

## 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*)의 뒤집힘병에 관한 연구

박성우<sup>†</sup> · 박현태 · 최선남<sup>\*</sup>

군산대학교 수산생명의학과, <sup>\*</sup>군산대학교 해양응용공학부 식품공학 전공

## An Overturn Disease of Cultured Mud Loach (*Misgurnus mizolepis*)

Sung-Woo Park<sup>†</sup>, Hyun-Tae Park and Sun-Nam Choe<sup>\*</sup>

Department of Aqualife Medicine, Kunsan National University, Kunsan, 573-701, Korea

<sup>\*</sup>Department of Food Science & Technology, Kunsan National University, Kunsan, 573-701, Korea

In late summer of 2001, a new disease "overturn disease" occurred among mud loach (*Misgurnus mizolepis*) cultured in a farm Chonbuk Province. The fish exhibited a lethargic, erratic and spiral swimming at the water surface. Affected fish showed swollen abdomen with accumulation of air bubbles in the intestinal canal. The bubbles were much larger in the anterior part than in the posterior part. Hematological and histopathological examinations were done.

No significant differences were found in RBC count, Ht value and Hb concentration between the diseased and the healthy fish. Gill filaments showed proximal hyperplasia of the respiratory epithelia and fusing of the gill lamella. Hemorrhage and necrosis occurred in the intestinal epithelia and within the lamina propria, and the mucosal epithelia were separated from the muscularis. Hepatocytes underwent atrophy. In the fish experimentally tied between the anal fin and the anus by a thread to confirm accumulation of air bubbles within intestine, accumulation of air bubbles was confirmed. This disease in mud loach appeared to be induced by circulatory disturbances in the intestinal wall owing to accumulation of air bubbles in the alimentary canal after fed high protein diet throughout all culturing period.

**Key words:** Mud loach, Overturn disease, Air bubbles, Histopathology

미꾸리류에는 4속 8종이 알려져 있지만 이 중 에서 우리 나라에서 양식종으로 이용되고 있는 것은 미꾸리 (*Misgurnus aguillicaudatus*)이다. 미꾸리는 유희 농지를 이용하여 지중식으로 양식 되고 있지만 크기가 작고, 성장이 느리며, 종묘 의 확보가 곤란하기 때문에 현재는 거의 대부분 이 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*)로 바뀌게 되었다.

미꾸리속의 질병에 관한 연구는 若林와 江草 (1966, 1967)가 보고한 미꾸라지의 *Chondrococcus columnaris*균에 의한 체표나 지느러미의 부

식병과 박 등(2001)의 미꾸라지에서 분리한 *Staphylococcus epidermidis*의 보고가 있을 뿐이다. 그러나 양식업자간에는 체표가 발적되며, 각 지느러미 기부의 울혈과 항문의 발적 및 용기를 주 증상으로 하는 붉은 지느러미병 및 여름 또는 초가을의 고수온기에 식물성 플랑크톤이 대량 번식하였을 때 발생하는 가스병 등이 발생하는 것으로 알려져 있기는 하지만, 이들 질병에 관한 연구는 수행되지 않고 있다.

본 연구는 전북의 미꾸라지 양식장에서 수면 위에 부상하여 힘없이 떠있거나 몸을 구부리고

<sup>†</sup>Corresponding Author : Sung-Woo Park, Tel : 063-469-1884,  
E-mail : psw@kunsan.ac.kr

회전운동을 하면서 대량 폐사하는 병어를 시료로 혈액학적 및 병리조직학적으로 조사한 결과를 보고한다.

## 재료 및 방법

### 어 류

2001년 9월 초순 전북 군산 소재의 미꾸라지 양식장에서 사육지의 표층에 부상하여 복부를 위로 한 빈사상태의 미꾸라지와 발병 전에 같은 양식장에서 분양받아 본 연구실의 유리수조에 순치시켜 사육중인 건강한 미꾸라지를 시료로 사용하였다.

### 혈액학적 검사

병어 (평균 체장: 11.1 cm, 평균 체중: 8.8 g)의 말초혈액은 23G바늘을 부착한 1 ml의 멸균플라스틱 주사기를 헤파린으로 코팅한 다음 미병부의 혈관으로 채혈하여 적혈구수, 헤모글로빈, 헤마토크리트를 측정하였다. 또 5마리에서 채혈하여 도말표본을 만든 다음 May-Grunwald Giemsa염색 후 개체당 100개의 적혈구를 대상으로 총 500개의 혈구의 장경과 단경을 측정하였다.

### 병리조직

빈사어에서 채취한 내장기관을 Bouin액에 고정된 다음 70%알콜로 세척하여 상법에 따라 5 µm의 파라핀 절편을 만들어 H-E염색 후 현미경으로 관찰하였다.

또 인위적으로 항문으로 공기가 배출되지 못하도록 하기 위하여 뒷지느러미와 항문과의 사이의 몸통부를 실로써 강하게 결박한 다음에 산소를 공급하지 않는 수조에 넣고 관찰하면서 소화관을 채취하여 조직표본을 만들어 소화관의 변화를 관찰하였다.

### 통 계

혈액학적 성상은 Student's t검정으로  $P < 0.05$ 의 수준에서 유의차를 검정하였다.

## 결 과

### 발병상황 및 증상

발병한 양식장은 논을 개조하여 농업용수를 이용한 지수식 양식장으로 발병시의 수온은 24 °C였으며, 수차와 같은 부가시설은 없었다. 병어는 복부를 위로 한 채 물표면에서 몸을 구부리거나 어체의 장축을 중심으로 빙빙 돌다가 정지하였다가 다시 회전하는 증상을 나타내다가 힘없이 바닥으로 가라앉아 물표면으로 부상하지 못하고 사망하였다. 이러한 증상을 나타내는 개

**Table 1.** Composition of the diet used in the fish farm occurring an overtum disease in mud loach

Ingredient	Composition (%)
Crude protein	42.2
Crude lipid	6.0
Crude cellulose	4.0
Crude ash	17.0
Ca	0.8
P	1.8
Other nutrients	3.2

체수는 먹이 투여 2~3시간 후에 증가하는 경향이 있었다. 병어는 항문 주변의 퇴색 이외에 이렇다 할 외부증상은 없었으며, 해부하여 보면 간의 퇴색과 위의 후반부와 장의 전반부에 비정상적인 크기의 공기 방울이 축적되어 장이 팽대되어 있었다(Fig. 1). 이러한 공기 방울의 축적은 장의 앞쪽이 방울의 크기도 크고 그 수도 많았으며, 장의 후반부로 갈수록 공기방울은 보이지 않는 경향이 있었다. 또 때로 장의 끝부분에서 항문까지 장염이 발생되어 있는 경우도 있었지만 이러한 증상을 나타내는 개체수는 많지 않았다. 2001년 9월 11일 첫 발생하여 하루의 사망률은 3.3%로 병이 지속된 2주 동안의 누적폐사율은 46.7%였다. 발병된 양식장에서는 Table 1에 표시한 것처럼 단백질 함량이 높은 부상 배합사료를 어체중의 4~6%를 일일량으로 1일 2회 투여하고 있었다.

### 혈액학적 성상

병어의 말초혈액 적혈구수, 헤마토크리트치(Ht), 헤모글로빈양(Hb) 및 적혈구의 장경과 단경을 Table 2에 표시하였다. 병든 미꾸라지의 적혈구수는  $1.0 \pm 0.4 \times 10^6/\text{mm}^3$ 로 정상어의  $2.5 \pm 0.8 \times 10^6/\text{mm}^3$ 에 비해 적었지만 통계적 유의차는 없었다. 또 병어의 말초혈액의 Ht와 Hb는 각각  $37.5 \pm 5.8\%$ 와  $3.5 \pm 0.5 \text{ g}/100 \text{ mL}$ 로 정상어의  $43.4 \pm 8.3\%$  및  $3.6 \pm 0.5 \text{ g}/100 \text{ mL}$ 에 비해 적은 경향이 있었지만 역시 통계적 유의차는 없었다.

한편 병어의 적혈구의 장경과 단경은 각각  $4.96 \pm 0.46 \mu\text{m}$ 와  $3.69 \pm 0.41 \mu\text{m}$ 로 정상어의  $5.10 \pm 0.57 \mu\text{m}$ 와  $3.30 \pm 0.55 \mu\text{m}$ 에 비해 현저히 작았

으며, 구형화되는 경향이 있었다. ( $P < 0.05$ ).

### 병리조직학적 관찰

소화관은 공기 방울이 존재하고 있는 부분에서는 점막하조직의 모세혈관이 충혈로 확장되어 있으며 근육층은 응고 괴사되어 있다 (Fig. 2). 또 점막고유층은 수중으로 인하여 근육층과 점막층이 분리되어지며 (Fig. 3), 점막상피의 표면에 출혈이 일어났다 (Fig. 2 & 5). 장의 전반부보다는 후반부일수록 점막상피의 괴사와 탈락이 현저하였으며, 붕괴된 점막상피부분에는 심한 출혈이 있었다 (Fig. 5). 또 장의 점막 고유층의 모세혈관의 확장과 충혈 및 지방조직내의 출혈도 장의 후반부가 전반부에 비해 현저하였다 (Fig. 3 & 4). 위는 장과 마찬가지로 점막이 붕괴되고, 점막내의 모세혈관의 충혈과 출혈과 근육층의 위축과 괴사가 관찰되었다 (Fig. 6). 아가미는 호흡상피의 증생으로 새변이 유착되어 곤봉상을 나타내었는데 새변의 곤봉화는 새변의 끝부분일수록 현저하였다. 새변의 기부에서는 상피의 증생은 미약하였지만 박리되고 있었다 (Fig. 7). 간장에서는 류동이 확장되어 울혈을 일으키고 있거나 반대로 류동이 허혈상태로 되어 있는 경우도 있었다. 그러나 실질내의 출혈은 관찰되지 않고 실질세포는 위축되어 있었다 (Fig. 8). 비장은 비동맥의 충혈과 비수내에 국소적 출혈이 생기며, 비세포는 감수 위축을 되어 있었다 (Fig. 9). 그러나, 신장, 뇌 및 심장에서의 변화는 발견할 수 없었다.

미꾸라지가 입으로 들여 마신 공기가 장을 통과한 다음 항문을 통하여 밖으로 배출되는 것을

**Table 2.** RBC count, hematocrit value, hemoglobin concentration, and size of erythrocytes in the peripheral blood of diseased mud loach (*Misgurnus mizolepis*)

Fish (n=5)	RBC count ( $10^6/\text{mm}^3$ )	Hematocrit (%)	Hemoglobin (g/dL)	Diameter of RBC( $\mu\text{m}$ )	
				Long axis	Short axis
Diseased	$1.0 \pm 0.4$	$37.5 \pm 5.8$	$3.5 \pm 0.5$	$4.96 \pm 0.46$	$3.69 \pm 0.41$
Control	$2.5 \pm 0.8$	$43.4 \pm 8.3$	$3.6 \pm 0.5$	$5.10 \pm 0.57$	$3.30 \pm 0.55$



방지하기 위하여 실험적으로 뒷지느러미와 항문사이를 실로 결박한 미꾸라지는 2시간 후부터 바닥으로 내려가지 못하고 물 표면에 떠있는 개체가 보이기 시작하였다. 이 때에 결박한 뒷부분에 해당되는 부분의 피부와 지느러미에는 점상의 울혈과 충혈반점이 생겨났고, 일부의 어류는 아가미 뚜껑을 통하여 공기 방울을 방출하기도 하였다. 3시간 후부터는 결박한 앞쪽 부분의 배쪽이 부풀어 오르면서 복부에 점상의 충혈이 나타나며, 복부를 위쪽으로 한 채로 물 표면에 부유하기 시작하였다. 8시간 경과 후에는 대부분의 어류가 물 표면에 부유하거나 또는 머리를 위로 한 채 서있는 상태가 되었고, 12시간이 경과하면 폐사되기 시작하여 24시간 경과 후에는 모두 폐사하였다. 이러한 어류를 해부하여 보면 장에 공기방울이 고여 있는데, 장의 앞쪽에 있는 공기방울의 크기가 후반부에 있는 것들 보다 훨씬 컸다. 또 공기방울이 고여 있는 장의 복부 쪽의 장하정맥이 심하게 울혈되어 있었다 (Fig. 10). 이 개체의 장의 조직 표본에서는 병어와 마찬가지로 점막상피의 위축 및 붕괴와 근육층의 괴사가 현저하였다. 그러나 자연 발병어와 같은 점막상피에서의 출혈은 경미하였다.

## 고 찰

공기 호흡어 (air breather)인 가물치는 수중에 산소가 충분히 존재하여도 공기호흡을 하여야만 생존할 수 있는 반면 같은 공기호흡 담수어

인 미꾸라지는 가물치와는 달리 수중의 산소가 결핍할 때는 장호흡을 하지만 수중에 산소가 충분한 경우에는 장호흡을 거의 하지 않는다 (平山 등, 1967). 미꾸라지는 장호흡을 위한 장의 구조에 관해서 *Misgurnus fossilis*의 장을 조직학적으로 관찰한 결과 장의 전반부는 장벽의 근육층이 뚜껑고 소화관공으로 뻗어 있는 점막의 주름이 발달하여 소화 및 흡수를 담당한다. 그러나 장의 중반부와 후반부는 장벽이 얇고 점막의 주름도 중반부에서부터 퇴화하기 시작하여 장의 후반부에서는 거의 없어져 장호흡에 적합한 형태로 변화되어 있다. 또 장의 등쪽 외벽에는 종으로 뻗어있는 복강-장간막동맥 (coeliacomesenteric artery)이 장에 혈액을 공급하고, 배쪽에는 역시 종으로 뻗어 있는 장하정맥 (subintestinal vein)이 장으로부터 혈액을 모으고 있다. 이 복강-장간막동맥과 장하정맥에서 분지되어 장벽과 연결되는 모세혈관은 장의 후반부일수록 풍부하게 존재하고, 장의 전반부에는 적다. 또 장의 중반부와 후반부의 장막하조직에는 커다란 동양혈관이 존재하며, 점막상피 아래에는 모세혈관망이 발달되어 있고, 모세혈관의 위쪽 점막상피층에는 점액세포가 있어 소화된 먹이가 호흡을 방해하는 것을 방지하고 있다고 보고하였다 (Talikowska, 1962). 한편 Park & Kim (2001)도 미꾸라지의 장과 직장의 조직학적 특징은 모세혈관망이 발달한 것이며, 장내부로 받아들인 공기는 이 모세혈관을 통하여 가스 교환이 일어나고, 가스 교환이 끝난 공기는 항문을 통하여 체외로 배출된다고 하였다. 鈴木 (1982)는 잡식성 어류인 미꾸라지는 동물성 먹이에 특히 기호성이 강하지만, 동물성 먹이를 먹은 후 2시간정도 경과하면 거의 대부분의 개체가 물표면에 떠오름과 동시에 때로는 물속으로 돌진하여 바닥에 몸을 부딪히는 행동을 하거나 심한 선회운동을 한다고 하였다. 또 그는 동물성 사료를 몇 일간 계속하여 투여하면, 먹이 섭취가 둔화되면서 물표면에 떠올라 대량 폐사가 발생하는데, 물표면에 떠올라 있는 개체를 개복하여 보

면 장속에 공기방울이 충전되어 장이 고무풍선처럼 부풀어올라 있다고 하였다. 이처럼 장의 관공내에 공기가 충전되는 것은 다량으로 동물성 물질의 단일사료를 섭취하면 장호흡을 위하여 들어 마신 공기가 장내를 정상적으로 통과하지 못하고 장내에 정체하기 된다. 이 때문에 어체의 무게가 가벼워져 물표면에 떠오르게 된다고 하였다. 또 먹이 섭취 후에 선회운동을 하는 것은 정상적인 장호흡이 불가능하기 때문에 괴로워하는 행동이라고 추정하였다. 한편 미꾸라지의 사료중의 단백질 함량에 관해서도 단백질 함량이 높은 사료를 투여하면, 사료 효율과 성장은 좋은 반면 사망률이 높아지기 때문에 미꾸라지 사료의 단백질 함량은 25~35%가 좋다고 하였다. 그러나 본 질병이 발생한 양식장에서 사용한 사료중의 단백질 함량은 42.2%로 최적 함량에 비해 높은 것이 발병의 주된 원인으로 추정된다 (Table 1).

병든 미꾸라지의 말초혈액의 적혈구수, Ht치, Hb값은 정상어와 차이가 없었다 (Table 2). 뒤집힘 증상을 나타내며 회전유영을 하다가 정지한 다음 가라앉은 것으로 보아 급격한 산소부족현상에 의한 호흡곤란이 주요사인으로 생각된다. 그러나 가라앉은 개체를 건져 올려 해부하여 보면 장내의 공기 방울은 찾아볼 수 없었다. 이는 공기 방울에 의한 장폐쇄 때문에 호흡곤란을 일으켜 폐사하는데, 폐사 직후에는 수면에 떠오르게 되지만, 장이 사후 분해되어 내부의 공기가 방출되고 나서 가라앉은 것으로 추정된다.

병리조직학적으로 병어는 소화관 점막주름의 붓고, 점막상피내의 모세혈관의 충혈과 출혈, 근육층의 괴사, 복강내 지방조직의 출혈 등으로 특징지을 수 있다. 이는 미꾸라지가 섭취한 고단백질사료는 소화분해 되어 장을 통과하게 된다. 이때 장호흡을 위하여 들어 마신 공기는 소화관을 원활히 통과하지 못하고 관공내에 축적되고 (Fig. 1), 축적된 공기의 압력에 의해 장의 관공이 넓어지면서 점막주름이 압박을 받게 되고, 점막상피에 분포하는 모세혈관도 압박을 받아 피

의 흐름에 장애가 생겼다고 생각된다 (Fig. 2 & 5). 소화관공내에 공기방울의 축적이 계속되게 되면 소화관의 관공은 더욱 넓어져 장의 등쪽과 아래쪽에 위치하고 있는 복강-장간막 동맥과 장의 아래쪽에 분포하는 장하정맥에 압박을 가하게 되어 소화관의 전체에 혈액순환에 장애나 출혈이 생김으로 장상피에서 받아들인 산소가 운반되지 못하게 됨으로서 산소부족현상이 일어난다고 생각된다 (Fig. 3~4). 또 소화관공내에 공기방울이 축적됨에 따라 어체의 부력이 증가하여 표면에 부상하게 되고, 소화관에 공급되는 혈관을 압박하게 된다, 이 때문에 소화관벽내의 혈액순환 장애로 점막 고유층의 모세혈관이 충혈 또는 울혈을 일으켜, 장호흡에 장애가 생겼기 때문이라 생각된다.

Talikowsa (1962)는 *M. fossilis*의 소화관 중반부와 후반부의 점막상피에 있는 점액세포가 존재하는데 이 세포는 장을 통한 공기 호흡을 음식물이 방해하는 것을 방지하는 역할을 수행한다고 보고하였다. 또 Park & Kim (2001)도 미꾸라지의 소화관의 점막상피에 존재하는 점액세포에서 분포하는 점액은 먹이가 쉽게 통과할 수 있도록 하는 윤활유 역할을 한다고 추정하였다. 따라서 소화관내에 공기 방울이 축적하게 되면 점막의 주름이 압박을 받게 되어, 점액 분비에 이상이 초래되어 소화관내의 먹이의 흐름을 방해하여 소화관이 폐쇄되거나 또는 소화관 근육의 괴사에 의해 공기의 이동이 원활하지 못하게 됨으로 공기방울이 축적된 것으로 생각할 수 있다. 이러한 소화관의 후반부 폐쇄 때문에 소화관내의 공기 방울이 축적되는 것을 末廣 (1933)는 실험적으로 증명하였다. 즉 미꾸라지가 들어 마신 공기가 빠져나오지 못하도록 항문 바로 앞쪽의 복부를 튼튼한 실로 묶은 다음 복부에 작은 구멍을 내어 산소가 걸뿔된 수조에 넣고 관찰하면 복부에 낸 구멍을 통하여 장의 일부가 고무풍선처럼 공기가 가득 차 솟아오르는 것을 확인하였다. 본 실험에서도 뒷지느러미와 항문사이를 실로써 결박한 다음 수조에 넣고 관찰한 결과 소

화관내에 공기방울이 축적되며, 장하정맥에 울혈이 생기는 것을 관찰하였다. 이러한 현상은 본 질병에 걸린 미꾸라지의 소화관앞쪽에 공기방울이 축적되는 것과 같은 현상이다. 아가미의 새변의 상피세포의 증생 (Fig. 7)은 이 병의 독특한 병리 현상이라기 보다는 지수식 사육에 의한 환경악화에 의한 것이며, 간과 비장의 변화는 순환장애에 따른 혈류의 정체에 기인한 것으로 생각된다.

미꾸라지를 고단백질 함유 사료로 사육하면 성장이 좋아지기 때문에 양어지에 방양한 직후 고단백사료를 투여함에도 불구하고 이러한 전복현상은 발생하지 않고 있다. 그러나 방양 후 1~2개월까지도 고단백질함량의 사료로 사육하면 전복현상이 발생하는 경향이다. 이는 사육기간이 길어짐에 사육지내에 노폐물이 축적되어 아가미 상피에 이상 예를 들면 점액분비 과잉 또는 기생충의 감염 등의 가능성은 예견할 수 있다. 아가미에 이상이 생긴 미꾸라지는 부족한 산소량을 보충하기 위하여 장호흡의 의존도를 높여 장속으로는 많은 양의 공기를 들여 마시게 될 것이다. 이 때 장내에 소화되어 배설되기 위하여 항문 쪽으로 이동하고 있는 고단백사료는 불소화성의 식물성 사료에 비해 입자가 가늘고 점도가 높기 때문에 그 사이를 공기가 통과하기는 쉽지 않을 것이다.

본 실험에서 항문의 앞부분을 실로 묶었을 때 자연 발병어와 마찬가지로 뒤집힘 현상은 재현되었다. 그러나 장내의 출혈은 소량에 불과하였다 (Fig 10~11). 따라서 병어에서 관찰된 소화관 상피세포의 출혈은 고유의 병변이라기보다는 과식에 의한 것으로 추정되며, 소화관에 염증이 생기게 되면 장호흡이 불량하게 되어 사망률은 높아질 것으로 예상된다.

병든 미꾸라지가 장내에 공기가 축적되었다는 것을 확인하기 위하여 수중에서 복부를 가볍게 누르면 기포가 빠져나오며, 그 후 미꾸라지를 수중에 되돌리면 수분 내에 정상적인 상태로 유평하였다. 본 실험에서는 치료실험을 하지 않았지

만 양식현장에서 응급대책으로 장내에 모여 있는 공기를 방출하기 위해서는 먹이를 중지하면 폐사량과 뒤집힘 현상을 나타내는 개체수가 줄어듦, 2~3일후에는 정상적인 유평상태를 유지하였다. 그러나 이 후에 다시 단백질 함량이 높은 사료를 투여하면 재발하는 경향이였다. 따라서 미꾸라지의 빠른 성장을 기대한 고단백사료 투여가 이 병을 유발시켰을 가능성이 높다. 그럼으로 사료의 단백질함량과 이 병과의 발생관계 및 고단백사료에 식이성섬유를 첨가하였을 때의 발병상황에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다. 또한 빠른 성장을 위해서 불가결하게 고단백질의 사료를 사용할 경우에는 섬유질이 풍부한 것을 첨가하여 투여하거나 장염의 발생을 방지하는 것도 폐사를 줄일 수 있는 방법이라 생각된다.

## 요 약

양식 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*)가 수중으로 잠입하지 못하고 양어지의 물표면에 배를 위로 한 채 힘없이 회전 유평을 하는 질병이 발생하였다. 병어는 복부가 팽만되어 있었으며, 해부하여 보면 소화관에 커다란 공기방울의 축적, 장염이 현저하였다. 병어를 혈액학적으로 조사한 결과 적혈구수, Ht치 및 Hb 농도는 건강어와 차이가 없었다. 병리조직학적으로는 아가미의 호흡상피의 증생과 새변의 유착, 소화관 상피세포의 출혈, 괴사 및 박리가 관찰되었다. 뒷지느러미와 항문사이를 실로 결박하여 항문으로부터 공기의 배출을 억제한 재현 실험에서 발병어와 같은 증상이 재현되었다. 따라서 이 병은 빠른 성장을 목적으로 고단백질 사료를 투여함으로써 장호흡을 위하여 마신 공기가 소화관내에 축적되고, 축적된 공기의 부력 때문에 물속으로 하강하지 못하게 되고, 또 소화관을 압박하여 소화관에 순환장애를 일으킨 결과 폐사한 것으로 추정된다.

## 사 사

본 연구는 2003년도 군산대학교 수산과학연구소의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

- Park, T. Y. and Kim, I. S.: Histology and mucin histochemistry of the gastrointestinal tract of the mud loach, in relation to respiration. *J. Fish Biol.*, 58: 861-872, 2001.
- Talikowska, H.: The vascular system of the alimentary canal of the pond-loach (*Misgurnus fossilis* L.). *Acta Biol. Cracoviensia, Ser. Zool.*, 5: 141-153, 1962.
- 平山 和次, 廣瀬 一美, 平野 礼次郎: ドジョウ의 腸呼吸について. *水産増殖*, 15: 1-11, 1967.
- 中村 利一: 養魚講座 第5卷. 헤라브나, 도ジョウ, 스폰, 블랙バス. 綠書房, pp 151-152. 1972.
- 末廣 恭雄: 泥鰱의 腸呼吸를 簡單에 證明する 實驗. *動物學雜誌*, 45: 494-496, 1933.
- 박성우, 정윤석, 김영길 : 양식 미꾸라지 (*Misgurnus mizolepis*)에서 분리한 *Staphylococcus epidermidis*. *한국어병학회지*, 14: 155-162, 2001.
- 鈴木 亮: 마도조오의 養殖에 關する二, 三의 實驗. *日本水産學會誌*, 30: 137-140, 1964.
- 鈴木 亮: 圖解도조오의 養殖. 綠書房. pp 48-50, 1982.

---

Manuscript Received : October 16, 2003

Revision Accepted : January 19, 2004

Responsible Editorial Member : Ki-Hong Kim  
(Pukyong Univ.)