

## 한국산 북방산개구리의 발생과정

윤 일 병 · 김 중 인 · 양 서 영<sup>1</sup>

(고려대학교 생물학과, <sup>1</sup>인하대학교 생물학과)

**적 요** - 북방산개구리의 산란특성 및 발생과정을 연구하기 위하여 1998년 2월 중순에서 3월말까지 경기도, 경상북도, 강원도를 중심으로 남한의 전지역을 대상으로 표본을 채집하였다. 북방산개구리의 산란 시기는 2월말에서 3월말사이에 주로 이루어지며, 산란장소는 정수지와 유수지를 모두 선택하나 유수지에 산란하는 경우 알의 형태는 뭉쳐진 불규칙한 공 모양으로 돌이나 수초와 같은 기질에 부착하며, 정수지의 경우 타원형의 계란모양을 이루고 기질에 부착하지 않는다. 발생과정은 산란 후 일주일 이 지나면 대부분 부화하고 71일이 경과하면 전 발생과정을 완료한다. 발생과정이 비교적 짧은 것은 먹이원이 풍부한 계절에 적극적인 포식활동을 위한 것으로 판단된다.

### 서 론

양서류는 척추동물 중 육상생활을 최초로 시작한 동물로서 고생대 후반에 변영의 절정에 달했던 동물군이다. 이들은 유생 시기에는 아가미 호흡을 하고, 성체가 되어서는 허파호흡이나 피부호흡을 함으로써 수중생태계와 육상생태계에 다 같이 적응되어 있다(강과 윤 1975).

또한 이들은 종에 따라서 생활의 대부분을 물속에서 생활하는 종류와 육상에서 생활하는 종류로 다양하게 적응하여 왔다. 수중생태계에서는 갑각류, 환형동물, 수서곤충을 비롯한 저서성 대형무척추동물과 같은 1차 또는 2차 소비자를 포식하고, 조류나 대형어류의 먹이원이 되는 중간 소비자로서 중요한 역할을 한다. 또한, 육상생태계에서는 곤충류, 다모류, 거미류 등의 1차 또는 2차 소비자를 포식하고 파충류, 조류 그리고 소형포유류의 먹이원으로서 중요한 역할을 한다.

한국산 양서류에 관한 학술적 조사는 Boulenger (1887)에 의해 처음 시작되었고, 이후 Stejneger (1907), Mori (1928a, b), Okada (1928, 1931), Schmidt (1931), Sato (1943) 등 여러 학자에 의해 분류분포의 기초가 이루어 졌으며, 제 2차대전후에는 Shannon (1956), 양 (1962), Webb *et al.* (1962), 김 (1970), 강과 윤 (1975) 등의 연구에 의하여 학명의 재검토, 형태기재검색표, 분포, 생태 등이 정립되어 현재 총 2목 6과 14종이 발표되었으며, 이중 남한에는 2목 6과 12종이 분포하는 것으로 알려져 있다(양과 유 1978).

한국산 개구리과(Ranidae)에는 *Rana plancyi chosonica*, *R. nigromaculata*, *R. dybowskii*, *R. onativentris*, *R. amurensis*, *R. rugosa*의 6종이 알려져 있다. 이중 *R. temporaria dybowskii*와 *R. temporaria ornativentris*는 김 (1971)에 의해 Kamamura & Nishioka (1960, 1963)의 잡종실험결과를 인용 우리나라에서 종전까지 기록되었던 *Rana temporaia*는 구라파산 *R. temporaria*와 전혀 다른 종이라 인정하고 *R. dybowskii*와 *R. ornativentris*의 2종을 기재하였고 남한에서의 이들의 분포를 명기하였다. 그러나 양과 유 (1978)는 그들의 조사에서 이들의 형태적 차이를 전혀 찾아 볼 수 없으며, 형태적으로 보아 모두 *R. dybowskii*였고 *R. ornativentris*의 특징을 가진 개체는 하나도 발견치 못하였다. 따라서 남한에 서식하는 산개구리는 모두 *R. dybowskii*라고 주장하였다. 강과 윤 (1975)은 이들을 종전분류방법대로 *R. temporaria*의 두 아종 *R. temporaria dybowskii*와 *R. temporaria ornativentris*로 기재하였다.

개구리과에 속한 종들은 생물지리학적으로 한국, 중국, 일본에 널리 분포하며, 대부분 저지성(低地性)으로서 서식장소는 평지의 못이나 물가근처의 풀숲이며, 물가에서 떨어진 장소에서는 찾아보기가 어렵다. 위험을 느낄 때는 물속으로 뛰어들어 물속의 진흙에 몸을 감춘다. 산란시기는 지역에 따라 차이가 있으나 우리나라의 경우 대개 5~6월 사이가 된다.

본 연구의 대상종인 북방산개구리(*R. temporaia dybowskii*)는 우리나라 전역에 널리 분포하는 대형 종으로서 겨울철에 산간계류물속의 바위밑에서 동면을 하며

동면시 입가에 흰색의 점막이 형성된다. 봄철에 해빙이 시작되면 산란한 후 곧바로 산으로 분산되어 3월말에서 4월 중순 이후에는 쉽게 눈에 띄지 않는다. 그러나 과거부터 식용으로 널리 이용되어 왔으며, 특히 겨울철에 물속에서 동면을 하는 생태적 특성으로 말미암아 인간에 의한 대량남획으로 큰 피해를 보고 있다. 최근의 급속한 산업발달로 인한 도시화, 인구의 급속한 팽창, 하천정비 사업 등으로 인한 서식처와 산란장소의 파괴로 그 수가 더욱 감소하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이 종의 발생과정 및 생태적 특성을 연구하여 생물다양성과 중분화의 경향성에 미치는 영향에 대한 기초적인 정보를 제공하고, 우리나라 생물자원의 보존에 관한 연구의 기초자료를 축적함을 목적으로 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 조사방법

북방산개구리의 채집은 대부분 동면시기인 12월에서

2월말까지 전국을 대상으로 실시하였으며, 특히 이들의 개체군이 풍부한 경기 동북부 일대와 강원 중북부를 중심으로 바위나 큰 돌을 들어 올려 동면중인 개체를 손이나 뜰채(지름 40 cm의 둥근 원형에 그물망을 입힌 것)로 채집하였다. 채집한 표본은 현지에서 얼음이 든 ice box에 넣어 실험실로 가져와 자연상태에서와 같이 큰 돌을 넣어둔 수조(가로 100 cm, 세로 30 cm, 높이 30 cm)에서 수온을 이들의 산란시기인 3월 초순까지 0°C로 유지하였다가 야외에서의 산란시기에 맞추어 온도를 상승시켜 직접 산란을 시켰다.

알의 채집은 하천이나 저수지, 고도가 다소 높은 논에서 2월말에서 3월 중순까지 강원도 횡성군 둔내에서 계속적으로 채집을 하였고, 경상북도 청송군에서 가장 빠른 시기인 2월말경 최초로 채집을 하였다.

발생과정을 연구하기 위하여 실험실에 수조를 설치하여 온도 15~19°C사이에서 관찰하였고, 대조구로 야외의 작은 연못에 산란되어 있는 알을 직접 관찰하였다.

**Table 1.** The developmental stages of *Rana temporaria dybowskii* egg oviposited in Laboratory in March 14, 1998

Temp. (15~19°C)

Gosner stage	developmental stage	date (time)	days after egg laying	size
1	oviposition (2 egg mass)	March. 14 (01:00)	0	
1~7	fertilization and cleavage	March. 16 (10:30)	3	egg size 1.5 mm
10	dorsal lip		4	
12	late-gastula (a few)			
13	neural plate (50%)			
14	neural folds (50%)			
17	tail bud gill development	March. 17 (10:00)		5 mm
18	muscular response (60%)	March. 18 (10:15)	5	6.5~7 mm
19	tail elongation, heart beat tail fin formation	March. 19 (13:00)		9.5 mm
20	gill circulation		6	
22	tail fin circulation teeth development hatching (60%)	March. 20 (10:30)	7	12 mm head length 4 mm head width 2 mm tail length 8 mm tail width 2.5 mm
24	operculum closed on right	March. 22 (14:30)	9	14 mm head length 5 mm head width 2.5 mm tail length 9 mm tail width 3 mm
25	operculum complete teeth will develop feeding (herbivore) a little carnivorous tail width 4mm	March. 26 (18:45)	13	19 mm head length 7 mm head width 3.5 mm tail length 12 mm
	body color became pale decline colored points	March. 31 (10:45)	18	
27~37	hind-limb	May. 10 (10:30)	58	
41~42	pro-limb	May. 14 (10:00)	62	
44	tail-stub	May. 18 (10:30)	66	
46	adult, end of larval period	May. 23 (18:00)	71	

## 결 과

### 1. 산란특성

북방산개구리는 2월 말에서 3월 중순경 햇별이 잘 비치는 산간계류의 유속이 비교적 완만한 곳에서 주로 산란을 하였으며, 고도가 높아 수온이 낮은 논이나 저수지와 같은 곳에도 산란을 하였다. 또한 동일하천 내에서도 유속이 있는 곳과 웅덩이를 형성한 곳에 모두 산란하였으며, 산란한 알의 형태는 유수지의 경우 뭉쳐진 불규칙한 구형을 이루었으며 대부분 돌이나 수초에 부착한 상태로 산란을 하였다. 반면 정수지에 산란한 알의 형태는 넓게 퍼진 타원형을 이루었으며 대부분 물위에 떠 있었다. 그러나 두 곳에서의 산란시기는 큰 차이를 보이지 않았으나 정수지에서 2~3일 정도 빠른 시기에 산란하였다.

### 2. 발생과정 및 생활사

북방산개구리의 발생과정은 Table 1과 같다. 한번에 산란하는 알의 숫자는 500개 이상이었으며 일정하지 않았다. 알은 검은색을 띄었고 식물극 부근은 약간 연한 색을 띄었다. 알의 지름은 1.5mm 정도이고 2층의 교질층에 싸여 있다.

산란 후 5일이 지나자 18단계에 도달하였고, 일주일 만에 근육운동을 시작하였고 60%가 부화하였으며, 30% 정도는 발생하지 못하고 폐사하였다. 22단계에 이르자 능동적으로 수영을 하여 산소 기포 발생기 주변에 몰려 들었다. 개체간의 성장에 다소의 차이는 있으나 발생 후 58일이 지나자 뒷다리가 발생하였으며, 71일이 지나자 모든 발생단계를 완료하였다. 처음 발생한 유생은 완전히 성숙한 성체와 체색이나 무늬 등이 매우 흡사하였다.

## 고 찰

1. 북방산개구리의 정확한 산란시기는 지역별로 다소의 차이가 있어 확인하기 어려우나 남부지방의 경우 2월말경에 최초로 산란이 이루어지고 중 북부지방의 경우 3월 중순경에 이루어 지는 것을 확인하였다. 그러나 본 연구가 시행된 98년의 경우 예년보다 기온이 따뜻해 산란시기가 다소 빨라졌을 것으로 생각되므로 대부분 3월 중순에서 말경에 산란이 이루어 진다고 보는 것이 타당하겠다. 이들의 산란장소는 수온이 낮고 고도가 높은 저수지나 연못, 논과 같은 정수지나 산간계류가 주로 이용되며 하천과 같은 유수지에 산란하는 경우는 알의 형태가 불규칙한 구형모양을 이루며 대부분 수초나 돌

에 부착된 상태인데, 유속에 의해 떠내려 가는 것을 방지하기 위한 것으로 생각된다. 그러나 이러한 유수지에 산란하는 경우 용존산소가 풍부해 알의 발생에 도움을 주는 잇점도 있는 것으로 생각된다. 반면 정수지에 산란하는 경우는 넓게 퍼진 계란모양의 타원형을 이루는데, 어떠한 기질에도 부착되지 않은 채 물위에 떠 있거나 가장자리의 연안대에서 주로 발견된다. 이 경우 알이 가라앉게 되면 수심이 깊은 곳에서는 용존산소가 부족하기 때문에 가장자리나 물표면 가까이에 있는 것이 보다 많은 산소를 공급받을 수 있기 때문인 것으로 생각된다. 또한 어느 정도 고도가 높은 곳에 산란하는 이유도 수온이 높으면 용존산소가 낮아지므로 알의 발생에 나쁜 영향을 미치지 않으려는 산란습성에 기인한 듯하다. 그러나 동일 종내에서의 이와 같은 뚜렷한 산란특성의 차이를 보이는 것은 다른 종에서는 흔하지 않으므로 이 종에 대한 분류 생태학적 연구가 보다 지속적이고 자세하게 이루어져 산란특성의 차이가 동일종 내에서의 특성인지 아니면 아종 내지는 다른 종에 의한 특성인지를 밝혀야 할 문제점이라고 판단된다.

### 2. 발생과정 및 생활사

북방산개구리의 발생과정은 야외와 실험실에서 동시에 관찰되었으며 발생과정의 차이가 온도조건이나 먹이 조건의 차이에 따라 다소의 차이를 보였으며, 전 발생과정의 경우 개체에 따른 약간의 차이가 있으나 65일에서 70일 사이에 완료하였고, 산란이후 발생과정은 매우 빠르게 진행이 되었다. 실험실에서 사육할 때의 온도는 15~19°C사이로 유지되었으며 이는 대조구인 야외에 비해 발생초기에는 약 3~5°C 정도 높은 온도였다. 따라서 실험실에서는 발생초기에는 매우 빠른 진행을 보여 일주일 안에 대부분 올챙이로 부화하였고, 야외 대조구의 경우 부화까지 약 10일 정도가 소요되었다. 그러나 이후 발생과정은 유사하여 큰 차이를 보이지 않았으며, 다만 실험실의 경우 부화 후 산소의 공급이 원활한 산소기포기 주변에 집중적으로 모여들었고, 야외의 경우 비교적 골고루 분산되어 있었다. 부화 후 3일이 지나자 운동이 매우 활발해 졌으며, 6일이 지나자 각막이 매우 투명해 졌고 체내기관의 형태가 보이기 시작하였고, 상추잎과 같은 식물성 먹이를 적극적으로 섭식하였으며, 동종포식(carnivalism)이 시작된 것도 이 시기 부터이다. 부화후 10일이 지나자 산소기포기 주변에 몰려드는 개체가 점차 줄어들어 어린개체 일수록 용존산소에 대한 내성이 약한 것으로 판단된다. 부화 후 19일이 지나면서 몸통의 성장이 꼬리의 성장에 비해 빠르게 진행되어 현저한 크기의 증가를 보였다. 알 덩어리의 중심부에

가까운 개체일수록 성장속도가 매우 느리게 진행되었으며 폐사한 대부분의 개체가 알 덩어리의 중심부에 있는 것들이었는데 산소의 공급이 원활치 못하여 폐사한 것으로 판단되며, 일부는 먼저 발생한 개체들에 의해 부분적으로 포식을 당했다. 그러나 자연상태에서는 80% 이상의 높은 부화율을 보여 실험실 조건에서보다 약 20% 정도의 높은 부화율을 보였는데 이는 용존산소가 실험실 조건보다 풍부하기 때문인 것으로 판단된다. 그러나 야외에서도 앞서 발생한 개체에 의한 동종포식이 뚜렷하게 관찰되었다.

성체가 되었을 때의 크기는 1.5 cm 내외였으며 뒷다리는 2 cm, 앞다리는 0.8 cm 정도의 크기를 보였다. 실험실과 야외에서 대부분의 개체가 5월 중순경에 전 발생과정을 완료하여 완전한 성체를 이루어 청개구리의 발생과정인 약 100일(윤 등 1996)에 비해 한달 이상 빠른 성장을 보였는데, 이는 이 종이 성체가 된 이후 동면에 들어가기까지 대부분의 생활을 육상에서 하므로 같은과의 참개구리, 금개구리, 움개구리와는 달리 물가에서 상당히 멀리 떨어진 곳까지 분산하여 포식활동을 하는 특성을 갖고 있다. 따라서 빠른 성장을 통하여 이들의 주 먹이원이 되는 육상곤충이 가장 풍부한 5월말에서 6월경의 적극적인 섭식활동을 하기 위한 결과로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 강영선, 윤일병 (1975) 한국동식물도감 동물편 (양서과충류). 17 : 1-344.
- 김현규 (1970) 한국산 개구리목의 분류 및 분포연구. 한국생활과학원 논집 6 : 211-236.
- 양서영 (1962) 한국산 청개구리과 (Family Hylidae) 분류의 재검토. 한국동물학회지 5 : 65-67.
- 양서영, 유재혁 (1978) 한국산 양서류의 분포목록. 인하대학교 농과대학 기술연구소 논문집 5 : 18-90.
- Boulenger GA (1887) On a New Species of Hyla from Port Hamilton, Corea, Based on an Example Living in the Societys Gardens. *proc. zoo. sec. London*, pp. 578-579.
- Gosner KL (1960) A simplified table for staging anuran embryos and larvae with notes with on identification. *Herpetologica* 16 : 183-190.
- Kawamura T & M Nishioka (1960) Studies on Hybridization in Amphibians. VII. Hybrids between Japanese and European Brown Frogs. *J. Sci., Hiroshima Univ., Ser. B. Div. 1*, Vol. 18, Art. 16, pp. 1-8.
- Kawamura T & M Nishioka (1963) Nucleo-cytoplasmic Hybrid Frogs between Two species of Japanese Brown Frogs and their Offspring. *ibid.*, Vol. 21, Art. 6, pp. 107-134.
- Mori T (1928a) On Amphibians and Reptiles of Quepaert Isl. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 6 : 47-52.
- Mori T (1928b) On a new Hynobius from Quelpart Isl. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 6 : 53.
- Okada Y (1928) Korean Amphibians. *J. Chosen Nat. Hist. Soc.* 6 : 15-46.
- Sato I (1943) The tailed Batrachians of Japan. Tokyo, pp. 1-520.
- Schmidt KP (1931) A new Toad from Korea. *Copeia*, 3 : 93-94.
- Shannon FA (1956) The Reptiles and Amphibians of Korea. *Herpetologica*, 12 : 22-49.
- Stejneger L (1907) Herpetology of Japan and Adjacent Territory. *Bull. U. S. Nat. Mus.* 58 : 20-577.
- Webb TG, J Jones, Jr. & GW Byers (1962) Some reptiles and Amphibians from Korea. Univ. Kansa Publ., *Mus. Nat. Hist.* 15 : 149-173.

## Life History of *Rana temporaria dybowskii* in Korea

Il Byong Yoon, Jong In Kim and Seo Young Yang<sup>1</sup>

(Department of Biology, Korea University, <sup>1</sup>Department of Biology, Inha University)

**Abstract** - Comprehensive collecting survey were performed for study on ovipositioning habits and developmental process of *Rana temporaria dybowskii* from mid February 1998 to late May 1998 from Kyunggi-do, Kangwon-do and other areas in South Korea. Oviposition occurred in both running water and pool between late February and late May. In lotic habitat, they laid egg mass in irregularly ball shaped, and eggs were sticked to substrates such as stone or macrophytes. On contrary, in the pool, they laid an oval shaped egg mass not sticked to any other substrates. Every egg was hatched at day 7, and all developmental processes were completed at days 71 after oviposition. Developmental process of this species was relatively short, and this may increase predation activities during abundant prey season. [*Rana temporaria dybowskii*, Oviposition, Developmental process, Predation, prey].