



# 수생동물의 실험동물로서의 응용과 실제 I -2

허 강 준

충북대학교 수의과대학 어류질병학연구실 교수

## 양서류의 실험동물로서의 응용과 실제

양서류의 공통된 특징은 발생과정에서 변태가 일어난다는 것이다. 물속에 산란한 알은 유생으로 성장하여, 물속생활에 적합한 생리 생태를 지니고 있지만, 성장과정에서 육상생활에 적합한 기능을 갖도록 변태되어 간다.

중추신경은 포유류와 같지만 구조와 기능은 현저하게 뒤떨어진다. 또한 심장은 2심방 1심실이며, 대형의 유핵적혈구를 지니고 있지만, 포유류와는 크기가 다르다. 생리학적으로는 변온동물이기 때문에 체내에 체온조절 기능을 가지고 있지 않다. 그 때문에 외부의 기온에 좌우되어 심박수나 호흡수, 대사기능도 변화되며, 겨울에는 모든 기능이 저하되어 동면하게 된다.

### ① 종류와 그 특징

양서류로서 사용되는 실험동물은, 아프리카개구리, 도롱뇽이 대표적이다. 이들의 특징은 다음과 같다.

① 아프리카개구리 : 개구리는 양서류 무미목으로 분류되어 있다.

개구리는, 일본산 송장개구리, 황소개구리, 참개구리, 산청개구리, 두꺼비 등 몇가지의 종류가 실험용 동물로서 일본에서는 사용되고 있다.

그러나, 근년에는 아프리카개구리가 실험동물로서 번식, 공급되고 있고, 실험용 개구리로서는

아프리카개구리가 개구리의 대표적인 실험동물로서 사용되고 있다.

개구리는 일반적으로 빛이나 주변의 환경에 따라 몸의 색깔을 진하게 또는 흐리게 변화한다. 또한 변태시 갑상선 호르몬인 티록신이 관여하는 등의 특징을 가지고 있어 내분비학이나 채색응답의 연구에 사용되고 있다.

또한 개구리는 도롱뇽 보다 조직의 재생능력이 나쁘지만 사지가 재생하기 때문에, 그 방면의 연구에도 사용되고 있다. 더욱이, 알이 비교적 크고 외각이 없기 때문에 근년에는 발생에 관한 유전자조작 등의 연구가 행해지고 있다. 아프리카개구리의 올챙이는, 다른 개구리와 달리 몸이 투명하기 때문에 장기의 적출을 간단하게 행할 수 있어 면역학 연구에도 이용되고 있다.

일반적으로 개구리는 유생기에는 암모니아를 배설하고, 변태 후에는 육상에서 생활하기 때문에 요소를 배설하지만, 아프리카개구리는 평생 물속에서 생활하므로 변태후에도 암모니아를 배설한다.

② 도롱뇽 : 도롱뇽은 양서류 유미목으로 분류된다. 도롱뇽의 대표적 특징은 몸의 재생이 일어난다는 것이다. 도롱뇽의 사지는 앞다리부터 절단되어도 재생이 가능하고 안구의 수정체를 제거하여도 재생이 일어난다. 이 특징을 이용하여



세포분화나 재생의 연구에 다수 이용되고 있다. 도롱뇽은 실내번식이 불가능하기 때문에 사용하기 위해서는 야외에서 채포를 해야한다.

## ② 사육관리

양서류의 아프리카개구리와 도롱뇽의 사육관리는 같기 때문에 함께 기술한다. 사육용 용기는 특별히 정해져 있지 않지만 스테인레스제의 용기나 플라스틱제, 유리제 용기가 일반적으로 이용되고 있다. 어떤 것을 이용하더라도 동물을 관찰하기 쉽고, 도망가지 않도록 제작하여야 한다. 또한 깊이는 얇고 표면적이 큰 것이 편리하다.

급이는 유생기의 올챙이에는 송어의 사료나 알파파의 분말을 물에 용해시켜 적당량 물에 떨어뜨리던가 알테미아를 준다. 변태 후에는 마우스나 랫드용의 고형사료를 부수어서 주던가, 돼지의 간장을 잘게 썬 것, 또는 실지렁이 등을 공급한다. 급이량은 너무 많아도 적어도 좋지 않기 때문에 수용마리수에 맞추어, 2회/주 정도로 나누어서 공급한다.

환수는 중금속 이온을 제거(여과처리)하고, pH를 7.3으로 조정한 후, 사육실의 온도와 동일하게 한 것을 이용한다.

수돗물에 시판되는 하이포(티오황산나트륨)를 넣어 만든 환수일지라도 사육실 온도와 동일하게 하는 것을 잊어서는 안된다.

사육실의 온도와 습도는 너무 낮지 않게 일반적으로 23℃, 50~70%가 적당하다.

## ③ 번식

아프리카개구리는 16개월이 지나면 성성숙을 하게 되고, 24개월이 지나면 번식이 가능하다. 그 후 6년 정도는 번식이 가능하다고 한다.

22~24℃의 맑은 물에 산란된 알은 약 50시간 후에 유생으로 부화한다. 50~60일이 지나면 성체로 된다.

번식 중의 물의 관리는 충분히 주의하여 부패하거나 산소가 부족하지 않도록 한다.

도롱뇽의 실내번식은 매우 어렵다. 도롱뇽의 입수는 산란기인 4~7월경에 수정란을 채취하거나, 번식기의 성체를 포획하여 산란시켜 사용한다. 성장의 과정은 개구리와 거의 유사하다.

## ④ 질병과 이상

도롱뇽도 아프리카개구리도 특별히 걸리기 쉬운 감염성 질병의 보고는 없으나, 아프리카개구리에는 기형(폐안, 만곡된 척추, 하악돌출)이 보일 수 있다는 보고가 약간 있다. 이는 수질에 원인이 있다고 알려져 있다. 어느 경우라도 이상이 보이는 개체는 바로 격리시켜 두는 것이 좋다.

## 무척추동물의 실험동물로서의 응용과 실제

무척추동물 중에 실험동물로 사용되는 생물종은 파리(초파리), 모기, 바퀴, 알테미아, 게(가재), 새우, 플라나리아, 악어, 짚신벌레 등이 있으며, 모두가 변온동물이다. 각각 다른 형태나 생리기능을 가지고 있으며, 조직이나 기관도 발생학적으로 미발달의 것이 많다. 또한 특수한 생식형태를 갖는 것도 있어서, 유전학이나 발생학의 연구에 이용되고 있다. 무척추동물은 보통 알, 유충, 변태기, 성충의 단계로 변화한다.

### ① 종류와 그 특징

무척추동물은 절족동물 곤충류에 속하는 파리, 모기, 바퀴, 누에 등과, 절족동물 갑각류의 가재, 알테미아, 새우, 극피동물의 악어, 편형동물의 플라나리아, 그리고 원생동물의 짚신벌레 등이 각각 특징을 이용하여 연구에 이용되고 있다.

① 초파리 : 초파리는 절족동물 곤충강 다익목에 속하고, 대략 30종이 분포되어 있지만, 이 가운데 4종이 연구에 이용되고 있다. 그 대표적인 것이 빨간초파리, 나무껍질초파리, 검은초파리, 큰초파리 등이다. 초파리는 체장이 3 mm 전후로 작으며, 1세대가 특히 짧고, 산란수가 많다. 또한, 염색체수가  $2n = 6 \sim 8$ 로 작은 반면에 유

전적 표현형질이 많기 때문에 유전학 연구에는 빼놓을 수 없는 동물이다.

② **누에** : 누에는 절족동물 곤충강 린익목에 속하며, 5령 유충이 되면 체장은 5 cm가 된다. 누에는 일본종, 중국종, 유럽종, 인도종 등이 있지만, 연구용으로는 일본종과 중국종의 F1이 사육하기 쉽다.

③ **모기(지하집모기)** : 모기는 절족동물 곤충강 쌍익목으로 분류되고 있다. 지하집모기는 일본에서 서식하는 붉은모기의 한 아종의 모기로, 교미할 때 병과 같은 협소한 장소를 좋아하는 협소교미성이 있으며, 또한 산란할 때도 영양원이 되는 혈액을 흡혈할 필요가 없는 무흡혈산란성이다. 한편, 빨간집모기는 광범위한 장소에서 교미하며, 흡혈성 산란성이다.

④ **파리(집파리)** : 파리는 모기와 같이, 절족동물 곤충강 쌍익목에 속한다. 집파리는 세계적으로 분포하고 있지만, 일본 집파리는 유럽이나 북미의 집파리와는 형태의 차이가 있고, 아종으로서 취급되고 있다. 파리는 모기와 같이 성충과 유충 때의 형태와 생태가 다르며, 먹이나 서식환경에도 큰 변화가 있다.

⑤ **바퀴** : 바퀴는 절족동물 곤충강 바퀴속으로 분류되고 있다. 바퀴의 대부분은 야외서식성이 있어 실내에서 사육되고 있는 것은 적으며, 검은바퀴, 갈색날개바퀴, 야마토바퀴, 무늬바퀴의 4종이 있다.

⑥ **미국가재** : 미국가재는 절족동물 갑각강 십각목에 속한다. 일본에서는 식용가재의 먹이로서 미국으로부터 수입되어 전국적으로 분포되어 있고, 연구에 사용되게 된 동물이다.

미국가재의 제 1각은 잘 발달되어 있으며, 수컷은 암컷보다 크기가 2배정도 크다. 또한 체형이 크기 때문에 외과 수술에도 잘 견디어 내기 때문에, 안와내에 호르몬 분비기관이 존재하여 광범위하게 연구에 이용되고 있다.

⑦ **알테미아** : 절족동물 갑각류 새각아강 무갑목으로 분류되고 있으며, 흔히 브라운 슈림프로

불러지고 있으며, 열대어의 먹이로 사용되고 있다. 알테미아는 우리나라에는 서식하지 않기 때문에, 미국으로부터 상실배의 알을 건조상태로 수입해 들여오고 있다. 이 시기의 알은 건조상태로 동면하고 있기 때문에 냉암소에서 보존이 가능하다.

⑧ **악어** : 악어는 극피동물 악어강으로 분류되고 있다. 악어는 자용이체이기 때문에 난자와 정자를 쉽게 채취할 수 있고, 인공적인 체외수정이 가능하다(조건이 좋으면 100%). 알은 크고 발생속도가 빨라 수정부터 분할까지를 현미경으로 관찰할 수 있기 때문에 초기발생의 연구에 적합하다.

⑨ **플라나리아** : 편형동물 와충강 삼지장목으로 분류된다. 좌우가 같은 동물 가운데 가장 간단한 구조를 지니고 있는 동물이다.

두부와 미부를 절단할 경우 각각 절단된 부분이 재생되어 2마리의 플라나리아가 되기 때문에 재생의 연구에 필수적인 동물이다. 소화기로서는 입, 인두, 장관을 가지고 있지만, 항문은 없고 원신관으로 불리는 원시적인 신장에 의해 배설이 행해진다. 모든 플라나리아는 자용동체이며, 한 개체 내에 정소와 난소를 같이 갖고 있다.

⑩ **짚신벌레** : 짚신벌레는 원생동물 섬모충강 모구목으로 분류되고 있다. 섬모를 갖고 있는 원시적 단세포 동물로서, 생명현상의 연구에 유용한 동물이다. 짚신벌레는 체표에 섬모를 가지고 있고, 먹이를 먹는 모구를 구비하고 있다. 또한 체내에는 삼투압조절에 관여하는 수축포 또는 대핵(영양핵)과 소핵(생식핵)을 가지고 있다. 분열은 보통분열로 증식한다.

## ② 사육관리와 번식

① **초파리** : 사육 케이지는 직경 3 cm, 높이 10 cm의 투명한 병을 멸균하여, 병 밑에 부드러운 먹이를 2 cm 깊이로 넣어주고, 그 위에는 여과지를 접어서 세워둔다. 이 병에 보통 암수 한쌍을 넣어서 번식시킨다.

병은 솜으로 막고,  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ 로 사육하면 산란후 23시간에 부화하여, 1주후에는 번데기가 되고, 9~10일 에는 성체가 된다. 먹이의 성분은 각 시설에서 적당한 것을 골라 주도록 한다.

② 누에 : 누에의 알은 통상 잠종으로도 불리며, 날개가 나온 성체는 누에나방으로 불린다. 실험용으로 구입하는 경우는 잠종의 것이 다루기가 쉽다. 누에는 알(배자), 유충, 번데기, 누에고치, 성충(나방)의 단계를 거쳐 성장한다. 또한, 알에서 7~10일째까지가 치잠, 10~15일째 까지를 장잠, 15~20일 짜 까지를 숙잠이라고도 부르며, 실을 토해내는 것은 번데기인 성잠이다. 실을 토해 고치를 만들면 휴면기로 들어가고, 10~12일째에 날개가 나와 누에나방이 되고, 교미후 산란(약 500~600개)하며 암컷은 사망한다. 치잠기의 사육실의 온도는  $27 \sim 28^\circ\text{C}$ , 습도는 80~90%, 장잠기는  $23 \sim 25^\circ\text{C}$ , 습도는 60~70%가 좋다. 또한 사육 케이지는 잠좌라고 불리어지는 사육상자가 이용되고 있다. 이 잠좌는 보통 멸균하여 청결하게 유지하는 일이 중요하다. 누에의 사료는 신선한 뽕잎을 이용하거나 뽕잎건조분말에 당분, 비타민을 첨가한 인공사료도 유효하다.

③ 모기 : 모기는 알, 유충, 번데기, 성충(모기)의 단계를 거쳐 성장하고, 알은 1~2일째에 부화하며, 유충기에 들어간 후 7~10일 짜에 번데기가 되며, 2~5일째에 성충이 된다.

사육실은 전 기간을 통하여 온도  $25^\circ\text{C}$ , 습도 50~70%가 적당하다. 육성기의 사육용기는 세로의 길이가 긴 것은 피하고 표면적이 큰 것이 좋다. 유충 1마리당 물의양은 5 ml, 물의 표면적은  $1 \text{ cm}^2$ 가 필요하기 때문에, 수용마리수를 합하여 용기를 선택하는 것이 좋다. 급이때는 유리봉으로 물의 표면을 저어서 피막을 제거하면서 행한다. 표면의 피막은 잠균에 의한 것으로서 유충의 호흡을 방해하며 급이때마다 제거하도록 배려한다. 성충에 대한 급이는 2~3% 설탕을 함유한 액을 삼각플라스크에 넣은 후, 중심부에 탈지면을 넣고 모기가 앉아서 빨아먹을 수 있도록 해준

다. 설탕액이 적게 되면 새로이 공급해주도록 한다. 번데기의 암수 구별은 몸체가 큰 것이 암컷이고 작은 것이 수컷이다. 성충의 암수판정은 촉각(더듬이)의 털의 길이로 알 수 있는데, 길이가 긴 것이 수컷이고 짧은 것이 암컷이다.

성충의 사육케이지는 시판되고 있는 곤충사육용 케이지가 사용된다.

④ 파리 : 파리는 모기와 같이 알, 유충, 번데기, 성충의 단계를 거치면서 성장한다.

알은 하루, 유충기는 6~10일, 번데기는 4~8일을 경과하여 성충으로 된다. 파리류의 번데기는 구더기라고도 불리어진다. 집파리 중 빠른 것은 알에서부터 성충이 되기까지 약 10일이면 성장하는 것도 있다. 사육용기는 모기의 용기와 같은 형태의 케이지가 이용되고 있다. 30 cm사망의 크기의 것은 2,000~3,000마리를 사육, 번식시킬 수 있다. 급이는 9 cm직경의 배양접시에 넣어둔 탈지면에 설탕과 탈지분유를 동량으로 혼합하여 5%로 희석한 액을 묻혀 스퍼들게 하여 넣어준다. 배양접시의 개수는 수용마리수를 고려하여 준비한다. 배양접시가 건조해지면 물을 가하여 적당히 축축하게 하여 두고, 1~2주만에 1번 정도는 새로운 것으로 교환해준다.

번식기에는 급이용의 배양접시에 산란하기 때문에 특히 건조하지 않도록 주의한다.

건조가 심한 경우에는 삼각플라스크에 2~3%의 설탕물을 넣고, 모기와 같이 중심부에 탈지면을 넣어두어도 좋다. 암수의 감별은 복안(배눈)의 폭의 넓이에 의해 구별하는데 암컷은 수컷보다 넓다. 파리의 사육실온도와 습도는 모기의 경우와 같이,  $25^\circ\text{C}$ , 50~70%가 좋다.

⑤ 바퀴 : 바퀴는 모기나 파리와는 달리 성장과정에서 번데기의 형태를 갖지 않는다. 알로부터 유충, 성충으로 변화하지만, 유충기와 성충기는 같은 형태를 지니며, 식성이나 서식환경도 동일하다. 사육실은 다른 무척추동물과 동일한 온도인  $25^\circ\text{C}$ , 습도 50~70%가 적당하지만, 고온 다습하면 알이나 유충의 발육이 빠르다.

사육 케이지는, 플라스틱이나 목재 용기 등 여러 가지가 이용되고 있지만, 히터가 있어야하고, 바퀴가 도망가지 못하는 구조로 되어있어야만 한다. 또한 사육 케이지의 안쪽에는 마아가린이나 바셀린 또는 바셀린과 유동파라핀을 동량 혼합한 액을 도포하여 바퀴가 도망가지 못하도록 하는 것이 필수적이다. 사육 케이지의 가운데에는 습성을 고려하여 은닉장소를 판지나 종이로 만들어 넣어 둔다. 케이지의 교환은 동물의 사체가 많아지면 물론이고, 매달 1회 알을 회수하면서 새로운 집락을 만들 때 같이 수행한다.

급이는 마우스나 랫드용 고품사료를 배양접시에 넣어 준다. 급수는 2~3% 함유한 설탕물을 탈지면에 적셔 배양접시에 넣어준다.

급이와 급수는 변질됨을 고려하여 1회/주 정도가 적당할 것이다. 암수의 감별은 모든 종에 있어서 수컷은 암컷보다 체장이 길고 가늘다. 암컷은 대개 뚱뚱한 편이다. 야마토바퀴에 대해서는 날개가 짧은 것이 암컷이다. 바퀴의 번식은 각 단계의 것을 한 케이지에 수용하여 두면 좋다.

**⑥ 미국가재 :** 미국가재는 알로부터 유생이 된 후에 몇 번의 탈피를 반복하면서 성장한다. 사료 부족이나 수질관리가 나쁘면 탈피가 순조롭게 진행되지 않아 성장불량이 일어나기 때문에 매일 꼼꼼하게 관찰한다. 암수의 판정은 집게발(협각)의 크기, 그리고 몸체의 크기에 의해 판단할 수 있다. 수컷은 몸체와 집게발 모두 암컷보다 크다. 미국가재의 집게발은 PD기관으로 불리는 미국가재 특유의 진동감지 기관을 가지고 있다. 또한 안와내에 있는 탈피제어 호르몬의 합성과 분비를 행하고 있는 X기관(사이너션)도 미국가재가 가지고 있는 특유한 기관이다.

사육 케이지는 마우스와 랫드용의 플라스틱 케이지가 이용된다. 그 외에는 스테인레스제의 수조도 사용되고 있다. 모두 우물물 또는 염소로 중화시킨 수도물을 사용한다.

물의 중화에는 시판되고 있는 하이포(티오황산나트륨)를 사용하는게 간편하다. 물의 양은 미국

가재의 등부분이 약간 노출될 정도의 양으로 하고, 은닉장소가 될수 있는 돌이나 병 등을 넣어 두는 것도 잊어서는 안된다. 사료로 특별히 적당한 것이 시판되고 있지 않기 때문에 생선 말린 것, 밥, 빵 부스러기, 지렁이, 물꿀 등을 넣어 주어 좋아하는 것을 알아내어 급이하도록 한다.

사육실의 온도와 습도는 양서류와 같아도 좋지만, 수온은 23℃가 적당하다.

물의 교환은 정기적으로 행하고, 오염된 물로 사육하지 않도록 한다. 물은 하이포(티오황산나트륨)로 중화시킨 후 23℃로 맞추어 진 것을 사용하여 교환하도록 하는 것이 중요하다.

번식은 사육 케이지에 적당하게 나누어 사육하고, 과밀한 상태가 되지 않도록 한다.

수컷이 많게 되거나 과밀하거나 하면, 싸움이 일어나 집게발을 상하게 하는 원인이 된다.

**⑦ 알테미아(브라인슈림프) :** 우리나라에는 서식하고 있지 않기 때문에 동결건조한 알을 수입해서 부화시켜 사용한다. 알테미아는 인공해수(표 2)에서 알로부터 유생으로 발생하며 부화가 촉진되어 약 12회의 탈피를 반복하여 1 cm의 성체로 된다. 알테미아의 번식은 보통 단위생식에 의해 암컷만이 산란 발생 하지만, 갑자기 어느 순간 수컷이 출현하여 유성생식이 행해지기 때문에, 환경을 일정하게 하여 관리하면 순조롭게 번식한다. 알테미아는 서식지에서 보다 실험실에서 많은 번이가 일어나기 때문에 실험에 사용하는 경우 주의해야한다.

**⑧ 악어 :** 악어의 사육관리 및 번식은 충분한 경험이 필요하다. 미리 적당한 시설에서 실습이나 훈련을 쌓아 두는 것이 좋다.

**⑨ 플라나리아 :** 플라나리아는 산 속의 맑은 계곡, 작은 개천, 연못 등에 서식하므로 사용하고 자 할 때에는 야외에서 채취해야만 한다.

충체의 사육은 자연환경과 동일하게 맑은 물에서 사육하는 것이 필수적이다.

**표 2. Herbst의 인공해수(나폴리만형)**

NaCl	30.0 g/l
KCl	0.8
CaCl <sub>2</sub>	1.3
MgSO <sub>4</sub>	6.6
NaHCO <sub>3</sub>	0.5

한가지 씩 잘 녹여서 상단의 것부터 첨가한다. 특히 CaCl<sub>2</sub>는 다른 것이 잘 녹은 다음에 첨가하지 않으면 백탁되거나 침전물이 형성된다.

통상수온은 10~16℃가 적당하다. 사료는 시판되고 있는 것이 없기 때문에 동물의 간장을 부순 것, 실지렁이, 삶은 계란의 노른자 등을 주어 보

고 좋아하는 것을 선택해서 급여한다.

수질이 좋다면 실내에서도 번식이 가능하다. 플라나리아는 암컷과 수컷이 한몸으로 되어 있어 유성생식을 하지만 분열에 의해서도 증식한다.

⑩ **짚신벌레** : 짚신벌레의 입수는 대학이나 연구소 등으로부터 분양을 받는 방법이 있다.

짚신벌레는 특정의 배양액에서 사육 번식한다. 먹이는 배양액 중에서 증식하는 세균을 먹기 때문에 특별히 줄 필요가 없다. 배양온도는 5~35℃까지 적응을 하지만 분열에 변화가 일어나기 때문에 목적하는 수만큼 얻을 수 있도록 배양온도를 설정한 후 일정하게 두는 것이 좋다.

배양액은 짚, 보리, 상추, 대두 등을 삶은 후 그 액기스를 이용하도록 한다.

Ear mite 전문치료제

**덱 소 릴**

개와 고양이 ..... ① 세균성, 곰팡이성 외이염의 치료      ② 이도내의 기생충 제거

**□ 특징점**

◇ 세균성, 곰팡이성 외이염치료 + 이도내의 기생충 구제  
항생제, 소염제, 살충제의 복합처방으로 동시효과를 볼수 있습니다.

◇ 지속적인 치료효과  
특수부형제 사용으로 액체상태로 사용후 곧바로 gel상태로 전환되어 목적부위에 오랫동안 지속되어 치료 효과를 확실하게 보장합니다.

◇ 사용하기 간편한 용기  
부드럽고 탄력성이 우수한 용기를 사용하여 사용이 편리합니다.



**주식회사 버박코리아**

☎ 02-972-3572, 3551, 974-2198