

제주지역에서의 맹꽂이(*Kaloula borealis*) 산란지 분포¹

고상범² · 고영민³ · 오홍식^{2*}

Distribution of Spawning Sites of *Kaloula borealis* in Jeju Island¹

Sang-Beom Ko², Young-Min Ko³, Hong-Shik Oh^{2*}

요약

맹꽂이(*Kaloula borealis*)의 산란지 보호하기 위하여 제주도 전 지역에 분포하는 습지를 대상으로 2007년부터 2010년까지 5월에서 8월 사이에 조사하였다. 비가 오는 날 밤부터 다음날 낮 동안 울음소리를 통해 습지의 위치를 파악하였으며, 알과 유생의 유무로 산란지를 판단하였다. 연구결과 맹꽂이들이 산란지로 이용하는 습지는 83개의 지역으로 나타났으며, 영구습지를 산란지로 이용하는 경우가 많았다. 고도별로는 150m이하가 전체의 81.9%였고, 산란지의 수심은 일반적으로 50cm를 넘지 않는 얇은 장소에 산란하고 있었다. 지역별 산란장소는 제주시 지역이 54개소로 서귀포시지역 29개소보다 많았는데 이는 서귀포시 지역이 과수원이 많아 습지가 더 많이 훼손된 결과로 판단된다. 성산읍인 경우는 갈대습지가 넓게 분포하고 있어 다른 지역보다 산란지가 많이 보존되어 있었다. 본 연구결과는 개발에 앞서 산란지를 보호하고 서식장소를 제공하여 맹꽂이의 개체군을 보존하고, 이미 심각하게 손상되었거나 파괴된 산란지를 복원하게 하여 급격히 감소되어가는 개체군을 유지할 수 있는 자료로 활용될 것이다.

주요어: 양서류, 연못, 습지, 개체군, 생물다양성

ABSTRACT

This study researched the spawning sites of *Kaloula borealis* in a large number of wetlands in Jeju Island between May and August from 2007 to 2010. Based on the surveys, we discovered the locations of their habitats by investigating their calls from a rainy night to the next day and where their spawning sites were by ascertaining the existence of their eggs and tadpoles. According to the results, 83 wetlands were used as spawning sites across Jeju Island. A large number of wetlands were found to be permanent wetlands for *Kaloula borealis*. In addition, 81.9% of the wetlands in Jeju Island were found to be at an altitude of 150m or lower, and they spawned in shallow water not more than 50cm in depth. By region, 54 wetlands were in Jeju-island 29 wetlands were in Seogwipo-si. One of the reasons that Seogwipo-si has less wetlands than Jeju-si is that there are more orchards in Seogwipo-si than Jeju-si; accordingly, wetlands in Seogwipo-si were found to be more destroyed by farming. In the case of Seongsan-eup, a reedy marsh stretches out widely so that spawning sites were well preserved compared to other regions. This research will provide useful data for sustaining the population of *Kaloula borealis* by protecting their spawning sites from development, by offering habitats, and restoring spawning sites, which have become severely damaged and destroyed.

1 접수 2011년 4월 25일, 수정(1차: 2011년 9월 30일, 2차: 2011년 10월 17일, 3차: 2011년 11월 4일), 게재확정 2011년 11월 5일
Received 25 Mar. 2010; Revised(1st: 30 Sept. 2011, 2nd: 17 Oct. 2011, 3rd: 4 Nov. 2011); Accepted 5 Nov. 2011

2 제주대학교 과학교육학과 Dept. of Science Education, Jeju Univ., Jeju(690-756), Korea

3 제주대학교 생물학과 Dept. of Biology, Jeju Univ., Jeju(690-756), Korea

* 교신저자 Corresponding author(sciedu@jejunu.ac.kr)

KEY WORDS: AMPHIBIA, POND, WETLAND, POPULATION, BIODIVERSITY

서론

과거 수십 년간 전 세계적으로 여러 지역에서 양서류들이 감소되어 가는 것을 볼 수가 있다(Lips, 1998). 현재까지 알려진 양서류의 32%가 멸종위협을 받고 있으며, 전체 양서류중 최소 43%정도에서 감소가 이루어지고 있다(Stuart *et al.*, 2004, IUCN 2010). 특히 양서류는 전반적으로 환경 지표종으로 간주되고 있기 때문에(Collins and Storer, 2003) 양서류의 감소는 세계 여러 나라에서 문제시 되고 있다. 우리나라도 예외는 아니어서 과거에 흔히 볼 수 있었던 맹꽂이(*Kaloula borealis*) 역시 지역개발 및 농약사용으로 인해 집단의 크기가 현저히 줄어든 종이다(Yang *et al.*, 2001).

맹꽂이과(Microhylidae)는 전 세계적으로 70속 450종이 여러 지역에 널리 분포하고 있으며, *Kaloula*속에는 16종이 알려지고 있다. 이 중에서 우리나라에는 맹꽂이 한 종만이 서식한다. 이전의 연구에서 맹꽂이는 중국 동부, 만주지역에 분포하며 서울, 경기도, 충청도 등 중서부 지역과 추자도, 제주도에 서식하는 것으로 보고되어 왔으나(kim, 1971; Yang and Yu, 1978), 그 후에는 전라남도 광주, 영암, 해남 지역과 경상도의 안동, 경주, 창원지역의 일부 습지에서도 관찰된다고 보고되었다.(Yang *et al.*, 2001; Sung *et al.*, 2006; Kim and Lee, 2010). 맹꽂이는 환경부 멸종위기야생동물 II급 종으로 지정되어 엄격한 보호가 이루어지고 있으나 서식지와 개체수 감소가 있음에도 불구하고 종 보전에 필요한 기초적인 생태에 관한 연구는 미미한 실정이다.

우리나라에서 맹꽂이에 대한 연구를 보면 무미류 핵형에 관한 연구(Kim and kim, 1980), 염색체의 이질 염색질 특징과 변이(Lee and Park, 1989)와 Yang *et al.*(2000)에 의한 우리나라의 11개 지역과 중국 한 개 지역에서 유전적 다양성을 분석한 연구 등이 있다. 이 연구들은 주로 유전자 분석 위주의 연구이며 생태학적 연구는 아직까지는 거의 없다.

따라서 본 연구는 제주도에 서식하는 맹꽂이의 산란지 분포현황과 산란지 환경 및 특성을 조사하였다. 제주도는 개발이 이루어지지 않은 지역이 많이 분포해 있어 다른 지역보다는 맹꽂이 서식 밀도가 높아 산란지특성을 연구하는데 최적의 장소로 보여지고 있다. 이번 연구는 산란지 분포와 특징을 조사함으로써 앞으로 발생할 수 있는 인위적인 개발에 의한 산란지 파괴와 변형에 대비할 수 있을 것이다. 또한 이러한 기본적인 자료를 가지고 있음으로써 파괴 및 변형이 일어났을 시 원래 지역에 복원이 가능하고, 사전에 습지 파괴방지

를 위한 관리계획을 세울 수 있는 자료가 될 수 있어 사라져 가는 맹꽂이 개체군을 보존할 수 있을 것이다.

조사기간 및 방법

조사는 2007년부터 2010년까지 4년간 맹꽂이의 산란기로 알려진 5월부터 8월까지 제주도내 전 지역에 분포하는 습지를 조사하였다. 산란기간은 수컷의 울음소리가 들리는 기간으로 정하였다(Wells, 1977). 조사시간은 비가 내리는 날 밤 20:00부터 다음날 01:00까지로 울음소리가 들리는 장소를 찾아 습지의 위치를 파악하였으며, 이튿날 맹꽂이의 울음소리가 들렸던 곳을 조사하여 산란유무를 확인하였다. 조사는 제주도 전 지역을 대상으로 이루어졌으며, 조사지의 중복을 피하고 조사의 효율성을 높이기 위하여 한라산을 중심으로 남북으로 나누어진 제주시와 서귀포시를 기준으로 행정구역별 읍면단위와 리(里)단위로 세분화 시켜서 조사를 실시하였다. 세분화된 각 지역은 다시 고도별로 구분하여 조사한 후 산란지 분포를 작성하였다. 산란지판정은 알과 유생 유무를 확인하여 산란지 여부를 결정하였다. 확인된 산란지는 GPS(garmin HCx)로 위치를 기록하였다.

결과 및 고찰

1. 맹꽂이의 산란지 분포

제주도의 맹꽂이는 해안가에서 해발 400m 이내의 범위에서 서식하고 있으며, 제주도내 전 지역에서 관찰되었다(Figure 1). 맹꽂이는 멸종위기야생동물 II급 종이므로 산란지 보호를 위해 정확한 좌표는 기재하지 않았다. 맹꽂이 들은 5월말에서 8월까지 볼 수 있으며, 주로 관찰되는 시기는 6월말에서 7월말 사이로 우리나라의 장마기간이다. 맹꽂이는 비가 많이 내리는 날 늦은 밤부터 이튿날 낮까지 울음소리를 들을 수 있는 데 산란지에 있는 수컷들이 집단적으로 울기 때문에 쉽게 관찰되었다. 그러나 비가 오지 않는 동안에는 돌 밑이나 흙속에 들어가 은신하기 때문에 관찰하기 어려운 점이 있었다. 산란지로 이용하는 습지의 주요 식생은 송이고랭이(*Scirpus triangulatus*), 돌피(*Echinochloa crusgalli* var. *frumentacea*), 개구리밥(*Spirodela polyrhiza*), 여뀌(*Polygonum hydropiper*) 순으로 자라고 있으며 정수식물이 가장 많은 종을 차지하고 다음으로는 부엽식물종이 많이 자라고 있었다(Table 1).

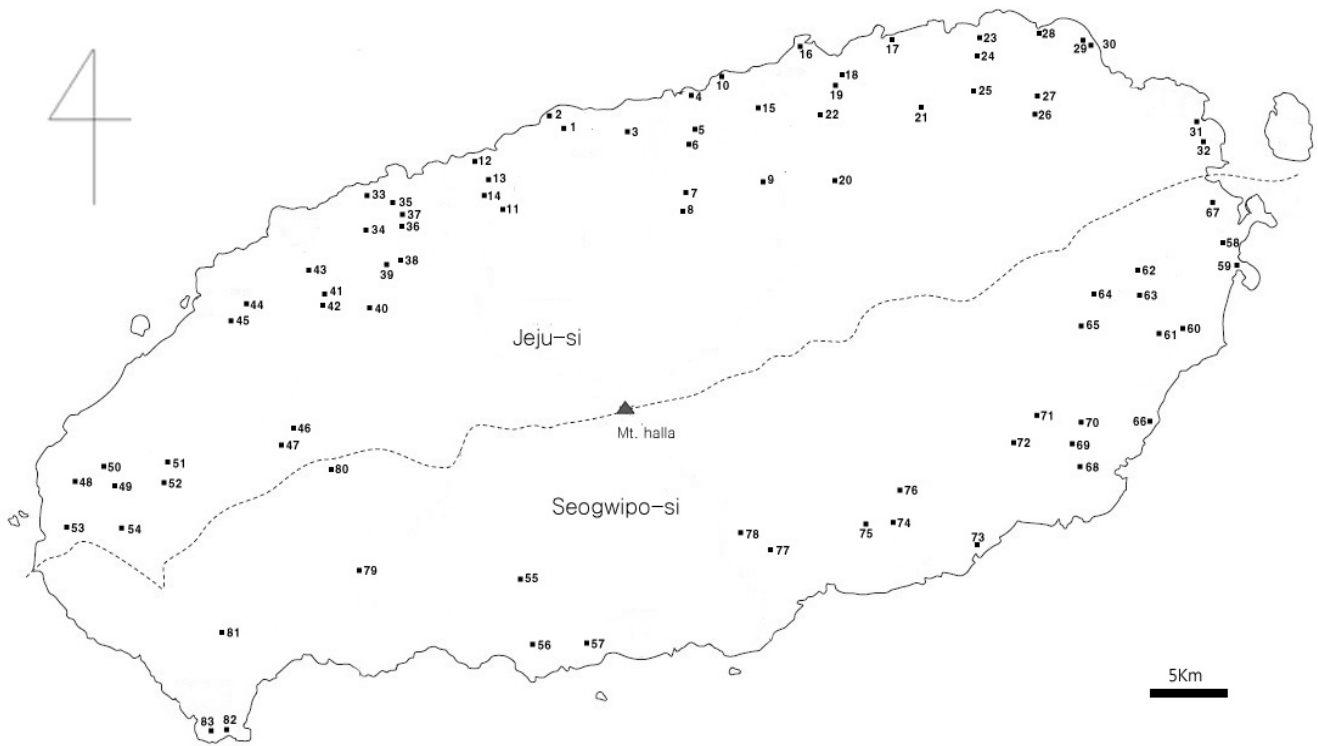


Figure 1. Distribution of the spawning sites of *Kaloula borealis* in Jeju(Numbers are described in the table 2)

Table 1. The list of aquatic plants in spawning sites

Scientific name	Korean name	I	II	III	IV
<i>Scirpus triangulatus</i>	송이고랭이				○
<i>barnyard grass</i>	돌피				○
<i>Spirodela polyrhiza</i>	개구리밥		○		
<i>Polygonum hydropiper</i>	여뀌				○
<i>Oenanthe javanica</i>	미나리				○
<i>Nymphaea tetragona</i>	수련			○	
<i>Isachne nipponensis</i>	누운기장대풀				○
<i>Ludwigia ovalis</i>	눈여뀌바늘				○
<i>Trapa japonica</i>	마름			○	
<i>Nelumbo nucifera</i>	연꽃			○	
<i>Ceratophyllum demersum</i>	붕어마름	○			
<i>Typha orientalis</i>	부들				○
<i>Potamogeton distinctus</i>	가래			○	
<i>Scirpus lacustris</i>	큰고랭이				○
<i>Lythrum anceps</i>	부처꽃				○
<i>Erigeron annuus</i>	개망초				○
<i>Garden Sorrel</i>	수영				○
<i>Acorus calamus</i>	창포				○
<i>Nymphoides indica</i>	어리연꽃			○	
<i>Phragmites communis</i>	갈대				○

I : Submerged Water Plants,
IV : emergent hydrophytes

II : free-floating hydrophytes,

III : floating-leaved hydrophytes,

조사지역의 개체수를 보면 육안과 울음소리로 확인된 개체수를 기록하였으나 실제로는 더 많은 개체가 서식할 것이라 판단된다(Table 2). 일부 지역에서는 비오는 날 밤에 산란지로 이동하는 것을 볼 수가 있는데 서귀포시 대정읍 하모리인 경우는 산란지 바로 옆 도로를 통과하는 개체들이 3시간 이상 계속 산란지로 이동하고 있는 것이 관찰되었으며, 이 때 관찰된 개체는 500개체 이상이었다.

본 연구를 통해 멧꿩이 산란지로 이용하는 습지는 83 곳이었다(Table 3). 연도별로 관찰된 산란지는 2007년에 45개, 2008년에 21개, 2009년에 11개, 2010년에 6개 습지를 관찰하였다. 산란지는 영구적인 습지, 일시적인 습지, 하천 주변, 농경지나 주택주변 수로로 구분하였다(Figure 2). 산란지를 분석해보면, 영구적인 습지에 산란 장소로 선택하는 지역은 43개 지역(51.8%)이었고, 다음으로 하천주변으로

Table 2. The number of individuals and locality of *Kaloula borealis* in Jeju island

No	Area	Altitude (m)	Estimated Individual numbers	Year	No	Area	Altitude (m)	Estimated Individual number	Year
1	Yongdam-dong	58	30<	2007	43	Gwideok-ri	19	30<	2007
2	Yongdam-dong	17	20<	2010	44	Sangdae-ri	62	30<	2007
3	Samdo-dong	111	20<	2007	45	Hallim-eup Ongpo-ri	45	30<	2007
4	Geonib-dong	38	30<	2007	46	Geumak-ri	355	50<	2008
5	Ara-dong	109	30<	2008	47	Geumak-ri	381	300<	2007
6	Ara-dong	119	50<	2007	48	Hanwon-ri	44	30<	2008
7	Ara-dong	261	20<	2007	49	Nakcheon-ri	69	20<	2007
8	Ara-dong	287	30<	2008	50	Hangyeong-my Joeji-ri	85	100<	2008
9	Jeju -si Myongdo-dong	270	50<	2007	51	Hangyeong-my Joeji-ri	143	30<	2009
10	Hwabuk-dong	2	20<	2007	52	Hangyeong-my Joeji-ri	146	30<	2007
11	Nohyoung-dong	102	30<	2007	53	Gosan-ri	65	30<	2007
12	Oedo-dong	24	10<	2009	54	Cheongsu-ri	78	300<	2007
13	Oedo-dong	57	30<	2007	55	Seo Saekdal-ri	137	20<	2008
14	Oedo-dong	72	20<	2008	56	gwi Dosun-ri	73	20<	2008
15	Hoecheon-dong	83	20<	2010	57	po-si Yongheung-ri	65	30<	2007
16	Sinheung-ri	24	200<	2008	58	Goseong-ri	9	50<	2008
17	Bukchon-ri	17	30<	2007	59	Sinyang-ri	6	200<	2007
18	Jo Hamdeok-ri	24	100<	2008	60	Nansan-ri	49	30<	2009
19	chen-eup Hamdeok-ri	33	100<	2007	61	Nansan-ri	42	100<	2007
20	Gyora-ri	388	100<	2007	62	Seong Susan2-ri	98	30<	2007
21	Seonheul-ri	171	50<	2009	63	san-eup Susan-ri	90	30<	2008
22	Daheul-ri	148	20<	2007	64	Susan-ri	117	200<	2010
23	Gimnyeong-ri	49	100<	2009	65	Nansan-ri	139	20<	2007
24	Gimnyeong-ri	52	30<	2007	66	Sincheon-ri	36	30<	2008
25	Deokcheon-ri	160	30<	2007	67	Siheung-ri	4	200<	2009
26	Songdang-ri	196	20<	2010	68	Sehwa-ri	75	200<	2007
27	Gu Pyongdae-ri	63	20<	2007	69	Pyo Sehwa-ri	88	50<	2007
28	jwa-eup Handong-ri	17	30<	2007	70	seon-myeon Hacheon-ri	86	20<	2009
29	Sangdo-ri	27	20<	2008	71	Gasi-ri	148	30<	2007
30	Hado-ri	21	20<	2007	72	Gasi-ri	130	30<	2009
31	Jongdal	5	20<	2008	73	Teheung2-ri	29	100<	2008
32	Jongdal	20	30<	2007	74	Hannam-ri	122	30<	2007
33	Sineom	67	30<	2008	75	Namwon-eup Hannam-ri	129	20<	2007
34	Sangga	101	50<	2009	76	Sumang-ri	159	20<	2008
35	Sineom	53	100<	2007	77	Sinye-ri	150	30<	2007
36	Jangjeon	143	200<	2010	78	Harye-ri	197	30<	2008
37	Ae Yongheung	102	50<	2007	79	Andeok-myeon Sangchang	108	20<	2008
38	weol-eup Usuam	222	50<	2007	80	Dongkwang	358	200<	2007
39	Sogil	208	30<	2009	81	Boseong-ri	54	30<	2010
40	Eoem	270	30<	2007	82	Daejeong-eup Hamo-ri	15	500<	2007
41	Bongseong	89	20<	2009	83	Hamo-ri	4	300<	2007
42	Eoem	64	50<	2008					



Permanent wetland



Temporary wetlands



Waterway near a farmland



Stream around

Figure 2. Spawning sites of *Kaloula borealis* in Jeju

Table 3. Types of spawning sites of *Kaloula borealis*

Site	Site	Rate(%)
Permanent wetland	43	51.8
Stream around	19	22.9
Temporary wetlands	16	19.3
Waterway near a farmland	5	6.0

물이 흐르지 않고 고여 있는 지역에 산란하는 곳이 19개 지역(22.9%), 장마나 비가 많이 올 때 일시적으로 습지가 형성되는 지역은 16개 지역(19.3%), 농경지나 주택 인근 수로에 산란하는 장소는 5개 지역(6.0%)이었다(Table 3). 따라서 맹꽂이는 주로 영구적인 습지에 산란하는 것으로 나타났고, 다음으로는 하천 주변이며 일부는 장마철에 비가 많이 내려 습지가 형성되는 장소에 산란 하고 있는 것이 나타났다. 맹꽂이가 일시적인 습지에서 산란을 하여 유생을 키울 수 있는 이유는 이들이 산란후 하루 정도면 부화가 되고

변태시기가 20~40일 정도로 다른 양서류에 비해서 아주 빠르기 때문에(unpublished data) 6~7월 장마철 시기에 습지에서 육지로 나올 수 있는 조건이 되기 때문이라고 사료된다.

2. 고도별, 지역별 분포

고도별 산란지를 살펴보면, 해발 50m 이하의 지역이 26곳(31.3%)으로 가장 많았고, 다음으로는 51-100m지역이 23곳(27.7%)이었으며, 201-250m지역이 2곳(2.4%)으로 가장 적게 나타났다(Table 4). 맹꽂이의 산란지가 주로 고도 150m이내의 지역에 서식하고 있는 것으로 나타났는데, 제주도에 분포하는 습지들은 세 지역의 저수지를 제외하면 수심이 1m 미만이다. 맹꽂이는 습지의 수심이 보통 50cm가 되지 않는 장소에 산란하고 있는 것으로 나타났는데, 서울 지역에 발견된 맹꽂이의 산란지도 최대수심이 15cm-120cm사이로 나타난다는 보고된 바 있다(Kim and Lee,

Table 4. The number of spawning sites at altitudes

Altitude(m)	0~50	51~100	101~150	151~200	201~250	251~300	301~400
Site	26	23	19	5	2	4	4
Rate(%)	31.3	27.7	22.9	6.0	2.4	4.8	4.8

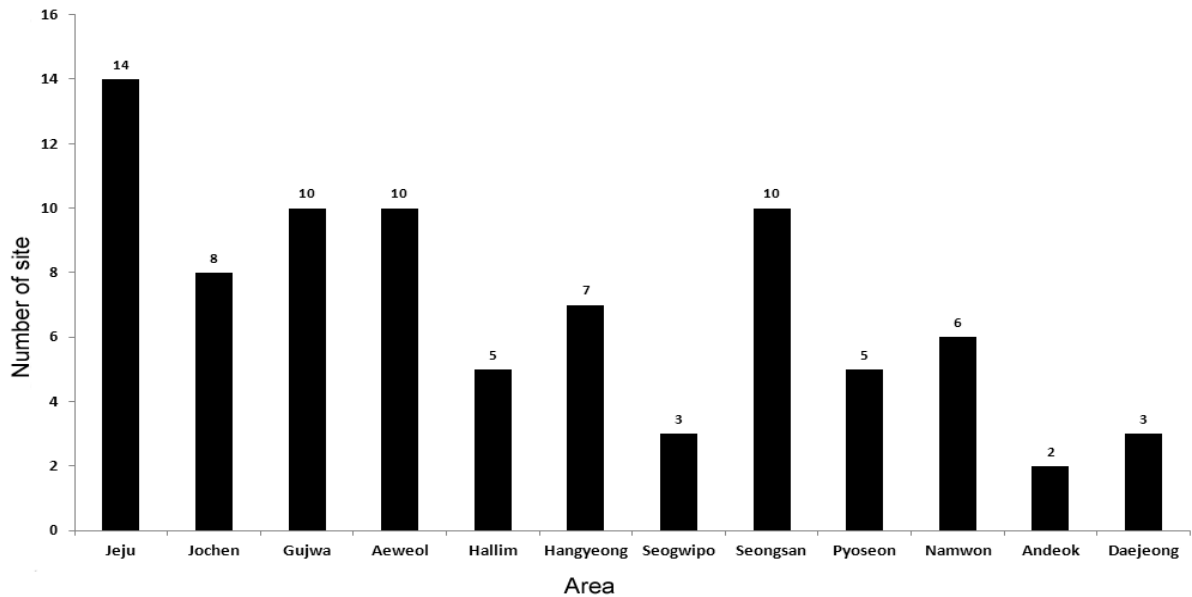


Figure 3. The number of spawning sites by area

2010).

산란지역을 행정지역별로 보면 제주 시내가 14곳 나타났으며, 다음으로는 구좌읍, 한림읍, 성산읍이 10군데, 서귀포 시내 대정읍이 3곳, 안덕면이 2곳으로 나타나고 있다 (Figure 3). 제주시인 경우는 시내중심에서는 찾아 볼 수 없었고 시 외곽지인 농경지 부근이나 일부 하천에서 적은 개체만이 발견되었다. 그러나 제주도에서 비교적 개발이 많이 이루어진 제주시 지역이 상대적으로 개발이 덜 이루어진 읍면지역보다 많은 산란지를 볼 수 있었던 것은 많은 사람들이 살고 있어서 발견될 확률이 많기 때문으로 생각된다. 본 연구에서 제주도 전 지역을 조사하였지만 제주시 이외의 주변에서도 발견되지 않은 지역이 더 있으리라 추정되며 정밀한 조사가 이루어지면 많은 산란지가 발견할 수 있을 것이라 판단된다. 한라산을 중심으로 했을 때 한라산 남쪽 지역보다 한라산 북쪽지역에서 멧꽁이 산란지가 더 많이 발견되고 있다. 이는 한라산 이남지역이 감귤농사가 주를 이루고 있어서, 이 지역의 산란지들은 감귤농지를 만들 때 예전에 식수나 목장 용수로 사용했던 연못을 없애면서 습지가 많이 사라져 멧꽁이들의 산란지가 많이 줄어든 요인으로 보이고 있다. 하지만 한라산이남 지역인 성산읍에서 많은 산란지가 관찰된 것은 바다와 인접한 지역에 넓은 갈대습지가 많이 분포하고 있어 주변에 비해 개발의 영향을 덜 받고 있기 때문에 다른 지역에 비해 많은 산란지가 유지되고 있는 것으로 보이며, Kim and Lee(2010)의 연구에서와 같이 대부분 갈대피도가 높은 곳에서 멧꽁이의 산란이 이루어지고 있었다.

3. 산란지 감소요인 및 제언

양서류의 개체군을 연구하는데 있어서 분포와 산란지 및 서식지 분석은 매우 중요하다. Hamer and McDonnell (2008)은 양서류 분포 및 서식지 구조 사이에 연결된 고리를 이해하는 것이 현재 세계적으로 감소되고 있는 양서류 개체군 감소를 해결하는 데 중요한 첫 걸음이라 하였다. 연구를 통해 아직까지 제주도에서의 멧꽁이는 여러 지역에 골고루 분포되고 있는 것으로 관찰되었으나 산란지 및 개체수는 과거 제주지역 어디에서나 관찰되었던 것에 비하면 급속도로 감소한 것으로 나타났다. 세계자연보전연맹(IUCN)에서도 멧꽁이는 서식지 파괴와 변형이 심각한 위협을 받고 있다고 하였다(IUCN 2010). 제주도에서 멧꽁이 산란지 및 서식지 파괴의 가장 큰 요인은 도시화로 인한 개발(Figure 4), 농경지 조성과 그에 따른 농약의 사용으로 볼 수 있다. 양서류의 감소 요인 중 일부는 농약과 농경지와 관련 되어있기 때문에 농약은 사망물에 미치는 아주 중요한 요인이 되는 환경오염의 하나라고 하였다(Davidson *et al.*, 2002). 특히 한라산 남쪽지역은 산란할 수 있는 많은 습지가 과수원으로 바뀌면서 습지 매립으로 인한 산란지 파괴가 많이 이루어졌고, 농약사용으로 인한 개체수 감소가 이루어지고 있어 그에 대한 보호 및 복원 대책이 시급한 편이라고 본다.

제주도에 서식하는 멧꽁이 산란지와 개체수의 분포에 대한 연구 자료는 무분별한 개발에 따른 서식지와 산란지의 감소 및 농약사용으로 인한 개체군 감소를 줄이는데 기여할



Before the extension of road(2008)



After the extension of a road(2010)

Figure 4. Spawning sites destroyed by the extension of a road(Jeju-si, Samyang-dong)

수 있을 것이라 판단된다. 개발에 앞서 산란지를 보호하고 서식장소를 보호함으로써 맹꽁이 개체군 보존이 가능할 것이다. 또한 심각하게 손상되었거나 파괴된 산란지를 복원하여 급격하게 감소되어가는 맹꽁이 개체군이 유지되도록 노력해야 할 것이다.

인용문헌

- Collins, J.P. and A. Storfer(2003) Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions* 9: 89-98.
- Davidson, C., H.B. Shafer and M.R. Jennings(2002) Spatial tests of the pesticide drift, habitat destruction, UV-B, and climate-change hypotheses for California amphibian declines. *Conserv. Biol.* 16: 1,588-1,601.
- Hamer, A.J. and M.J. McDonnell(2008) Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: a review. *Biol. Conserv* 141: 2,432-2,449.
- IUCN(2010) IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 03 April 2011.
- Kim, H.K.(1971) Studies on the classification and distribution of Salientia of Korea. *J Korean Res Inst for Better Living, Ewha Womans Univ.* 6: 211-233. (in Korean)
- Kim, J.C. and G.J. Lee(2010) A Study on Habitat Improvement for Narrow-mouth frog(*Kaloula borealis*) In-situ Conservation. *Pro. Kor. Soc. Env. Eco. Con.* 20(1): 150-154. (in Korean with English abstract)
- Kim, Y.J. and J.B. Kim(1980) Studies on the Karyotypes of Korean Anura. *Korean J. Genetics* 2: 90-99.
- Lee, H.Y. and C.S. Park(1989) Characteristics and Variation in the Constitutive Heterochromatin and Nors on the Chromosomes of *Kaloula borealis* (Anura, Microhylidae). *Korean J. Genetics* 11(4): 253-261.
- Lips, K.R.(1998) Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conserv. Biol.* 12: 106-117.
- Stuar, S.N., J.S. Chanson, N.A. Cox, B.E. Young, A.S.L. Rodrigues, D.L. Fischman and R.W. Waller(2004) Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1,783-1,786.
- Sung, H.C., S.K. Kim., S.W. Cheong., S.R. Park., D.C. Roh., K.W. Baek., J.H. Lee. and D.S. Park(2006) Estimating Detection Probabilities and Site Occupancy Rates of Three Anuran Species Using Call Surveys in Haenam Gun, Korea. *J. Ecol. Field Biol.* 29 (4): 331-335.
- Wells, K.D.(1977) Territoriality and mating success in the green frog (*Rana clamitans*). *Ecology* 58: 750-762.
- Yang S.Y. and C.H. Yu(1978) Check list of Korean amphibians. *Bulletin of the Institute for Basic Science, Inha University* 5: 81-90. (in Korean)
- Yang, S.Y., J.B. Kim, M.S. Min, J.H. Suh and Y.J. Kang(2000) Genetic diversity and population structure of *Kaloula borealis* (Anura, Microhylidae) in Korea. *Korean J. Biol. Sci.* 4: 39-44.
- Yang, S.Y., J.B. Kim, M.S. Min, J.H. Suh and Y.J. Kang(2001) *Monograph of Korean Amphibia*. Academy press, Seoul, 58pp. (in Korean)