

사육상태에서 참수리(*Haliaeetus pelagicus*) 미성조 꼬리깃의 깃갈이 방식^{1a}

강승구² · 이인섭^{3*}

Moult Patterns of Tail Feathers of Immature Steller's Sea Eagle(*Haliaeetus pelagicus*) raised in Captivity^{1a}

Seung-Gu Kang², In-Sup Lee^{3*}

요 약

본 연구는 사육환경 조건에서 참수리(*Haliaeetus pelagicus*)의 연령에 따른 꼬리깃의 변화 과정을 조사하기 위해서 2000년 11월부터 2006년 7월까지 약 6년간 경성대학교 조류연구소에서 조사한 것이다. 꼬리깃의 깃갈이 시기는 보통 7월부터 시작해 익년 4월까지 진행되었으며, 1회의 깃갈이에 모든 깃이 교체되었다. 보통 12월 이전에 2/3 정도가 교체되었으며, 나머지는 익년 4월까지 모두 교체되었는데, 겨울동안에도 깃갈이가 지속되었다. 꼬리깃의 총 개수는 14개로써 깃갈이는 번갈아가면서 단계적으로 이루어졌고 암컷은 4단계, 수컷은 3단계로 진행되었는데 각 단계마다 좌우측 깃이 대칭적으로 진행되는 것이 특징이었고 한 단계의 성장이 거의 끝날 때 다음단계가 시작되었다. 유조 꼬리깃의 빛깔은 흰색 바탕에 검은색 얼룩이 산재해 있고 깃의 끝부분에는 불규칙적인 검은색 띠가 있었는데 1-3세대 깃(1-3차 여름깃)까지는 빛깔의 차이가 극히 적어 꼬리깃으로만 연령을 파악하기는 어려웠다. 또한 개체별로 나타나는 검은색 얼룩무늬의 양도 다르다는 것을 고려했다. 4세대 깃(4차 여름깃)은 3세대 깃에 비해서 큰 차이를 보이며 흰색 깃에 약간의 검은색 얼룩만 존재하였다. 4차 깃갈이가 끝난 5세대 깃(5차 여름깃)은 순 백색의 완전한 성조 꼬리깃의 빛깔을 갖추었다. 야외에서 참수리를 관찰하였을 때 3세대 깃(3차 여름깃)까지는 연령을 판단하는데 신중한 검토가 필요하며 꼬리깃 외에 다른 부위의 깃 변화도 함께 관찰해야 할 것으로 생각한다.

주요어 : 깃갈이 형식, 유조, 깃갈이 단계, 세대 깃

ABSTRACT

This study conducted a survey on the moulting sequence subsequent to age of *Haliaeetus pelagicus* raised in captivity at the Ornithology Laboratory attached to Kyungsoong University for about six years from November, 2000 until July, 2006. The survey indicated that the moult of rectrices usually began in July and continued until April of the next year and most of the rectrices were replaced by one-time moult. Usually, about two thirds of the tail feathers were replaced while the rest were replaced no later than April of the next year, and the moult also continued during the wintertime. The total number of rectrices was 14, and the moult progressed alternately on a systematic basis. The progress of the moult for female & male was made on four stages and three

1 접수 4월 30일 Received on Apr. 30, 2008

2 경성대학교 대학원 Department of Biology, Graduate School, Kyungsoong Univ., Busan(608-736), Korea(pfalcon@hanmail.net)

3 경성대학교 생물학과 Department of Biology, Kyungsoong Univ., Busan(608-736), Korea(yslee@ks.ac.kr)

a 이 연구는 2007학년도 경성대학교 연구비의 지원에 의해 수행되었음

* 교신저자, Corresponding author

stages respectively and the characteristic shown on every stage of the moult was that the left & right tail feathers progressed symmetrically and not until one stage of progress almost completed did the next stage began. The color of the juvenile steller's sea-eagle was dotted with black spots on its original white color and there existed regular black belt on its feather's fringes; however, it was difficult to identify its age by tail feathers only because there was almost no difference in color between feathers ranging from the first to the third generation(1st-3rd summer feathers). In addition, this research took the different amounts of black-speckled pattern appearing by individual into consideration. There existed slight black speckles in white color feathers of the fourth generation(the 4th summer feathers) while showing a big difference compared to the 3rd generation feathers. The 5th generation feathers[the 5th summer feathers]were found to be equipped with perfect tail feathers having virgin white of a steller's sea-eagle after completing its 4th molt. When observing a steller's sea-eagle in the open air, it is necessary for an observer to have a deliberate examination in judging its age belonging to the 1st-3rd generation feathers, and it is considered that the changes of other parts of feathers should be also observed besides tail feathers.

KEY WORDS : MOULT SEQUENCE , JUVENILE, MOULT STAGE, GENERATION FEATHER

서 론

새는 일반 육상 동물과 달리 깃을 가지고 있다. 어떤 새이거나 일정한 기간이 지나면 깃은 닳거나 쇠약해지고 물리적인 힘에 의해 손상을 받을 수도 있으며 이로 인해 때로는 심각한 위협에 처할 수도 있다. 따라서 오래된 깃은 새로운 깃으로 교체되어야만 목적에 맞게 기능을 수행할 수 있는데 이러한 일련의 과정은 깃갈이 과정을 통해 이루어진다(Ginn and Melville, 2000).

새의 종류에 따라 깃갈이의 시기나 형식, 주기는 매우 다양할 뿐만 아니라 아종 또는 개체, 연령에 따라서도 차이가 있다(Bond and Stabler, 1941). 대부분의 참새목에 속하는 조류는 한 해의 깃갈이 때 날개 및 꼬리깃(꽂지깃)을 포함한 모든 깃을 교체한다(Svensson, 1922). 참새목에 속하지 않는 일부 조류는 한 해에 몸깃과 날개깃 및 꼬리깃의 일부만을 교체하며 겨울동안에 일시적으로 정지했다가 다음 해의 깃갈이 때 정지한 곳에서부터 일정한 순서에 따라 다시 깃갈이를 시작한다(Pyle, 1995; Brommer *et al.*, 2003; Olsen and Larsson, 2003; Arroyo *et al.*, 2004; Zuberogitia, 2005).

새로 나온 깃은 빛깔이나 모양에 차이가 있고 그러한 변화는 연령에 따라 차이가 있어, 연령에 따른 깃의 차이를 알면 나이를 판단할 수가 있다(Amadon, 1966; Sibley *et al.*, 2001). Miller(1941)는 최초로 매목의 날개깃에 대한 연구를 시작하였고, 이 후 대형 맹금류로는 최초로 사육 상태의 스코틀랜드 검독수리(*A. c. chrysaetos*)에 대한 연구

(Jollie, 1947)가 있었으며, 최근까지도 다양한 조류의 깃갈이가 연구되고 있다. 새의 연령을 알아내는 것은 아종, 개체 변이, 생태 연구 등을 연구하는 기초자료로도 매우 중요한데, 국내에는 조류의 깃갈이에 대한 연구가 전무한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 참수리의 유조 두 개체를 수년 동안 사육하면서 해마다 교체되는 꼬리깃의 깃갈이 순서와 깃의 빛깔 및 모양의 차이를 정밀하게 조사하여 참수리 꼬리깃의 깃갈이 방식을 밝히고 아울러 꼬리깃의 문양을 보고 참수리의 연령을 확인하고자 하였다. 본 연구가 개체수의 부족과 야외가 아닌 사육 조건에서 실시하였다는 점에서 야외에서 진행되는 깃갈이 현상과는 다소 차이가 있을 수도 있으나 야외에서 관찰되는 참수리의 연령을 판정함에 있어서도 참고가 될 것으로 생각한다.

재료 및 방법

연구 재료로 사용한 참수리는 암컷 1개체와 수컷 1개체이었다. 부산 인근에서 탈진증세로 인해 비상 및 기립 불능의 상태에서 발견된 것으로, 경성대학교 야생동물(천연기념물) 치료소에서 건강하게 회복시킨 후 사육하면서 조사하였다. 유조깃에 의한 연령확인 결과 수컷은 2000년생이었고 암컷은 2001년생이었다. 이것들에 대한 조사는 수컷은 2000년 11월부터 시작하였고, 암컷은 2001년 12월부터 시작하였으며 2006년 7월까지 약 6년간량 조사하였다.

연령에 따라 깃갈이가 진행되는 상황을 정밀하게 파악하기 위하여 2003년 1월부터 2005년 3월까지 Edelstam

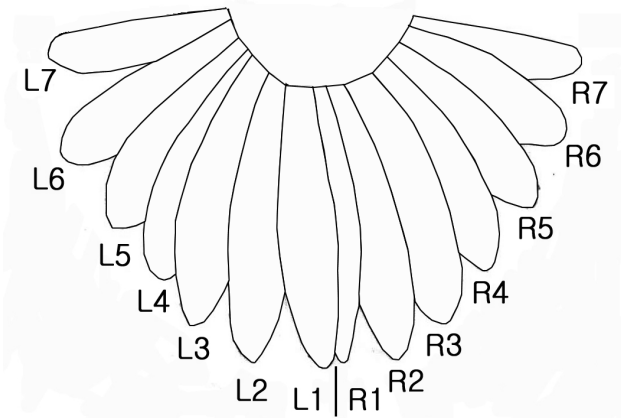


Figure 1. Tail of juvenile steller's sea eagle, showing the numbering of rectrices

(1984)의 방법에 따라 꼬리의 각 깃에 번호를 부여하였고 평균 1~2개월에 1회씩 조사하였다(Figure 1, 2). 매 조사에는 세 명이 한 팀을 이루어 꼬리깃의 길이를 측정, 기록하고 사진촬영을 한 후, 꼬리깃의 깃갈이 시기와 순서, 깃갈이 주기 등 참수리의 연령에 따른 깃의 변화를 조사하였다. 꼬리깃의 총 개수는 14개로서 중앙에서부터 좌우 7개씩 나누어 좌측은 중앙 깃부터 'Left'의 머리글자를 붙여 L1 - L7번까지 번호를 매겼으며 우측 역시 'Right'의 머리글자를 붙

여 R1-R7번까지 번호를 매겼다(Figure 1, Appendix 1). Edelstam(1984) 등 최근까지의 다른 연구에서는 꼬리깃의 깃갈이 순서를 연구하기 위해 'L1-3-7, R1-3-7' 등과 같이 번호순으로 조사하는 방식(Numbering Code)을 이용하였지만, 본 조사에서는 그뿐 아니라 매년의 깃갈이에서 각 단계에 따라 진행되는 깃들을 '1단계(1st stage), 2단계(2nd stage)' 등과 같이 단계를 나누어 조사하였는데, 암컷은 4단계, 수컷은 3단계까지 나누어 조사하였다. 유조깃(제 1세대 깃)에서 각 단계의 깃갈이를 거쳐 깃갈이가 완성된 후의 깃을 제 2세대 깃, 같은 방식으로 제 3세대 깃, 제 4세대 깃으로 표현하였다. 또한 일반적으로 꼬리깃의 상태를 묘사할 경우 깃갈이가 완전 끝난 겨울깃(winter plumage)을 나타내지만 본 연구에서는 참수리의 깃갈이가 겨울에도 일부 지속되기 때문에 깃갈이가 완전 끝난 여름깃(summer plumage)을 나타내었다. 꼬리깃의 연령별 변화 과정은 깃의 윗면을 나타내었다.

결 과

1. 깃갈이 형식

1) 2차 깃갈이(암컷)

1단계(LR: 6)의 경우 2003년 1월 22일에 깃갈이가 진행

Y. ¹	Female														Male																		
	2003 3rd cy ²						2004 4th cy						2005 5th cy		2003 4th cy						2004 5th cy						2005 6th cy						
	J	J	A	S	O	D	F	M	J	J	A	O	N	D	F	M	J	J	A	S	O	D	F	M	J	J	A	O	N	D	F	M	
M.	a	u	a	u	e	c	e	a	a	u	u	c	o	e	e	a	a	u	a	u	e	c	e	e	a	a	u	u	c	o	e	e	a
D.	22	16	14	28	18	15	17	13	30	28	27	19	18	10	16	11	22	16	14	28	18	15	17	13	30	28	27	19	18	10	16	11	
L7					4	N						4	N						4	N						3	N						
L6	1N ³								1		N									7	N						7	N					
L5									7G ³					7G				2		N						2	N						
L4				5		N						5	N							6	N						5	N					
L3			3		N						3		N			1			N						1		N						
L2				6		N					2		N	6	N					5	N						6	N					
L1			2		N						2		N				3		N						4		N						
R1			2		N						2		N			1			N						1		N						
R2							6	N					6	N							6	N						6	N				
R3			4		N						3		N				2		N						2		N						
R4				5		N							5	N							5	N						5	N				
R5									7G					7G				3		N						3		N					
R6	1N									1	N									7	N						7	N					
R7			3		N						4		N					4		N						4		N					

1st stage of moult	2nd stage of moult
3rd stage of moult	4th stage of moult

Figure 2. Moulting sequence and stage of the tail feathers

¹ Y: year, M: month, D: day, L: left rectrix, R: right rectrix

² cy: calendar year

³ The numbering of rectrices showing moulting sequence and stage, N: new feather recently moulted, G: growing feather

중임을 확인하였는데 L6은 이미 성장이 끝나있었고 R6은 성장이 끝나기 직전이었다. 2단계(L: 1-3-7, R: 1-7-3)의 경우 2003년 9월 28일에 보면 깃의 성장 길이는 다소간의 차이가 있었지만 깃갈이가 시작되는 시기는 모두 비슷한 것으로 나타났다. 그러나 L7만은 2단계의 다른 깃들 보다 약간 깃갈이의 진행이 늦은 편이었다. 2003년 10월 18일에는 L7을 포함해 모든 깃들이 성장 중임을 확인하였다. 2003년 12월 15일 현재 깃갈이는 완료되었으며, 좌우 대칭적으로 깃갈이가 균일하게 진행되었음을 확인하였다. 3단계(LR: 4-2)의 경우 2003년 12월 15일 현재 깃의 성장 길이에 다소 차이가 있었으며, 깃갈이가 시작된 시기는 2단계의 깃생장이 거의 끝나가는 시점인 11월 중순경으로 보였으며 2004년 2월 17일에 3단계의 모든 깃들의 성장이 완료된 것을 확인하였다. 2004년 3월 13일에 4단계(LR: 5)의 깃들이 성장 중임을 확인 하였다. 깃의 성장 길이로 보아 같은 해 5월 말경 성장이 완료될 것으로 보였다(Figure 2).

2) 3차 깃갈이(암컷)

1단계(LR: 6)는 2차 깃갈이 순서와 같았으며 2004년 7월 28일 현재 깃갈이가 진행 중임을 확인하였는데, 깃갈이 시기는 2차 깃갈이의 1단계(2003. 01. 22.)와 큰 차이가 있었으며 2004년 10월 19일 완료되었다. 2단계(LR: 1-3-7)는 2004년 8월 27일 현재 L1과 R1이 먼저 시작하여 2004년 11월 18일 현재 성장이 완료되었고 L3, L7, R3, R7은 성장이 완료하기 직전이었다. 3단계인 L4와 R4는 2004년 11월 18일 성장 초기에 있었고 2차 깃갈이 때와 같이 L2와 R2가 L4, R4보다 조금 늦게 깃갈이를 시작하였다. L2, R2는 2005년 2월 16일 현재 성장이 완료되었고, L5와 R5는 2005년 3월 깃갈이가 시작되었다(Figure 2).

3) 3차 깃갈이(수컷)

1단계(L3, R1)의 경우 2003년 8월 14일에 좌우가 비대칭적으로 깃갈이가 진행 중임을 확인하였다. 2단계(L: 5-1-7, R: 3-5-7)는 2003년 9월 28일 현재 좌우가 일부 비대칭적이면서 균일하게 깃 하나씩을 사이에 두고 깃갈이가 진행되고 있음을 확인하였고 2003년 12월 15일 현재 깃갈이를 완료하였다. 3단계(L: 2-4-6, R: 4-2-6)는 1, 2단계 깃들의 성장이 거의 모두 끝나는 시점인 11월 중순부터 12월에 시작하여 다음 해인 2004년 2월 17일 현재 모든 깃갈이가 완료 되었다. 깃갈이 순서는 좌우가 달랐다(Figure 2).

4) 4차 깃갈이(수컷)

1단계(L3, R1)의 경우는 2004년 8월 27일 현재 깃갈이가 진행 중임을 확인하였고, 3차 깃갈이의 1단계와 비슷하였다. 2단계(L: 5-7-1, R: 3-5-7)의 경우 2004년 10월 19일

현재 깃들 일부는 좌우가 비대칭적이면서 생장은 균일하게 깃 하나씩을 사이에 두고 깃갈이가 진행되고 있음을 확인하였다. 이 역시 3차 깃갈이의 2단계와 시기가 비슷한 경향을 나타내었다. 3단계(LR: 4-2-6)의 경우 2004년 11월 18일 현재 2단계의 깃갈이가 모두 완료된 상태이었으며 3단계의 깃들이 성장을 시작하였는데 L6과 R6은 시기적으로 약간 늦은 것으로 보였고 2005년 2월에 성장이 완료되었다(Figure 2).

2. 연령별 깃의 변화 과정

1) 유조깃-1차 여름깃(1세대 깃)

유조 깃은 전체적으로 검은색의 얼룩 부분이 많은 범위를

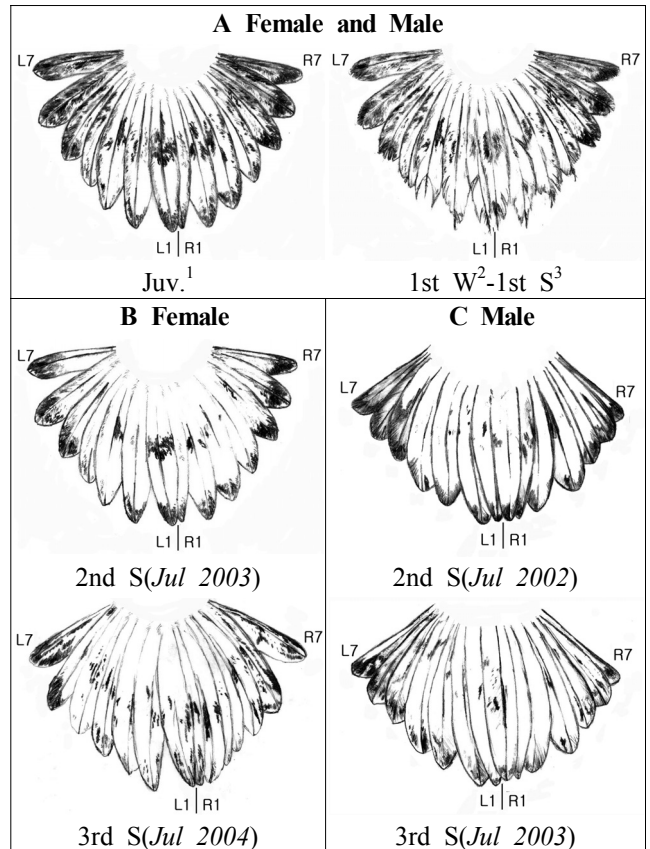


Figure 3. The difference of the tail patterns by moult of steller's sea eagle. Figures show that it was very difficult to distinguish from juvenile feathers(A) to 3rd generation feathers (3rd S of B and C) which were white, with irregular patches of dark spots and fringed in black 1 Juv.: juvenile feather, 2 W: winter, 3 S: summer

차지하고 있으며, 이 깃은 다음 깃갈이가 시작되는 두 번째 해 여름까지 보유하게 되기 때문에 시간이 갈수록 마모가 심해지며, 연구재료로 사용된 2개체도 발견되었을 때 1차 겨울깃이 마모가 상당히 진행된 상태였다(Figure 3, 5).

2) 2차 여름깃(2세대 깃)

1차 깃갈이가 끝난 2차 여름깃의 경우 암수 모두 검은색 얼룩 무늬가 유조깃에 비해 약간 감소하였으나 여전히 유조깃과 판별하기 어려웠으며, 아직까지 꼬리의 바깥쪽 L6-7, R6-7과 꼬리 끝 부분의 검은색 얼룩 부분들이 많아 유조깃에 가까웠다(Figure 3, 5).

3) 3차 여름깃(3세대 깃)

2차 깃갈이가 끝난 3차 여름깃의 경우 암컷은 얼룩무늬가 약간 감소한 것 외에 이전의 깃과 크게 차이가 나타나지 않았다. 얼룩무늬의 범위는 줄었으나 이 정도를 가지고 연령을 판단하기는 쉽지 않았다. 수컷도 바깥쪽 L6-7, R6-7은 검은색의 얼룩 부분이 많이 남아 있었다(Figure 3, 5).

4) 4차 여름깃(4세대 깃)

3차 깃갈이가 끝난 4차 여름깃의 경우 암컷, 수컷 모두 한 두 개의 극히 일부깃(♀: L6, R6 ; ♂: L5, R1)의 일부분을 제외하고는 검은색 얼룩무늬가 크게 감소하였고 성조의 깃

과 거의 닮았다. 3차 여름깃과 4차 여름깃의 검은색 얼룩무늬의 차이는 그 이전 연령대 깃에 비해 큰 차이를 나타내었다(Figure 4, 5).

5) 5차 여름깃(5세대 깃)

4차 깃갈이가 끝난 5차 여름깃의 경우 암컷, 수컷 모두 검은색 얼룩무늬는 없었고 모든 깃이 순백색으로써 완전한 성조의 꼬리 빛깔을 갖추었다(Figure 4).

3. 꼬리깃의 좌우 대칭 깃갈이

깃갈이이는 좌우가 대칭적으로 이루어졌다. 암컷과 수컷

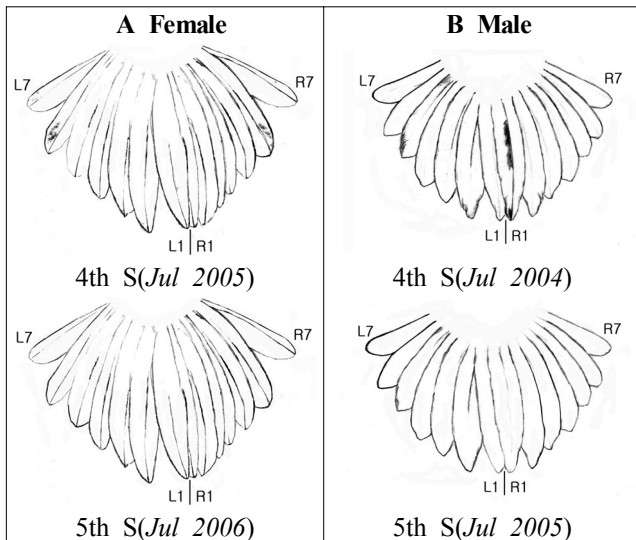


Figure 4. The difference of the tail pattern by moult of steller's sea eagle. On the 4th generation feathers(4th S of A and B), they were uniformly white, with small black spots only on few feathers(A; LR6, B; L5, R1). On the 5th generation feathers(A, B; 5th S), they were adult tail colour with all white

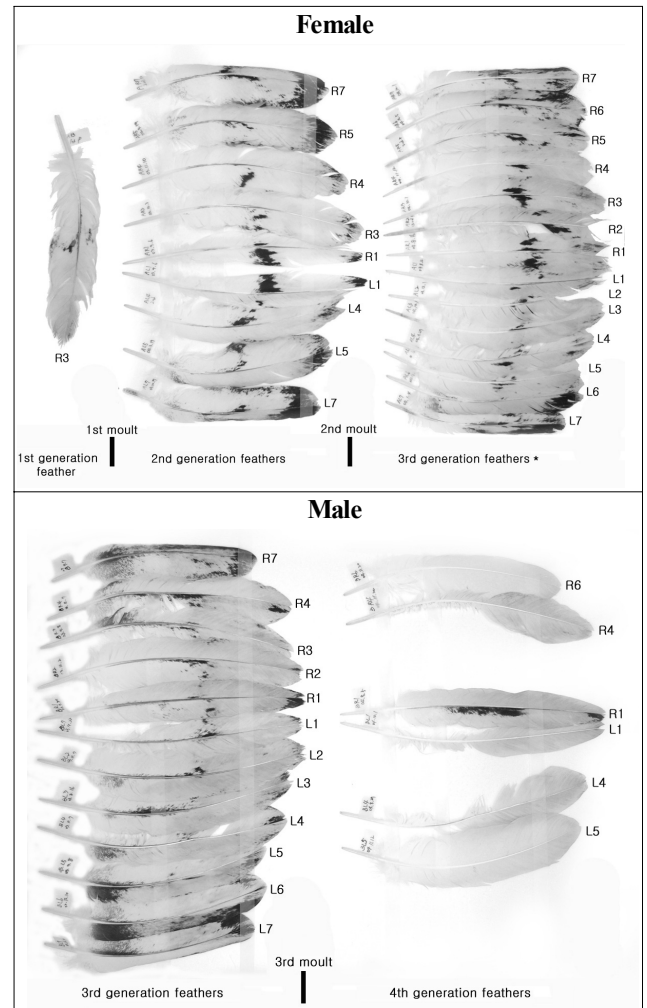


Figure 5. The comparison of tail pattern among the generation feathers(1st, 2nd, 3rd and 4th) collected after moult in immature steller's sea eagle

* 3rd generation feathers: A set of 3rd generation feather of female

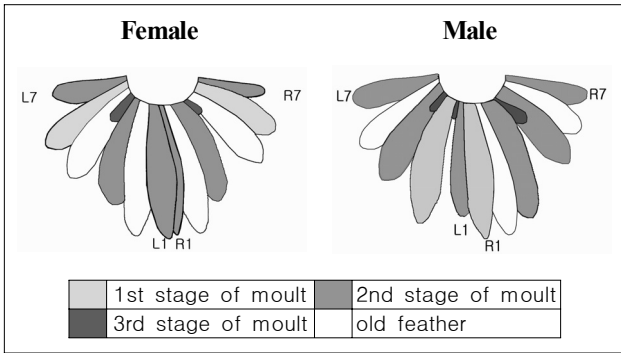


Figure 6. The mouling stages and the symmetrical gaps of the tail feathers of female and male in steller's sea eagle(Nov. 18 2004)

의 1단계와 2단계의 깃들이 모두 성장하고 3단계의 깃들이 탈락하기 직전 11월경의 꼬리깃 모양을 그림으로 나타내면 Figure 6과 같다. 아직 결실되지 않은 깃(흰색)과 새로 나온 깃(유색)이 서로 대칭이었다(Figure 6).

고 찰

일반적으로 대형 맹금류에서 꼬리깃의 깃갈이 시기는 종에 따라 차이가 있지만 자신의 날개깃의 깃갈이 시기와 비슷하다. 깃갈이 순서에 있어서 *Falco*, *Accipiter*속은 서로 번갈아 가면서 좌우 대칭형으로 LR1-3-2, 6-4-5 순으로 깃갈이가 진행된다(Edelstam, 1984; Baker, 1993). 검독수리(*Aquila chrysaetos*)의 경우 12개의 꼬리깃 중에 중앙의 두 개의 깃이 가장 먼저 교체되며 나머지는 일정한 형식이 없고, 모두 1-2년에 1회 교체된다(Jollie, 1947). Baker(1993)의 연구에서 검독수리 꼬리깃의 깃갈이의 경우 2차 겨울깃에는 LR1만 교체되었고 3차 겨울깃은 깃의 2/3가 2세대 깃으로 교체되었으며 4차 겨울깃은 대부분이 2세대 깃으로 교체된 가운데 LR1, 4는 3세대 깃으로 교체되었다. 5차 겨울깃은 모두 3세대 깃으로 교체되었다. 흰꼬리수리(*Haliaeetus albicilla*) 깃갈이도 역시 일반 중소형 맹금류와 같이 서로 번갈아 가면서 좌우 대칭형으로 LR1-3-2, 6-4-5 순으로 깃갈이가 진행된다. 2차 겨울깃에는 모든 꼬리깃이 2세대 깃으로 교체되었으나 3차 겨울깃에는 대부분 3세대 깃으로 교체된 가운데 LR2, 5는 2세대 깃을 유지하고 있었다(Edelstam, 1984). Forsman(1999)의 경우 흰꼬리수리는 3, 4월에서 9, 10월까지 해마다 한 번의 깃갈이에 모든 꼬리깃을 교체 한다고 하였다.

본 연구의 참수리는 꼬리깃의 개수는 총 14개로서 다른 대부분의 맹금류 꼬리깃 개수 12개와는 비교되는 특징이라 할 수 있겠다. 깃갈이는 암수 두 개체가 다소간의 차이를

보였지만 보통 7월에서 익년 4월까지 진행되었으며 1회의 깃갈이에 모든 깃이 교체되었다. 보통 12월 이전에 2/3 이상이 교체되었다. 깃갈이는 번갈아가면서 단계적으로 이루어졌고 각 단계마다 좌우측 깃이 대칭적으로 진행되는 것이 특징이었다. 암컷의 경우는 4 단계, 수컷의 경우는 3 단계로 구분이 되었는데 각 단계별 깃갈이의 시기 및 순서는 매년 비슷했다. 암수간의 이러한 차이는 어디에서 오는 것인지 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 본 연구에서 조사된 참수리의 꼬리깃 깃갈이 순서를 Edelstam(1984)의 방식에 맞추어 정리해 보면 다음과 같다. '< >'는 각 단계를 나타낸다.

2차 깃갈이(♀) L<6>→<1-3-7>→<4-2>→<5>, R<6>→<1-7-3>→<4-2>→<5>

3차 깃갈이(♀) L<6>→<1-3-7>→<4-2>→<5>, R<6>→<1-3-7>→<4-2>→<5>

3차 깃갈이(♂) L<3>→<5-1-7>→<2-4-6>, R<1>→<3-5-7>→<4-2-6>

4차 깃갈이(♂) L<3>→<5-7-1>→<4-2-6>, R<1>→<3-5-7>→<4-2-6>

깃 생장은 약간씩 겹치는 경향을 보였는데, 한 단계의 생장이 거의 완료되었을 때 다음 단계의 깃이 성장했다. 다시 말해 한 단계의 깃이 탈락 되었을 경우에도 나머지 깃들이 좌우 대칭적으로 남아있고, 또 한 단계의 깃이 완전히 성장한 후 다음 단계의 깃갈이가 시작되었는데, 이것은 비상시에 몸의 균형을 유지하기 위한 일종의 전략으로 해석할 수 있었다. 그러나 간혹 수컷의 3차 깃갈이 1단계처럼 L3과 R1의 비대칭적인 깃갈이도 있었는데, 수컷과 암컷의 꼬리깃갈이의 시기 및 순서 차이 등은 암수간의 차이인지 개체간의 차이인지 또는 환경적인 영향인지는 시료 개체수의 부족으로 그 원인을 정확하게 구명할 수는 없었다. 또한 암수 모두 깃갈이의 시기가 7월에서 익년 4월로서 겨울인 12월과 1월에도 깃갈이가 일부 지속되었고 그 밖에 다른 대부분의 맹금류(*Aquila*, *Haliaeetus*, *Accipiter*, *Falco* etc.) 꼬리깃의 깃갈이 기간인 4, 5월 - 9, 10월과는 큰 차이를 보였다(Miller, 1941; Spofford, 1946; Jollie, 1947; Forsman, 1999; Morioka, 2000).

스코틀랜드 검독수리(*A. c. chrysaetos*)의 경우 보통 유조는 꼬리 끝부분에 검은색 줄이 있고 안쪽은 모두 흰색인데 1세대 깃부터 3세대 깃까지는 연령에 따른 변화가 크지 않기 때문에 나이를 측정하기가 곤란하다. 3차 깃갈이가 끝난 4세대 깃부터는 흰색이 사라지고 성조깃과 많이 닮아가는데, 완전한 성조의 꼬리깃을 갖기 위해서는 5차 또는 6차 깃갈이가 끝나야 한다(Jollie, 1947; Watson, 1997). 야생의 참수리도 역시 1-3세대 깃까지는 꼬리깃만 가지고서 연령을 측정하기가 어렵다. 3차 깃갈이 후 4세대 깃이 되면 흰색

꼬리에 약간의 검은색 얼룩만 남아 있다(Morioka, 2000).

본 연구에서 조사된 참수리(*H. pelagicus*)의 경우도 검독수리 또는 야생의 참수리와 마찬가지로 유조 꼬리깃의 검은색 얼룩은 연령이 더해짐에 따라 줄어들기는 하지만 3세대 깃까지는 빛깔의 변화가 극히 적어 연령을 파악하기는 힘들었다. 또한 개체별로 나타나는 검은색 얼룩무늬의 양도 모두 다르다는 것을 고려해야만 한다. 4차 여름깃(4세대 깃)은 3차 여름깃에 비해서 큰 차이를 보이며 흰색 꼬리깃에 약간의 검은색 얼룩만 존재한다. 4차 깃갈이가 끝난 5차 여름깃(5세대 깃)은 순 백색의 완전한 성조 꼬리깃의 빛깔을 갖추었다. 야외에서 참수리를 관찰하였을 때 3차 여름깃(3세대 깃)까지는 연령을 판단하는데 신중한 검토가 필요하며 꼬리깃 외에 다른 부위의 깃 변화도 함께 관찰해야 할 것으로 생각된다.

인용문헌

- Amadon, D.(1966) Avian plumages and moults. *The condor* 68: 263-278.
- Arroyo, B., E. Minguez, L. Palomares and L. Pinilla(2004) The timing and pattern of moult of flight feathers of european storm-petrel *Hydrobates pelagicus* in atlantic and mediterranean breeding areas. *Ardeola* 51(2): 365-373.
- Baker, K.(1993) Identification Guide to Non-Passerines(BTO Guid 24ed.). British Trust for Ornithology, London, 332pp.
- Bond, R. M. and R. M. Stabler(1941) Second-year plumage of the Goshawk. *The Auk* 58: 346-349.
- Brommer, J. E., O. Pihlajamaki, H. Kolunen and H. Pietiainen(2003) Life-history consequences of partial-moult asymmetry. *Journal of Animal Ecology* 72: 1057-1063.
- Edelstam, C.(1984) Patterns of moult in large birds of prey. *Ann. Zool. Fennici* 21: 271-276.
- Forsman, D.(1999) *The Raptors of Europe and the Middle East*. T. & A. D. Poyser, London, 589pp.
- Ginn, H. B. and D. S. Melville(2000) *Moult in birds*(19th ed.). British Trust for Ornithology, Norwich, 112pp.
- Jollie, M.(1947) Plumage changes in the Golden Eagle. *The Auk* 64: 549-576.
- Miller, A. H.(1941) The significance of molt centers among the secondary remiges in the Falconiforms. *The Condor* 43: 113-115.
- Morioka, T.(2000) Aging by molt patterns of flight feathers of non adult Steller's Sea Eagle, First Symposium on Steller's and White-tailed Sea Eagles in East Asia, Wild Bird Society of Japan, Tokyo, pp. 11-16.
- Olsen, K. M. and H. Larsson(2003) *Gulls of North America, Europe and Asia*. Princeton, New Jersey, 608pp.
- Pyle, P.(1995) Incomplete flight feather molt and age in certain North American non-passerines. *North American Bird Bander* 20: 15-26.
- Sibley, D., C. Elphick. and J. B. Dunning, JR(2001) *The Sibley Guide to Bird Life and Behaviour*. Helm, London, 588pp.
- Spofford, W. R.(1946) Observations on two Golden Eagles. *The Auk* 63: 85-87.
- Svensson, L.(1992) *Identification Guide to European Passerines*. British Trust for Ornithology, Stockholm, 587pp.
- Watson, J.(1997) *The Golden Eagle*. T. & A. D. Poyser, London, 374pp.
- Zuberogoitia, 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. *Ringling & Migration* 22: 153-158.

Appendix 1-1. Measurement of the rectrices of female(cm)

Y. ¹	2003 (3th cy ²)						2004 (4th cy)						2005 (5th cy)			
	Jan	Jul	Aug	Sep	Oct	Dec	Feb	Mar	Jun	Jul	Aug	Oct	Nov	Dec	Feb	Mar
D.	22	16	14	28	18	15	17	13	30	28	27	19	18	10	16	11
L 7	-	-	-	27.0	G	24.7 N	25.0 N	-	-	-	-	9.5 G	22 G	G		
L 6	N ³	-	-	28.0	-	28.3	28.3 N	-	-	0.2 G	16.2 G	26.6 N	26.1			
L 5	-	-	-	29.0	-	28.6	28.6	G	27.5 N	-	-	27.5	-			G
L 4	-	-	-	29.6	G	24.6 G	28.8 N	-	-	-	-	28.8	10.9 G	N		
L 3	-	-	-	3.2 G	G	31.2 N	30.7 N	-	-	-	-	13.2 G	26.1 G	N		
L 2	-	-	-	B ⁴	B	5.9 G	32.3 N	-	-	-	-	33.2	-	G	N	
L 1	-	-	-	11.2 G	G	32.2 N	32.5 N	-	-	-	0.3 G	27.5 G	31.2 N			
R 1	-	-	-	11.5 G	G	32.2 N	32.0 N	-	-	-	3.7 G	29.3 G	31.2 N			
R 2	-	-	-	32.5 B	B	32.5	4.5 G	N	-	-	-	32.2	-	G	N	
R 3	-	-	-	L [*]	G	30.2 N	31.0 N	-	-	-	-	13.7 G	26.2 G	N		
R 4	-	-	-	29.8	-	18.3 G	29.2 N	-	-	-	-	28.8	0.8 G	N		
R 5	-	-	-	28.5	-	28.2	28.5	G	28.1 N	-	-	27.8	-			G
R 6	G	-	-	27.7	-	28.0	27.7 N	-	-	-	10.3 G	26.0 N	26.3			
R 7	-	-	-	3.0 G	G	25.8 N	25.8 N	-	-	-	-	8.2 G	21.7 G	N		

¹ Y: year, M: month, D: day, L: left rectrix, R: right rectrix

² cy: calendar year

³ Broad characters indicate the moulting feathers(N: new feather recently moulted, G: growing feather, L*: feather lost recently).

⁴ B: feather broken

Appendix 1-2. Measurement of the rectrices of male(cm)

Y. ¹	2003 (3th cy ²)						2004 (4th cy)						2005 (5th cy)			
	Jan	Jul	Aug	Sep	Oct	Dec	Feb	Mar	Jun	Jul	Aug	Oct	Nov	Dec	Feb	Mar
D.	22	16	14	28	18	15	17	13	30	28	27	19	18	10	16	11
L 7	-	-	-	0.2 G	10.6 G	24.8 N	24.3	-	-	-	-	17.3 G	23.5 N			
L 6	-	-	-	27.0	-	0.5 G	26.2	-	-	-	-	26.5	26.5	G	N	
L 5	-	-	-	9.0 G	19.2 G	26.5 N	26.6	-	-	-	-	18.9 G	26 N			
L 4	-	-	-	30.0	-	21.4 G	29.2	-	-	-	-	28.6	4.1 G	G		
L 3	-	-	L ³	21.8 G	28.4 G	30.3 N	30.0	-	-	-	L	26.7 G	29.7 N			
L 2	-	-	-	32.5	-	22.0 G	32.7	-	-	-	-	32.2	3.5 G	G		
L 1	-	-	-	1.0 G	12.6 G	31.5 N	31.7	-	-	-	-	10.2 G	25.1 G	N		
R 1	-	-	4.8 G	27.0 G	31.0 G	32.0 N	31.9	-	-	-	10.4 G	30.8 G	31.1 N			
R 2	-	-	-	32.8	-	4.3 G	32.9	-	-	-	-	32.5	12.5 G	G		
R 3	-	-	-	13.5 G	32.7 G	30.0 N	30.2	-	-	-	-	20.1 G	29.6 N			
R 4	-	-	-	29.5	-	22.7 G	29.0	-	-	-	-	29.1	12.7 G	G		
R 5	-	-	-	7.1 G	18.4 G	27.1 N	26.7	-	-	-	-	20.7 G	26.6 N			
R 6	-	-	-	26.5	-	4.2 G	26.3	-	-	-	-	26.0	27.5	G	N	
R 7	-	-	-	3.0 G	12.5 G	24.3 N	24.5	-	-	-	-	18.0 G	24.2 N			