐 생후 2년 여름 1차 깃갈이 전까지 유지되며, 겨울에 발견되었던 참수 리 두 개체는 모두 유조깃을 가지고 있었다. 유조깃은 끝이 뾰족하며 2세대 깃 보다 약 2.5 cm 정도 길다. 첫째날개깃 기



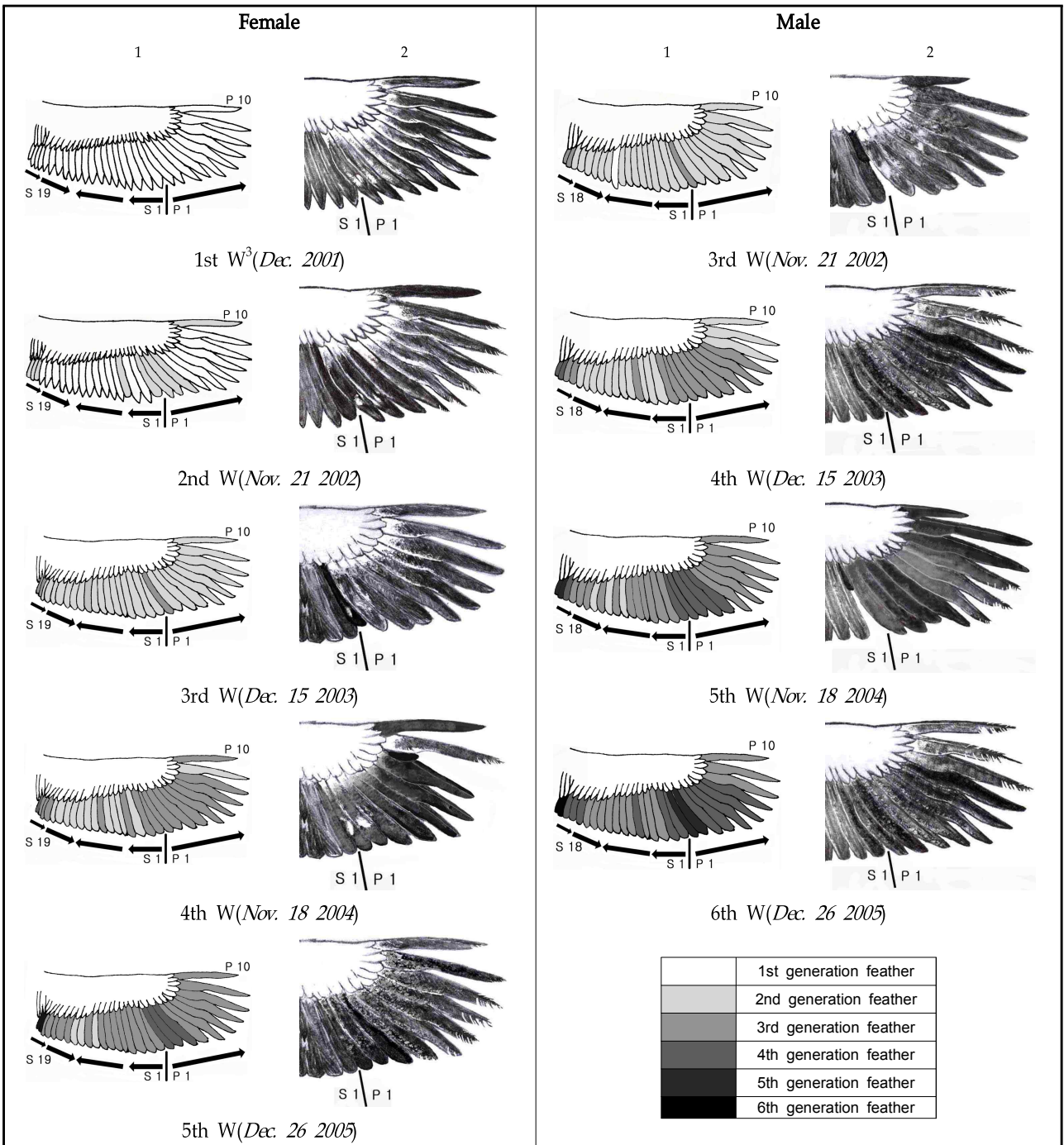


Fig. 4. Variation of moult patterns of flight feathers of steller's sea eagle. 1 :The figures show the numbering of remiges and the directions of the molt waves. 2 :The figures show primary whitish bases are reduced after molts, and disappear in 4th (♂) or 5th (♀) cy W. W<sup>3</sup> :winter plumage

S17-18이 3세대 깃으로 교체되었으며 남아 있던 유조깃은 S10을 제외하고 모두 2세대 깃으로 교체되었다. 2차 깃갈이에서도 1차 깃갈이 때와 마찬가지로 P1과 S18, S19가 깃갈이의 시작점이었고 3가지 세대의 깃(1, 2, 3세대 깃)이 동시에 존재하였다(Fig. 3, 4).

**4차 겨울깃:** 3차 깃갈이가 끝난 4차 겨울깃의 경우, 암컷

은 2004년 11월 18일 현재 P9를 제외한 모든 첫째날개깃과 함께 둘째날개깃의 S1-2, S4, S8, S16-18 등이 3세대 깃으로 교체되었다. 또한 매년 깃갈이를 하는 S19는 4세대 깃으로 교체 되었다. 첫째날개깃의 흰색 얼룩은 P1-3에 약간 남아 있었다(Fig. 4). 수컷은 2003년 12월 15일 현재 P1-7, S1-2, S6, S15-16 등이 3세대 깃으로 유지되거나 교체되었으며, 가장

안쪽 날개깃인 S17-18이 4세대 깃으로 교체되었고, 나머지는 2세대 깃을 유지하고 있었다. 첫째날개깃의 흰색 얼룩무늬는 3세대 깃의 영향으로 그 범위가 현저하게 줄어들었으며 2세대 깃 P8-10에서만 약간 볼 수 있었다(Fig. 3, 4).

**5차 겨울깃:** 4차 깃갈이가 끝난 5차 겨울깃의 경우, 수컷은 2004년 11월 18일 현재 매년 깃갈이를 하는 S17, S18은 5세대 깃, P1-4, S1, S16은 4세대 깃, P5-10, S2-7, S9, S11, S13-15등은 3세대 깃으로 교체되었으며 S8, S10, S12 등은 2세대 깃을 유지하고 있었다(Fig. 4).

**6차 겨울깃:** 5차 깃갈이가 끝난 6차 겨울깃(수컷)의 경우, 2005년 12월 26일 현재 매년 깃갈이를 하는 S17-18은 6세대 깃, P1-2는 5세대 깃, P3-7, S1-2, S6, S14-16 등은 4세대 깃으로, 그리고 P8-10, S3-5, S7-13 등은 3세대 깃으로 유지되거나 교체되었다. 2세대 깃이 모두 바뀌기 위해서는 6년생(5차 깃갈이) 정도가 되어야 하는 것으로 나타났다(Fig. 4).

## 고 찰

대형 맹금류에서 첫째날개깃의 길이가 긴 깃은 그 깃이 완전히 성장하기까지 50-60일 또는 그 이상이 소요되기 때문이다[4,5,7]. 이러한 사실은 한 번의 깃갈이 때 모든 날개깃의 깃갈이를 완전히 마치지 못하는 한 원인이 되기도 한다. 본 연구에 조사한 깃들 중 성장기간이 가장 긴 깃은 FR P7, P8로 68일 이상이었고 가장 짧은 깃은 FL P9, S11과 ML S15, S6 등으로서 45일 가량이었는데, 대체적으로 깃의 길이가 긴 것일수록 성장기간이 오래 걸리는 것으로 나타났다. 참수리(*H. pelagicus*)나 흰꼬리수리(*H. albicilla*)의 날개깃은 연령에 따라 길이의 차이가 있으며 일반적으로 유조깃이 다른 연령대의 깃보다 길기 때문에 깃갈이의 유무를 확인하는데 중요한 동정의 척도로 활용할 수 있다[2,4,5,9]. 날개깃의 연령대별 길이 차이는 유조깃이 2세대 깃 보다 2.49 cm 길었으므로 감소 차이가 다른 연령대별 차이에 비해 가장 컸으며 2세대 깃과 3세대 깃의 감소 차이는 0.44 cm로서 약간 줄었고 3세대 깃과 4세대 깃은 차이가 거의 없었다. 참수리 유조의 날개깃은 짧게는 생후 3-4년생이 되는 해에까지도 남아 있기 때문에 유조깃의 깃갈이 형식과 깃의 형태적 특징을 안다면 연령을 파악하는데 많은 도움이 되리라 생각하며 다른 대형 맹금류에서도 연령을 판정함에 있어서 좋은 참고 자료가 될 수 있을 것으로 생각한다.

야외에서 조사된 참수리(*H. pelagicus*) 날개깃의 깃갈이에 있어 첫째날개깃은 P1부터 시작하여 바깥쪽으로 진행되고, 둘째날개깃은 S1 또는 S5에서 시작해 안쪽으로, 가장 안쪽 날개깃에서 시작해 바깥쪽 방향으로 진행되며 중앙부위에서 깃갈이가 가장 늦게 끝났다. 본 연구에서 참수리의 경우 첫째날개깃은 8월 P1에서 P10의 방향으로 깃갈이가 진행되었으며, 둘째날개깃의 깃갈이는 P1보다 1개월 정도 전인 7월에

S19 (암컷) 또는 S18 (수컷)부터 시작하여 날개의 바깥쪽으로, 11월 S1에서 시작해 안쪽으로 진행되었다. 그리고 둘째날개깃의 중앙부인 S9-13 (암컷) 또는 S8-12 (수컷)중 한 곳 내지 두 곳이 시기적으로 가장 늦었다(가장 마지막 유조깃은 2차 또는 3차 깃갈이 때 교체). 첫째날개깃의 깃갈이가 시작되는 위치는 한 곳인 반면, 둘째날개깃의 경우는 가장 바깥쪽 S1과 가장안쪽 S17-19 등 두 부위 이상이어서 판단하기가 매우 어려웠다.

흰꼬리수리(*Haliaeetus albicilla*), 참수리(*H. haliaeetus*), 검독수리(*A. chrysaetos*)와 같은 *Aquila* 속의 대형 맹금류도 깃갈이의 시기와 순서는 비슷한 것으로 보인다. 다만 일부 종 및 개체에서는 3차 깃갈이 때 P9-10 또는 둘째날개깃의 일부가 잔존하여 그 다음 해인 4차 깃갈이 때 교체되기도 한다. 그뿐 아니라 개체별 또는 동일 개체에서도 좌·우측 날개가 깃갈이 주기마다 시작하는 위치와 끝나는 위치에 확실한 차이가 있고[2,4,5,7,16], 본 연구에서도 비슷한 결과가 나타났다. 암컷의 S18-19, 수컷의 S17-18은 매년 깃갈이를 하였다. *Aquila* 속의 대형 맹금류는 1차 성조(1st adult)가 되기까지 5-6년이 걸리며 성조깃을 갖기 위해서는 6-7년생은 되어야 한다. 검독수리와 같은 *Aquila* 속이지만 크기가 작은 Lesser Spotted Eagle (*A. pomarina*)과 Greater Spotted Eagle (*A. clanga*) 등은 성조깃을 갖는데 1년 정도 빠른 4-5년생 정도가 되어야 하는 것으로 알려져 있다[2,5,7]. 이러한 사실은 아마도 신체의 크기와도 상관성이 있는 것으로 보인다. 야외에서 조사된 참수리(*H. pelagicus*)는 3차 깃갈이(4년생) 때 유조깃을 완전히 교체하였는데 역시 4년생(3차 깃갈이)이 되어야 하는 것으로 나타났다[9]. 본 연구의 참수리 날개깃 깃갈이에서 암컷은 2차 깃갈이, 수컷은 3차 깃갈이(4년생) 때 모든 유조깃을 교체하였고, *Aquila* 속의 대형 맹금류처럼 성조깃을 갖추기 위해서는 적어도 두 연령대의 완전한 날개깃 깃갈이가 필요하며 그러기 위해서는 6년생(5차 깃갈이) 이상은 되어야 하는 것으로 조사 되었다. 본 연구의 조사기간에 포함되지는 않았으나, 연구 대상이었던 개체들을 관찰해 본 결과 8년생이 되었을 때 작은 날개깃도 검은색이 섞이지 않은 완전한 백색깃으로 교체되었다. 또한 유조의 첫째날개깃은 균일한 흑갈색이고 깃의 기부에는 흰색 반점이 있었으나 그것은 2세대 깃(수컷: 3차 겨울깃) 또는 3세대 깃(암컷: 4차 겨울깃)까지 나타나고 그 후에는 더 이상 나타나지 않았다.

스코틀랜드 검독수리(*A. chrysaetos*)의 경우 깃갈이로 인한 깃털을 수집하였는데 6월부터 9월까지 가장 많은 깃털을 수집할 수 있었고 12-1월에도 약간의 깃털을 수집할 수 있었으며 이러한 것으로 보아 겨울 동안에도 몇몇 개체에서는 깃갈이를 지속하는 것으로 나타났다[7]. 일부 대형 맹금류의 경우 보통 11월부터 이듬해 3월까지 겨울에 깃갈이를 일시적으로 중지하는 경향이 있는데 대부분의 다른 새들도 이와 비슷하다[1,4]. 본 연구의 결과 참수리는 두 개체 모두 매년 겨울 동

안에 깃갈이가 지속되었다. 하지만 여름이나 가을처럼 활발한 깃갈이는 볼 수 없었으므로 깃갈이의 억제 작용도 함께 있는 것으로 보이며 스코틀랜드 검독수리(*A. c. chrysaetos*)와 비슷한 경향을 나타내었다.

## 요 약

본 연구는 사육환경 조건에서 참수리(*Haliaeetus pelagicus*)의 연령에 따른 날개깃의 변화 과정과 깃갈이 순서를 파악하기 위하여 수행되었으며, 이를 위해 2000년 11월부터 2005년 12월까지 약 5년간 경성대학교 조류연구소에서 참수리 유조를 사육하면서 조사한 자료를 토대로 하여 분석하였다.

최초의 날개깃 깃갈이는 생후 둘째 해 7월에 시작하였으며, 첫째날개깃 P1-3과 둘째날개깃 S18-19 (암컷), S17-18 (수컷), S1, S4 등 몇 개 정도만 교체되었다. 겨울 동안에는 깃갈이의 진행이 멈추었지만, 몇 개의 깃은 겨울에도 교체되었다. 둘째날개깃의 가장 안쪽 S18-19 (암컷), 17-18 (수컷) 등 2개의 깃은 해마다 깃갈이가 진행되었고 몇 개의 유조깃(수컷: S10, S11 등)은 2-3년 동안 교체되지 않았다. 깃갈이의 순서는 첫째날개깃의 경우 P1에서 시작하여 바깥쪽 P10의 방향으로 진행되었다. 둘째날개깃은 최초 S18 (수컷), S19 (암컷)에서 시작해 바깥쪽으로 진행되었고, 이어서 S1에서 시작하여 안쪽으로 진행되는 방식이었다. 그 외에 둘째날개깃 중앙부위에서 진행되는 깃갈이 방식은 보통 여러 곳에서 동시에 시작되었고, 이는 개체 또는 환경에 따라 차이가 있기 때문에 판단하기가 어려웠다.

날개깃의 생장기간은 가장 긴(P7, P8) 깃은 68일 이상이었다. 날개깃의 세대별 길이 차이는 유조깃과 2세대 깃 사이에 감소의 폭이 가장 컸고, 2세대와 3세대 깃 사이의 감소의 폭은 작았으며 3세대와 4세대 깃 사이의 감소는 거의 나타나지 않았다. 유조의 첫째날개깃은 균일한 흑갈색이고 깃의 기부에는 흰색 반점이 있었으나 이것은 2세대 깃(수컷: 3차 겨울깃) 또는 3세대 깃(암컷: 4차 겨울깃)까지 나타나고 그 후에는 더 이상 나타나지 않았다.

## 감사의 글

이 연구는 2008년도 경성대학교 연구비의 지원을 받아 수행되었습니다.

## References

1. Amadon, D. 1966. Avian plumages and moults. *The Condor* **68**, 263-278.
2. Baker, K. 1993. *Identification Guide to Non-Passerines (BTO Guid 24ed)*. pp. 332, British Trust for Ornithology, London.
3. Bond, R. M. and R. M. Stabler. 1941. Second-year plumage of the Goshawk. *The Auk* **58**, 346-349.
4. Brommer, J., O. Pihlajamaki, H. Kolunen and H. Pietiainen. 2003. Life-history consequences of partial-moult asymmetry. *Journal of Animal Ecology* **72**, 1057-1063.
5. Edelstam, C. 1984. Patterns of moult in large birds of prey. *Ann. Zool. Fennici* **21**, 271-276.
6. Forsman, D. 1999. *The Raptors of Europe and the Middle East*, pp. 589, T. & A. D. Poyser, London.
7. Ginn, H. B. and D. S. Melville. 2000. *Moult in birds (19th ed)*, pp. 112, British Trust for Ornithology, Norwich.
8. Jollie, M. 1947. Plumage changes in the Golden Eagle. *The Auk* **64**, 549-576.
9. Miller, A. H. 1941. The significance of molt centers among the secondary remiges in the Falconiforms. *The Condor* **43**, 113-115.
10. Morioka, T. 2000. Aging by molt patterns of flight feathers of non adult Steller's Sea Eagle. *The First Symposium on Steller's and White-tailed Sea Eagles in East Asia*, pp. 11-16, Wild Bird Society of Japan, Tokyo.
11. Olsen, K. M. and H. Larsson. 2003. *Gulls of North America, Europe and Asia*, pp. 608, Princeton, New Jersey.
12. Potapov, E., I. Utekhina. and M. J. Mcgrady. 2000. Steller's Sea Eagle in Magadan District and in the North of Khabarovsk District. *The First Symposium on Steller's and White-tailed Sea Eagles in East Asia*, pp. 29-44, Wild Bird Society of Japan, Tokyo.
13. Sibley, D., C. Elphick. and J. B. Dunning, JR. 2001. *The Sibley Guide to Bird Life and Behaviour*, pp. 588, Helm, London.
14. Spofford, W. R. 1946. Observations on two Golden Eagles. *The Auk* **63**, 85-87.
15. Svensson, L. 1992. *Identification Guide to European Passerines*, pp. 587, British Trust for Ornithology, Stockholm.
16. Watson, J. 1997. *The Golden Eagle*, pp. 374, T. & A. D. Poyser, London.
17. Zuberogitia, I., J. A. Martinez, Jabiala, J. E. Martinez, I. Castillo, A. Azkona and S. Hidalgo. 2005. Sexing, aging and moult of Buzzards *Buteo buteo* in a southern European area. *Ringing & Migration* **22**, 153-158.