

Songbird의 方言과 휘파람새 Song의 行動學的 考察

朴 是 龍

韓國敎員大學校 生物敎育科

서 론

명금류(Song Birds)에 대한 지리적 변이(Geographic Variation)의 연구는 동물행동 연구에 있어서 중요한 주제가 되어왔다. 초기의 연구는 한 군집내에서 한 종의 많은 song을 수집하고 그들이 보이는 개체간 변이에 집중되어 있었다. 그러나 최근의 연구는 고립되어진 군집이나 서로 인접하고 있는 많은 군집들로부터 song을 획득하고 이들 사이에 나타나는 변이의 연구로 방법적 전환을 가져왔다.

많은 연구자들이 지리적 변이의 연구의 중요성에 대해서 Mayr(1963)는 bird song의 지리적 변이의 연구가 조류에 있어서 진화의 기작인 격리를 설명할 수 있다고 주장하고 있다. Nottebohm (1972)이 말하는 조류의 격리 과정을 알아보면, 우선적으로 암컷의 조류들은 자기가 태어난 지역의 방언들을 선호하고 있으며, 이러한 선호 경향은 암컷의 출신지역인 수컷과 짝짓기를 하는 경우에 발견되어 진다는 것을 전제로 한다(Assortive Mating). 반대로 수컷은 그들이 소속되어진 군집내의 방언을 배운다는 가정이 필요하게 된다. 암컷과 수컷의 조류는 그들이 등지를 떠나서 첫번제의 번식시기 이전에 지역적인 이동을 했다가, 다시 번식시기에 그들이 자라난 지역으로 돌아오게 된다. 이러한 과정에서 방언은 암컷과 수컷 양자에게 짝짓기를 성공적으로 이루게 하는 강화요소로서 작용하게 된다.

Chaffinch(*Fringilla coelebs*)에 대한 Thielcke(1969)의 초기연구는 song의 지리적 변이의 형태가 모자이크 형태를 가지고 있다는 사실을 지적하고 있다. 이러한 것은 한 군집의 내나 이웃한 개체들의 song의 형태는 서로 유사한 반면 다른 군집의 개체들은 상당히 다른 형태를 보이고 있음을 의미한다. 방언이라는 용어는 포괄적인 의미로 위와 같은 song 변이의 형태들을 말하고 있다. 그러나, 방언의 엄밀한 의미는 학자에 따라서 약간의 차이를 가지고 있어서 Payne(1981)는 공통적인 song type을 가지는 수컷들의 지역적인 song group으로 보고 있으며, McGregor and Krebs(1982)는 방언을 일정 거리를 가지는 수컷들보다 가까운 이웃하는 개체들에게서 나타나는 repertoire의 실제적인 흐름이라고 정의하고 있다.

지금까지 bird song의 지리적변이의 형성과 유지과정을 설명하기 위하여 많은 가설들이 제안되어왔다. 대표적인 것으로는 song 전수 모델(Song Tradition Model)(Andrew 1985, Slater 1986), 유전적 적응 가설(Genetic Adaptation Hypothesis)(Baker 1982, Nottebohm 1972), 사회적응 가설(Social Adaptation Hypothesis)(Craig & Jenkins 1982, Payne 1981), 환경적응 가설(Environmental Adaptation Hypothesis)(Hansen 1979, Nottebohm 1985)의 네가지를 들 수 있다.

본 논고에서는 방언의 기원과 유지를 설명하는 위의 네가지의 가설을 검토하여 보고, 지리적 변이의 예로서 한국산 휘파람새의 예를 들어보고자 한다. 그리고 마지막으로는 방언연구의 주요한 요소가 되어지는 조류의 song 학습에 관하여 논의하고자 한다.

본 론

1. Song 전수 모델(Song Tradition Model)

Andrew(1962)는 새가 동일 종의 song을 학습하는것은 동종을 인식하기 위해 요구되는 유전적 정보의 양을 줄일 수 있다는 점을 들고 있다. song의 변이는 song을 학습하는 과정에서 실수로 인하여 일어나며, 생물학적인 중요성을 지니지 않는 단지 부수현상으로 규정하고 있다. 나아가서, 개체들 사이에서 song의 유사성은 그들이 어릴 때 나이든 개체의 song을 학습하는 것의 결과로 나타난다. 결국 군집 내와 군집 사이에 있어서 song의 유사 형태는 어린개체의 분산정도나 군집의 안정성, 고립정도, 군집의 크기등과 같은 요소들에 의존하고 있다. 그러나, song 전수 모델은 한 개체가 song을 학습하는 조직적 체계와 음성학적 방언에 동반되어지는 군집의 역동적 체계에 대해 예측 할 수 없으며, 더욱더 한개체의 생존과 번식 성공을 위한 song 학습 체계에 대해서는 설명하지 못하고 있다.

2. 유전적 적응 가설(Genetic Adaptation Hypothesis)

유전적 적응모델은 한 종이 지리적으로 서로 다른 환경으로 분산되어졌을때, song의 차이에 대한 행동학적 반응들은 local 군집을 형성하게하고, 그 결과 그들이 처한 local 상황들에 물리적인 적응들을하게 한다는 가설이다(Nottebohm 1969b). 이 모델은 방언집단간은 유전적으로 차이를 가지고 있어야 하며, 방언집단으로 규정되어진 집단간에는 환경적인 차이를 가지고 있어야 한다. Song의 발달은 생의 초기에 이루어져야 하며, 방언은 서로 다른 방언 집단을 구분가능하여야 하며, 그리고, 암컷은 자신이 태어난 방언지역에 대한 선호도를 가지고 있어야 한다(Payne 1981a). 그러나 이 가설에 대한 많은 연구가 수행되었으나 현재까지의 연구에 있어서는 Baker(1982c)에 의한 White-crowned Sparrow에서만 인접된 군집과 서로 떨어진 군집사이에서 그들의 song type이 변함에 따라서 군집내에서의 allozyme의 sequence가 변하는 것으로 확인되어졌다.

3. 사회적 적응 가설(Social Adaptation Hypothesis)

음성의 학습은 한 개체가 다른 사회적 조직에 들어갈 수 있도록 하는 기능을 포함하고 있다(Payne 1982). 즉, 텃세권을 가지고 있는 개체의 song을 흉내냄으로써 해서 텃세권의 획득과 같은 생식적인 측면에서 이득을 얻게 된다는 것이다. 이 거짓흉내(deceptive mimicry) 혹은 사회형성 이론은 작은 지역에 있어서 방언의 형성의 근원을 지지해 주는 이론이 된다. 즉 어린 개체가 성공적인 성체의 음성을 학습함으로써 해서 특정지역에서 레퍼토리의 동질성을 가능하게 한다는 것이다. 이 이론은 어린 개체의 song의 학습이 텃세권을 교체하는 시기에 일어나며, 또 어린 개체가 이웃 성체의 음성을 학습한다는 것을 가정한다. 또한, 어린 개체는 song의 학습에 있어서 민감기(Sensitive Phase)를 가진다는 것이다. 민감기는 어린 개체가 텃세권을 형성하는 시기에 이웃 개체 song을 학습할 수 있는 기간을 의미한다(Payne 1982). 더불어 텃세권의 형성시기에는 이웃의 개체와의 접촉이 허용되어야 한다. 그러나, 이 이론은 협소한 지역에 있어서의 음성적 변이를 설명할 수는 있으나, 넓은 지역에서의 음성적 변이를 설명하기에는 부적합한 면을 지니고 있다.

4. 환경적 적응 가설(Environmental Adaptation Hypothesis)

Hansen(1979) 와 Nottebohm(1985)는 어린개체가 그들과 같은 환경적 특성을 지니고 있는 개체의 song을 학습하게 되는데, 이러한 결과 그들의 song은 그들이 생존하는 환경에서 적은 왜곡을 가지는 song을 가지게 된다는 것이다. 그리하여 방언은 상대적으로 같은 식생에서 살고 있는 텃세권을 가지는 개체들의 군집과 같은 구성으로 이루어진다는 것이다. 이 가설은 우선적으로 한개체가 그들이 처한 환경에서 가지는 song은 다른 지역에 비하여 자신의 지역에서 적은 왜곡을 가지게 된다는 것이다. 이러한 가설은 텃세(Shy & Morton 1986),

Table 1. The comparison among hypotheses to explain the origin and maintenance of song dialects.

Hypotheses The articles	Song Tradition Model	Adaptation Hypotheses		
		Genetic	Social	Environmental
Social Interaction	sometimes	sometimes	yes	sometimes
1. by song shearers	no difference	reduced	reduced	elevated
2. response to local vs. alien dialect	no	yes	no	no
3. Kin recognition				
Habitat of Dialect	no prediction	homogeneous	no prediction	homogeneous
Population Dynamics				
1. Size of Population	variable	mostly large	mostly small	variable
2. Size Determinants	no prediction	within dispersal	social group	homogeneous
3. Stability	no prediction	high	mostly los	vegetation
4. Dispersal	random	low	mostly high	variable
5. Mating Pattern	random	Assort by natal dialect	random Assort	variable
6. Social System	no prediction	territory/family-based	variable	by local dialect
Song Development				
1. age at first learning				territorial, monogamous
2. learning period	variable	nestling to fledgling	nestling to .>1 year	nestling to >1 year
3. accuracy of copying /level of conformity to dialect	variable	nestling to juvenile	throughout life	variable
	variable	moderate to high	mostly high	moderate to high
Dialect Dynamics				
1. origin	isolation by chance	isolation by dispersal	selection for recognition	selection for distance assessment
2. stability	low	high	high	high

이주종(Cosens & Falls 1984) 모두에서 나타나고 있다. 환경적 적응 가설은 일반적으로 시각적인 접촉이 결여된 먼거리의 동종간의 신호용으로서 자주 언급되어 왔다. 또한 이 가설은 텃새이건 철새이건 그들이 텃새권이 나 일정한 행동권을 가지며, 짝을 유인하여 번식을 하는 경우에 유용하며, 이러한 경우에 번식의 성공률은 자신의 song이 환경에 더 적응적이거나 혹은 음성학적으로 효율적인 경우에 높아지게 된다. 환경적응적인 song들은 한개체가 텃새권의 방어나 짝을 유인하기 위하여 사용하는 에너지와 시간을 줄이게되고 그러한 여분의 에너지를 번식활동에 투자하게 된다(Morton 1982).

환경적응적인 가설은 다른 적응 가설들과는 다르게 song의 획득 즉, 학습에서 일어나는 문화전수의 체계와 최적의 텃새권 방어를 위한 행동학적 선택을 다루고 있다. 또한 이 가설은 한 종이라도 다른 종류의 서식지의 식생을 가지게 된다면 그들은 서로 다른 음성학적 특징을 가지게 된다는 것이다.

이상의 가설들을 종합적으로 방언의 특성과 그들의 유지 군집의 역학적 특징들을 상호 비교하였다(Table1).

5. 한국산 휘파람새에 있어서 지리적 변이

1) 휘파람새의 형태, 생태 및 song의 특징

(1) 휘파람새의 형태 및 생태

휘파람새(Bush Warbler: *Cettia diphone*)는 참새목(Passeriniformes), 딱새과(Muscicapidae), 휘파람새아과(Sylviinae)에 속하는 종으로, 휘파람새(*C. diphone borealis* Campbell)와 제주휘파람새(*C. diphone cantans* Temminck & Schlegel) 두 아종이 번식기인 4월 초순부터 찾아와서 여름을 지내고 10월에 강남지방으로 가는 것으로 보고되어 있다. 휘파람새는 우리 나라의 중부 내륙지방의 논밭 근처의 산림에 살며, 몸길이는 155 mm 이고 날개의 길이는 수컷이 74.5-78.5 mm, 암컷은 61-65 mm이었다. 꼬리의 길이는 수컷이 78 mm, 암컷이 60 mm 이었다. 보금자리는 개울과 숲 속 덩굴에 위치하며, 등지 짓기는 주로 암컷에 의하여 이루어지는 것으로 관찰되었다. 한배의 산란수는 4-6개이며, 알의 크기는 장경이 16-19.5 mm, 단경이 12.2-15 mm이며, 알의 무게는 1.4-1.9 g이다. 포란의 기간은 약 14일로 나타났다. 먹이로는 곤충류, 거미류 등을 주로 먹으며, 서식지는 경기도 가평, 강원도 철원, 충남, 예산 등으로 song은 주로 나무의 꼭대기에 앉아 우는 것으로 관찰되었다. 제주 휘파람새는 우리 나라의 남부해안이나 도서지방의 논밭 근처, 야산의 덩굴 속에서 살며, 몸 길이는 155 mm 이고, 날개의 길이는 수컷이 약 76-78.3 mm였으며, 암컷은 62-64 mm이었다. 꼬리의 길이는 수컷이 79 mm, 암컷이 59 mm 이었다. 보금자리는 상록수림의 덩굴 속에 만들며 주로 암컷이 등지 짓기를 하였다. 등지 짓기를 하는데 소요되는 시간은 약 14일 정도이며, 한배의 산란수는 4-6개이며, 포란일은 14-16일 정도였다. 먹이는 주로 곤충류가 대부분이고, 거미류 등도 먹었다. 서식지로는 제주도, 거제도, 완도, 보길도, 충무 등으로, song을 하는 장소는 휘파람새가 나무의 꼭대기인것에 비해 나무가 우거진 풀숲의 가장자리 부근이었다.

(2) 휘파람새 song의 특징

휘파람새의 song은 song의 전반부에 나타나는 1-15개의 note로 구성된 whistle portion과 song의 후반부에 나타나는 syllable로 구성된 complex syllable portion의 두 부분으로 나눌 수 있었다(Fig 1). whistle portion의 note의 frequency는 794-1656 Hz ($M \pm SD = 1116.98 \pm 212.52$ Hz, $N = 637$ song)였다. Song duration은 개체변이가

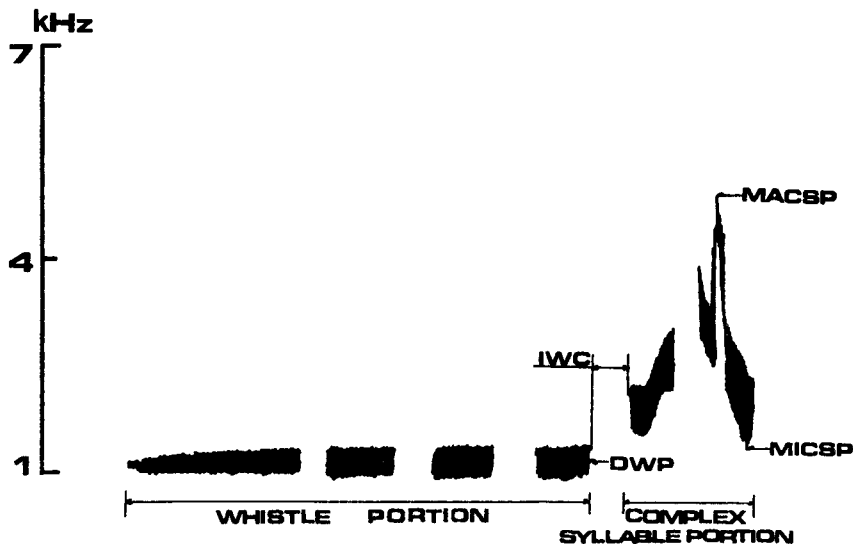


Fig. 1. Sonagram of typical song of Bush Warbler male. Bush warbler song was composed of whistle portion and complex syllable portion. Index: SD (song duration); DWP (duration of whistle portion); DCSP (duration of complex syllable portion); IWC (Interval between whistle portion and complex syllable portion); MACSP (maximum frequency in complex syllable portion); MICSP (minimum frequency in complex syllable portion).

있으나 일반적으로 whistle portion이 전체 song duration의 약 60-70%(박 과 양 1988)를 차지하며 전체 song duration은 0.8-1.5초 ($M \pm SD = 1.13 \pm 0.15$, $N = 637$ song)였다.

휘파람새는 한 개체가 1-4($M = 1.94$, $N = 63$)개까지의 song type을 가지고 있었으며, 그의 비율은 song type을 1개 가지는 개체가 전체 63개체의 38.1%($N = 24$), song type을 2개 가지는 개체가 44.5%($N = 28$), song type을 3개 가지는 개체가 15.9%($N = 10$), song type을 4개 가지는 개체가 4.8%($N = 3$)이었다. 지역에 따른 개체가 가지는 song type수의 변동은 내륙의 북부지방에서 남부지방으로 갈수록 song type의 수가 증가하는 경향을 볼 수 있었다. 완도의 경우는 평균 2.83개($N = 6$)로 다른 지방에 비하여 많은 song type을 가지고 있었다. 가장 song type이 적은 지역으로는 강화 지역으로 5개의 개체가 각각 하나의 song type만을 가지고 있었다.

휘파람새의 song에 있어서 whistle portion의 note의 수가 많을수록 whistle portion의 dominance frequency는 낮아지는 양상을 가지고 있는 반면, whistle portion의 note수가 증가하면 complex syllable portion의 maximum frequency는 높아졌다. Whistle portion duration의 길이는 song duration에 중요한 요소로 작용하고 있었다. 반면, complex syllable portion의 길이의 변화는 song duration에 상대적으로 적은 영향을 미치고 있었다.

2) 휘파람새 song의 지리적 변이

(1) 남부 해안도서와 내륙 휘파람새 song의 특성

남부 해안도서의 개체로는 제주도 12개체, 거제도 7개체, 완도 6개체, 여수 2개체 총 27개체가, 내륙의 개체로는 6개 집단 35개체의 song의 8개 변인을 가지고 Mean test를 실시하였다(Table 2). 또한, 남부해안과 내륙 song간의 차이를 알아보기 위하여 ANOVA test를 실시하였다. 남부해안도서지역과 내륙지역은 NNWP에 있어, 내륙이 평균 5.62 ± 2.36 개, 남부해안도서 지역이 평균 2.88 ± 0.80 개로 두 집단에 있어서 통계적으로 유의미한 차이가 있었다($df = 1, 60$ $P < 0.0000$). DFWP는 내륙지역이 평균 992.25 ± 161.14 Hz 이었으며, 남부해안도서 지역은 평균 1278.67 ± 154.63 Hz이었다. DFWP에 있어서도 두 군집간에는 통계적으로 의미 있는 차이를 나타내었다($df = 1, 60$ $P < 0.0000$). MACSP($df = 1, 60$ $P < 0.0000$), DCSP($df = 1, 60$ $P < 0.0006$)으로 각각 두 집단간에 의미 있는 차이를 가지고 있었다. 나머지의 song의 변인에 있어서는 두 군집간에 의미 있는 차이는 없었다. 내륙지역과 남부해안 지역에 있어 두 지역을 구분하게 하는 song의 특성은 NNWP, DFWP, MACSP, DCSP이었다.

남부해안도서 지역과 내륙에 있어서 두 군집내의 song의 8개 변인간의 상관정도를 알아보기 위하여, 두 집단에 대하여 각각 Correlation analysis를 실시하였다. 남부해안도서에 있어서는 NNWP과 DFWP($r = -0.6831$, $n = 27$, $p < 0.001$)로 음의 상관관계를 나타내었다. DFWP와 SD($r = 0.5593$, $n = 27$, $p < 0.01$), DFWP와 DCSP($r = 0.7111$, $n = 27$, $p < 0.001$), DCSP와 IWC($r = 0.4912$, $n = 27$, $p < 0.01$), DCSP와 SD ($r = 0.7241$, $n = 27$, $p < 0.001$)로 각각 통계적으로 의미 있는 양의 상관관계를 나타내었다. 내륙지역에 있어서는 NNWP와 DFWP($r = -0.4325$, $n = 35$, $p < 0.01$), DCSP과 DWP($r = -0.4379$, $n = 35$, $P < 0.01$)로 각각 음의 상관관계를 나타내었다. NNWP과 DWP($r = 0.6203$, $n = 35$, $p < 0.001$), NNWP와 SD($r = 0.4736$, $n = 35$, $p < 0.01$)는 각각 양의 상관관계를 나타내었다. 또한, DFWP와 MICSP ($r = 0.6028$, $n = 35$, $p < 0.001$), DWP와 MACSP($r = 0.4521$, $n = 35$, $p < 0.01$), DWP와 SD($r = 0.8489$, $n = 35$, $p < 0.001$)로 각각 통계적으로 의미 있는 양의 상관관계를 나타내었다. 남부해안에 있어서 song duration과 complex syllable portion duration은 양의 상관관계를 가지는 반면, 내륙에 있어서는 상관관계가 없었다. 이는 남부해안에 있어서 complex syllable portion의 길이가 song의 길이에 영향을 미치고 있음을 나타낸다. 반면, 내륙의 song에 있어서는 whistle portion의 길이가 song의 길이에 영향을 미치고 있었으나, 남부 해안에서는 영향을 미치지 않았다. Song의 길이를 결정하는 시간의 변인을 가지는 변인이 NNWP와 DCSP이므로 내륙에서는 song의 길이를 NNWP가 결정하는 반면, 남부해안에 있어서는 song의 길이를 DCSP가 결정하고 있음을 의미한다. Frequency면에 있어서는 내륙에 있어서는 whistle portion의 dominance frequency가 complex syllable의

Table 2. Discriminant function analysis on the eight variables of Bush Warbler songs at southern coastal localities and inland localities in Korea.

	Discriminant function*	
	1	2
Eigenvalues	6.9548	.8620
% of variance	79.25	9.82
NNWP	.63324	.64733
DFWP	-.66094	.40417
DWP	-.32970	.53197
IWC	.24631	.68513
MACSP	.62822	.05833
MICSP	.36733	-.81332
SD	-.27338	-.11618
DCSP	1.00411	-.17543

*Two Function were significant at $P < 0.0001$.

minimum frequency에 영향을 미치나, 남부해안에 있어서는 영향을 미치지 않고 있었다. 이는 내륙에 있어서는 whistle portion의 frequency가 complex syllable의 frequency에 영향을 미치나 남부해안에 있어서는 영향을 미치지 않음을 나타낸다.

(2) 남부 해안도서지역과 내륙지역 군집간의 song 판별

내륙지역의 song과 남부해안도서지역의 song간의 특성에서 차이가 두 지역간의 song을 어느 정도 판별하는가를 알아보기 위하여 Discriminant function analysis를 실시하여 song의 8개 요소에 대한 function1과 function 2의 표준화 판별함수계수(Standardized canonical discriminant function coefficients)를 산출하였다(Table 2). 이 값에 의한 지역간의 song에 대한 판별력은 98.39%이었다. 한국내 번식하는 휘파람새 두 아종간의 분류가 song의 특성에 의해서 명확하게 판별되어질 수 있었다. 두 지역을 가장 잘 판별하여 주는 song의 변인은 DCSP, DFWP, NNWP의 순이었다.

6. Song 학습

조류는 일반적으로 자신이 태어난 지역에 있는 성체(주로 父)로부터 자신이 등지로부터 날기 시작하는 시기에 song을 학습하게 되거나(Marler and Tamura 1964, Baptista 1975, Grant 1984), 혹은 자신이 태어난 장소로부터 이동하여 최초로 정착하게 되는 지역에서 song을 배우게 된다(Jenkins 1978, Payne 1981, McGregor and Krebs 1982, McGregor and Avery 1986). 드물게는 앵무새와 같은 조류에 있어서는 자신의 생애의 전반에 걸쳐서 song을 학습하는 것이 가능하기도 하다(Kroodsma and Pickeryt 1980, Slater and Ince 1980, McGregor and Avery 1986). 그러나, 휘파람새의 경우에 있어서 song의 학습이 언제 이루어지는가에 대한 정확한 자료는 아직 없는 상태이다. 본인은 휘파람새의 어린 개체가 10월경에 완성되어지지 않은 불완전한 song을 하는 것을 관찰한 바가 있으며, 또한 특별한 경우이기는 하지만 휘파람새와 동소종인 붉은뺨멧새의 song을 모방한 개체의 song을 녹음한 경우도 있다. 이러한 관찰들로 미루어보아 휘파람새의 경우에 있어서는 song을 학습하는 기간이 그들이 번식지를 이주하기 전에 주형을 획득하는 것으로 판단되어지며, 이후에 song을 고형화하여 가는 것으로 판단된다.

조류의 지리적 변이의 연구에 있어서 song의 학습이 그들이 번식지를 떠나기 전에 이루어지는가? 아니면

분산이 이루어진 후 다른 장소에 정착하는 시기에 이루어지는가는 매우 중요한 의미를 가지고 있다(Baker and Cunningham 1985, Cunningham *et al.* 1987, Lemon 1975). 만약에 song의 학습이 분산 전에 이루어진다면, 특정지역에의 적응이나 큰 규모의 방언의 형성을 촉진하는 기원이 되며, 반대로 분산 후에 학습이 이루어지게 된다면 song의 학습은 한 개체가 특정지역에 적응하는 과정을 촉진시키는 요소가 되어지기 때문이다(Baker and Cunningham 1985). 결국에는 이러한 song학습의 형태에 따라서 지리적 변이의 형태가 결정되어진다는 것이다. 특히, 휘파람새와 같은 이주성 조류에 있어서 분산 전에 song의 학습이 이루어진다면 그들이 학습하는 song은 그들이 다음해에 번식지를 찾아오는 데에 있어서 중요한 요소가 되어질 것이다.

결 론

생물학에서 하나의 매혹적인 주제가 되어지는 진화에대한 연구들은 학습되어진 song과 같은 문화적으로 전수되어지는 것들을 통하여 연구가 수행되어져 왔다(Lumsden & Wilson 1981). 유기체의 진화에 있어서 그들이 몇가지의 선택들을 할 수 있고, 그러한 것들 중에서 개체가 특정한 것을 선택하게 된다면 그러한 요소들은 자연선택의 결과를 가져오게 된다(Cavalli-Sforza & Feldman 1981). 물론 학습되어진 행동들에 대하여 그들의 선택이 달라짐으로 인하여 다른 선택을 길을 걷게된다 것(Hardy 1965)이 물론 새로운 생각은 아니다. 그러나, 그것은 근래에는 "행동학적 갈망(Behavioral Drive)"이라는 용어로서 생물학적 종의 다양성을 설명하는 것으로 많은 관심을 불러일으키고 있다(Wyles, Kunkel & Wilson 1983).

특별히 우리가 명금류의 song을 가지고 생물학적인 문화전수에 흥미를 가지고 있는것은 아마도 조류에 있어서 song의 학습과 인간에 있어서 언어의 습득이라는 것이 상당히 외형적인 것 뿐만이 아니라 비슷한 학습의 과정을 가지기 때문인지도 모른다. 음성학습의 결과들을 인간과 조류를 상호 비교하는 것은 매우 흥미있는것이되며 또한, 인간이나 조류에서 나타나는 방언은 양쪽다 분명히 음성학적 학습의 결과임은 부인할 수 없는 사실이다. 그러나, 우리는 여전히 인간과 조류의 음성학적 특징들을 상호 비교할 수 있는 조류의 방언의 정의를 명확하게 내리지 못하고 있는 현실이다. 그러한 것은 조류의 종에 따라서 그들이 방언을 가지게 되는 요인들과 특성들이 다양하게 나타남에서 기인되어진다. 단지 우리는 조류에 있어서 음성학적 변이들의 특징을 나타내는 지시자 정도로서 방언이라는 용어를 사용하고 있을 따름이다. 반면 인간에 있어서 방언이라고 하는것은 언어의 형태 내에서 발음상에 나타나는 그룹 특이적인 음조로 정의하고 있다. 조류의 두 종사이에 나타나는 차이들이 인간의 두 언어 그룹사이의 차이들과 어떠한 의미들을 가지고 있는가에 대한 것은 여전히 의문으로 남아있다. 인간과 조류사이의 정의의 문제는 있지만 대부분의 학자들이 근본적인 수준에 이르러면 음성학적 특성들과 관련된 생물학적 군집의 특성들이 인간과 조류에 있어서 일치한다고 하는 견해에 대해서는 동의하고 있다(Spielman *et al.* 1974). 현재까지의 연구들이 인간과 조류에 있어서 유전적 관련성과 문화적인 지시자로서의 음성학적 기능들에 대한 완전한 설명들은 하지 못하고 있을지는 몰라도 조류의 음성학적 특징들의 연구의 가치는 실로 높다고 하겠다.

參考文獻

- Andrew, R.J. 1962. Evolution of intelligence and vocal mimicking. *Science* 137: 585-589.
- Andrew, R.J. 1985. Questions about the evolution of birdsong. *Behav. Brain Sc.* 8: 100.
- Baker, M.C. 1982. Genetic population structure and vocal dialects in *Zonotrichia*(Embrizidae). In *Kroodsma, D.E. & E. H. Miller(eds.)*. Acoustic Communication in Birds. Volume 2. New York: Academic Press pp. 209-236.
- Baker, M.C. & M.A. Cunningham. 1985. The biology of birdsong dialects. *Behav. Brain Sc.* 8: 85-133.

- Baptista, L.R. 1975. Song dialects and demes in sedentary populations of the white-crowned sparrow(*Zonotrichia leucophrys nuttalli*). *Univ. Cal. Publ. Zool.* **105**: 1-52.
- Cavalli-Sforza, L.L. & M.W. Feldman. 1981. Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach. Princeton: Princeton Univ. Press.
- Cosens, S.E. & J.B. Falls. 1984. A comparison of sound propagation and song frequency in temperate marsh and grassland habitats. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, **15**: 161-170.
- Craig, J.L. & P.F. Jenkins. 1982. The evolution of complexity in broadcast song in passerines. *J. Theor. Biol.* **95**: 415-422.
- Cunningham, M.A., Baker, M.C. & T.J. Boardman. 1987. Microgeographic song variation in the Nuttall's white-crowned sparrow. *Condor* **89**: 261-275.
- Grant, B.R. 1984. The significance of song variation in a population of Darwin's finches. *Behavior* **89**: 90-116.
- Hansen, P. 1979. Vocal learning: its role in adapting sound structures to long-distance propagation, and a hypothesis on its evolution. *Anim. Behav.* **27**: 1270-1273.
- Hardy, A.C. 1965. The living stream. Collins Press.
- Jenkins, P.F. 1978. Cultural transmission of song patterns and dialect development in a free-living bird population. *Anim. Behav.* **26**: 50-78.
- Kroodsma, D.E. & R. Pickeryt. 1980. Environmentally dependent sensitive periods for avian vocal learning. *Nature* **288**: 477-79.
- Lemon, R.E. 1975. How birds develop song dialects. *Condor* **77**: 385-406.
- Lumsden, C.J. & E.O. Wilson. 1981. Genes, mind, and culture. Harvard University Press.
- Marler, P. & M. Tamura. 1964. Culturally transmitted patterns of vocal behavior in sparrow. *Science* **146**: 1483-86.
- Mayr, E. 1963. Animal species and evolution. Harvard University Press.
- McGregor, P.K. & J.R. Krebs. 1982. Song types in a population of Great tits *Parus major*: their distribution, abundance and acquisition by individuals. *Behaviour* **79**: 126-152.
- McGregor, P.K. & M.A. Avery. 1986. The unsung songs of Great tits(*Parus major*): learning neighbour's songs for discrimination. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **18**: 311-316.
- Morton, E.S. 1982. Grading, discreteness, redundancy and motivation-structural rules. In Kroodsma, D.E. & E.H. Miller (eds.). Acoustic Communication in Birds. Volume 1. New York: Academic Press pp.183-213.
- Nottebohm, F. 1969. The song of the chingolo, *Zonotrichia capensis*, in Argentina: description and evaluation of a system of dialects. *Condor* **71**: 299-315.
- Nottebohm, F. 1972. The origins of vocal learning. *Amer. Nat.* **106**: 116-140.
- Nottebohm, F. 1985. Sound transmission, signal salience, and song dialects. *Behav. Brain Sc.*, **8**: 112-113.
- Park, B.S. & S.Y. Yang. 1988. Song Variations on Two Subspecies of *Cettia diphone* in Korea. *Bull. Inst. Basic Sci., Inha Univ.* **9**: 112-124.
- Payne, R.B. 1981. Population structure and social behaviour: models for testing the ecological significance of song dialects in birds. In Alexander, R.D. & D.W. Tinkle(eds.). Natural Selection and Social Behaviour: Recent Research and New Theory. New York: Chiron pp. 108-120.
- Shy, E. & E.S. Morton. 1986. Adaptation of amplitude structure of songs to propagation in field habitat in song sparrows. *Ethology* **72**: 177-184.
- Slater, P.J.B. 1986. White rats and general theories. *Behav. Brain Sc.* **8**: 115-116.
- Slater, P.J.B. & S.A. Ince. 1980. Cultural evolution in chaffinch song. *Behaviour* **71**: 146-166.
- Spielman, R.S. & Migliazza, E.C. & J.V. Neel. 1974. Regional linguistics and genetic differences among Yanomama Indians. *Science* **184**: 637-644.

- Thielcke, G. 1969. Geographic variation in bird vocalizations. In Hinde, R.A (eds.) Bird vocalizations, pp. 311-339. Cambridge Univ Press: Cambridge.
- Wyles, J.S., Kunkel, J.G. & A.C. Wilson. 1983. Birds, behavior, and anatomical evolution. Proceedings of the National Academy of Sciences **8**: 4394-97.
- Yoon, M.B. 1995. Geographic Song Variation of *Cettia diphone* in Korea. Doctoral. Thesis (in press). Korea National Univ. of Education.