

高水溫 高pH에서 뱀장어에 미치는 암모니아 急性毒性的 病理組織學的 研究

김민수·양한춘

여수수산대학교 양식학과

수온과 pH가 높은 조건에서 뱀장어에 미치는 암모니아 급성독성에 대하여 육안적인 면과 병리조직학적 변성을 관찰하였다. 육안 관찰 결과, 암모니아 무첨가구(0 mg/l)에서는 pH 8.5이상에서 아가미의 암갈색화가 진행되었고 암모니아 20 mg/l이상의 농도에서는 pH 7.5에서도 위와 같은 증상이 나타났다. pH 9.0에서는 암모니아 10 mg/l이상의 농도에서 1시간 이내에 전부 폐사했다. 아가미에 대한 조직학적 관찰 결과는 암모니아 무첨가구의 pH 7.5에서만 정상 조직이 관찰되었고 수온과 pH의 상승, 암모니아 농도의 증가 및 노출시간의 경과에 따라 조직의 변성이 심해지는 경향을 보였다. 암모니아 무첨가구의 pH 8.0, 8.5에서도 2차세변의 부종과 만곡증상이 보였고 pH 9.0에서는 2차세변 상피의 박리증상이 나타난 것으로 보아 높은 pH 조건만으로도 병변을 일으키는 요인이 될 수 있는 것으로 사료된다. 조직학적 변성의 초기에는 2차세변의 부종과 만곡증상이 보이다가 상피세포의 박리와 괴사로 진행되었으며, 특히 2차세변상피의 박리증상은 육안적으로 관찰되는 아가미의 암갈색으로 변색시점과 비슷한 시기에 관찰되었다. 암모니아 20 mg/l이상에서는 pH 8.5, 수온 27°C 조건에서 2차세변상피의 괴사가 일어났고, 수온 32°C에서는 노출시간이 경과하면서 폐사체가 생겼다.

Key words : Ammonia, Acute Toxicity, Eel(*Anguilla japonica*), pH, Temperature

양식장에서 사육수의 수질환경은 양식어류의 성장과 질병 및 생존에 절대적인 영향을 미치고 있다. 여러가지 요인이 복합적으로 수질환경을 구성하고 있으며 특히 암모니아는 양식어류에 치명적인 영향을 미칠수 있는 요인이다. 암모니아가 허용한계를 넘어 고농도로 수중에 존재할 경우 양식어류는 성장이 감소하게 되고(Burkhalter and kaya, 1977; Sadler, 1981; Holt and Arnold, 1983; Soderberg *et al.*, 1983) 조직학적으로 병변을 나타내기도 하며(Yamagata and Niwa, 1982; Daoust and Ferguson, 1984; Thurston *et al.*, 1984; Soderberg, 1985; Yang and Chun, 1986; Guillen *et al.*, 1993), 치사에 이르기기도 한다(Thurston *et al.*, 1978; Tomasso *et*

al., 1980; Allan *et al.*, 1990; Chen *et al.*, 1990).

자연수에서 암모니아(total ammonia: TA-N)는 비이온화된 암모니아(NH₃-N)와 이온화된 암모니아(NH₄-N)의 두 가지 형태로 존재하며 이 중 이온화된 암모니아는 조직을 통과하지 못하므로 양식어류에 독성을 나타내지 않으나 비이온화된 암모니아는 조직을 통과하여 양식어류에 치명적인 영향을 미친다(Harader and Allen, 1983; Thurston and Russo, 1983a; Thurston *et al.*, 1983b; Hasan and Macintosh, 1986). pH는 총암모니아(TA-N)를 이루는 이 두가지 형태의 암모니아 비율에 관계하며, pH가 알카리역으로 상승하게 되면 비이온화된 암모니아의 양이 증가하여 독성이 강하게 나타난다

(Trussell, 1972). 수온의 상승 또한 비이온화된 암모니아의 비율을 증가시키는 작용을 한다고 보고되었다(Bower and Bidwell, 1978).

현재까지 암모니아 독성에 관한 많은 연구가 이루어지고 있으나 고수온 고 pH 환경하에서의 암모니아 독성에 관한 연구는 미미한 실정이다. 그러나 여름철에는 양식장 사육수의 수온이 상승하게 되고 pH가 8.5를 넘는 경우가 종종 발생하여, 이에 따른 암모니아 독성의 증가로 인해 피해를 입는 양식장이 나타나고 있다. 일반적으로 가두리 양식장이나 유수식 양식장에서는 이러한 피해가 적다고 할 수 있으나 뱀장어 양식장과 같은 폐쇄적인 수계환경에서는 수온과 pH 상승에 따른 암모니아 독성의 증가는 매우 치명적이라 할 수 있다. 뱀장어 양식은 대부분 지수식 양식법으로 행해지고 있으며 생물학적 여과조를 갖춘 순환여과식 양식법으로 암모니아량을 감소시킬 수도 있으나 뱀장어의 성장도가 지수식 양식법에 비해 떨어진다는 문제점이 있다. 지수식 양만장에서는 일정 수량을 환수해줌으로써 암모니아를 제거하고 있으나 극심한 가뭄과 같은 불의의 상황으로 인해 충분한 환수가 불가능하게 되면 암모니아에 의한 피해가 커질 것이고 특히 수온과 pH가 상승하는 여름철에는 그 피해가 더욱 크다고 할 수 있다. 따라서 여름철 양만장의 고수온 고 pH 환경하에서 암모니아 독성증가가 뱀장어에 미치는 영향에 대하여 구체적으로 검토할 필요가 있다.

본 연구는 고수온 고 pH 환경하에서 암모니아 급성독성이 뱀장어의 아가미에 미치는 영향에 대하여 병리조직학적으로 관찰함으로써 암모니아 독성의 영향에 관한 조직학적 근거를 제시하고자 하였다.

재료 및 방법

실험어

체중 10~15 g의 뱀장어 치어를 94년 4월에 구

입하여 사육조(78 cm×76 cm×55 cm)와 여과조(79 cm×76 cm×59 cm)를 갖춘 순환여과식 수조에서 pH 7.0 7.5, 수온 24~28℃를 유지하며 3개월간 순치·사육하였으며 실험어의 체중은 30~50 g(체장 31 cm~35 cm)으로 성장한 것을 사용하였고 실험시작 24시간 전부터 절식을 시켰다.

실험 조건

25 ℓ(44 cm×23 cm×25 cm)의 4각수조 32 개를 준비하고 각 수조에 사육수 20 ℓ를 채우고 실험어의 스트레스 방지를 위하여 수조의 유리벽은 흑색비닐로 차광하였다. 사육수는 실험실에서 사용하고 있는 지하수로써 그 수질은 Table 1과 같다. 수온 조절은 Heater와 온도조절기를 사용하였고 pH는 1M농도 제일인산칼륨(KH₂PO₄)과 1M농도 중탄산나트륨(NaHCO₃)을 첨가하여 조절하였으며, 암모니아 농도는 염화암모늄(NH₄Cl)을 사용하여 조절하였다. 사육수조내의 암모니아 농도와 pH를 일정하게 유지하기 위하여 24 시간 간격으로 환수하였고, 환수에 사용되는 사육수는 사용하기 24 시간 전에 pH와 수온을 조절하여 두었고 암모니아 농도는 실험어를 투입하기 직전에 조절하였다. 수온은 수온 온도계로 측정하였고 pH 측정은 전극 pH meter(HM-5A)를 사용하였으며, 암모니아는 Indophenol법으로 측정하였다. 수온의 오차는 ±0.3℃, pH 오차는 ±0.1, 암모니아농도의 오차는 ±0.5 mg/ℓ 이내로 측정되었고, 수질을 안정시키기 위하여 ae-

Table 1. Physical and chemical characteristics of water used for ammonia toxicity test.

Temperature	18.0℃
pH	7.2
Dissolved oxygen	7.4 ppm
NH ₃ -N	<0.01 mg/ℓ
NO ₂ -N	<0.02 mg/ℓ
NO ₃ -N	<0.01 mg/ℓ
Hardness	251.54 mg/ℓ

rator를 사용하였으며 용존산소는 7 ppm 정도가 유지되도록 하였다.

실험방법

실험수온은 뱀장어의 사육 적수온인 27°C와 여름철에 일반적으로 나타나는 고수온인 32°C로 구분하고 각 각의 수온 조건하에서 암모니아(TA-N) 농도를 0, 10, 20, 30 mg/l로 구분하여 비교 관찰하였고 pH가 9.0까지 알카리역으로 상승하는 조건에서 암모니아 독성의 영향을 비교 관찰하기 위하여 각 암모니아 구간별로 pH를 7.5, 8.0, 8.5, 9.0의 4 단계로 구분하여 총 32구간을 설정하였다. 실험어를 실험수조에 투입한 후 24, 48, 72, 96, 120 시간마다 한 수조에서 2마리를 무작위로 추출하여 lidocaine 400 ppm에 마취시킨 다음 아가미조직을 절단하고 절단한 조직을 Bouin's 액에 고정하였다. Bouin's 액에 고정시킨 조직은 24 시간 후 70% 알코올액에 옮겨 보존하였다가 5 µm의 paraffin 절편을 만들어 Hematoxylin-Eosin(H-E) 염색을 하여 조직표본을 만들고 광학현미경으로 관찰하였다.

결과 및 고찰

육안적 관찰

정상적인 뱀장어는 아가미가 선홍색을 띠고 있으나 pH 상승이나 암모니아 농도의 증가에 따라 아가미가 암갈색으로 변색되는 것을 관찰할 수 있었다. 암모니아 무첨가구(0 mg/l)에서는 pH 8.5 이상에서 아가미의 암갈색화가 진행되었고 암모니아 20 mg/l 이상의 농도에서는 pH 7.5에서도 위와 같은 증상이 나타났다. pH 9.0에서는 암모니아 10 mg/l 이상의 농도에서 1시간 이내에 전부 폐사했다. 수온과 pH 상승, 노출시간의 경과에 따라 육안적으로 관찰되는 아가미의 변색은 암모니아 무첨가구에서는 수온 27°C, pH 8.5에서 96시간부터, pH 9.0에서 24시간부터, 수온 32°C에서는 pH 8.5에서 72시간부터,

pH 9.0에서 24 시간부터 아가미의 변색을 뚜렷이 관찰할 수 있었으며 암모니아 10 mg/l 농도에서는 수온 27°C 조건의 pH 8.0에서 96 시간부터, pH 8.5에서 48 시간부터 관찰되었으며, 수온 32°C 조건에서는 pH 8.0에서 72 시간부터, pH 8.5에서 24 시간부터 아가미 변색이 관찰되었다. 암모니아 20 mg/l 농도에서는 수온 27°C 조건의 pH 7.5에서 96 시간부터, pH 8.0에서 48 시간부터, pH 8.5에서 24 시간부터, 수온 32°C 조건에서는 pH 7.5에서 72 시간부터, pH 8.0에서 48 시간부터, pH 8.5에서 24 시간부터 아가미의 변색이 관찰되었다. 암모니아 30 mg/l 농도에서는 수온 27°C 조건에서는 pH 7.5에서 72 시간부터, pH 8.0, 8.5에서 24 시간부터, 수온 32°C 조건에서는 pH 7.5에서 48 시간부터, pH 8.0, 8.5에서 24 시간부터 아가미의 변색을 뚜렷이 관찰할 수 있었다.

아가미의 병리조직학적 관찰

조직학적으로 다양하게 나타난 아가미 병변의 형태를 다음과 같이 구분하여 정리하였다. 수온 27°C 조건의 pH 7.5에서 24 시간 노출시 나타난 정상적인 새변은 직선상의 형태를 나타내고 혈관과 상피세포가 밀착되어 있으나(Plate 1-①), pH가 상승함에 따라 새변의 상피세포와 혈관이 비대하여 부종증상(hypertrophy of gill lamellae : Plate 1-②)을 나타내고, 부종증상이 진행되면서 2차새변의 만곡증상(winding of the secondary gill lamellae : Plate 1-③), 혈관과 상피세포가 분리되는 새변상피의 박리증상(epithelial separation : Plate 1-④)이 나타났으며, 각 병변은 새변의 기저부에서부터 진행되었다. 새변을 기저부로부터 3등분하여 기저부에서 1/3지점까지 병변이 나타난 것을 경증(+)으로 구분하였고 2/3지점까지 진행된 것을 아중증(#), 병변이 전체적으로 심화된 것을 중증(##)으로 구분하였다. 수온과 pH의 상승, 암모니아 농도의 증가, 노출시간의 경과에 따라 각 병변의 정도를 Table 2, 3에 나타내었다.

Plate 1. ① normal gill tissue($\times 400$), ②hypertrophy of gill lamellae($\times 400$), ③winding of the secondary gill lamellae($\times 400$), ④epithelial separation($\times 400$).

Table 2. Degree of gill degeneration of the eel exposed various levels of pH in total ammonia 0, 10 mg/ℓ for 120 hours

Hours		24				48				72				96				120			
TA-N(mg/ℓ)	Temp(°C)	pH	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D			
0	27	7.5																			
		8.0	+	+			+	+			+	+			+	+					
		8.5	+	+			+	+			+	+			+	+	+				
			9.0	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+			
	32	7.5																			
		8.0	+	+			+	+			+	+			+	+					
		8.5	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+				
			9.0	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+			
	10	27	7.5	+				+	+			+	+			+	+				
8.0			+	+			+	+			+	+			+	+	+				
8.5			+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+				
			9.0			×			×		×		×		×		×				
32		7.5	-	+			+	+			+	+			+	+					
		8.0	+	+			+	+			+	+	+		+	+	+				
		8.5	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+				
			9.0			×			×		×		×		×		×				

+ : mild + : moderate + : severe × : death
 A : hypertrophy of gill lamellae
 B : winding of the secondary gill lamellae
 C : epithelial separation
 D : necrosis

Table 3. Degree of gill degeneration of the eel exposed various levels of pH in total ammonia 20, 30 mg/ℓ for 120 hours

Hours		24				48				72				96				120			
TA-N(mg/ℓ)	Temp(°C)	pH	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D			
20	27	7.5	+	+			+	+			+	+			+	+	+				
		8.0	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+				
		8.5	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	+			
			9.0			×			×		×		×		×		×				
	32	7.5	+	+			+	+			+	+	+		+	+	+				
		8.0	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+				
		8.5	+	+	+		+	+	+		×		×		×		×				
			9.0			×			×		×		×		×		×				
	30	27	7.5	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+			
8.0			+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+				
8.5			+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+			
			9.0			×			×		×		×		×		×				
32		7.5	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+				
		8.0	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+				
		8.5	+	+	+		+	+	+		×		×		×		×				
			9.0			×			×		×		×		×		×				

+ : mild + : moderate + : severe × : death
 A : hypertrophy of gill lamellae
 B : winding of the secondary gill lamellae
 C : epithelial separation
 D : necrosis

암모니아 독성에 의한 뱀장어의 치사농도에 대하여 Yamagata와 Niwa(1982)는 수온 25°C 조건에서 24h-LC₅₀이 pH 7.0에서는 TA-N 800 mg/l, pH 8.0에서는 TA-N 100 mg/l로 나타나 pH가 상승함에 따라 암모니아 독성이 현저하게 증가한다고 보고하였고, Sadler(1981)는 수온 23°C 조건에서 다양한 농도의 암모니아에 10일간 노출한 결과 치사최저 농도는 NH₃-N 1.0 mg/l 라고 했다. 또한, Tomasso 등(1980)은 channel catfish를 대상으로 수온 21~25°C 조건의 pH 7.0, 8.0, 9.0에서 TA-N의 24h-LC₅₀은 각각 263, 38.8, 4.5 mg/l라고 보고 하였다. 본 연구 결과에서 TA-N의 농도가 10 mg/l 이상인 실험구의 pH 9.0에서는 실험시작 1시간 이내에 전 공시어가 폐사하였는데 이는 Tomasso 등(1980)의 결과에서 pH가 9.0일때 channel catfish의 24h-LC₅₀은 TA-N 4.5 mg/l이므로 뱀장어의 암모니아 독성반응도 channel catfish에서와 유사하게 나타났으며 pH 8.5에서도 수온 32°C 조건의 TA-N 20 mg/l에서 72 시간 이후에 폐사했고, TA-N 30 mg/l에서는 24 시간 이후에 폐사한 결과를 볼때, pH가 8.5이상으로 상승하는 양어용수에 암모니아 농도가 증가한다는 것은 병리조직학적 병변의 단계를 넘어서 폐사될 수 있는 조건이 형성될 수 있을 것으로 사료되어 pH가 알카리력으로 상승하게 되면 암모니아 농도의 증가를 경계할 필요가 있다.

또한 본 연구의 TA-N 0 mg/l구의 아가미 조직에서, pH 7.5에서는 조직학적 변성을 보이지 않았으나 pH 8.0에서 24 시간부터 새변의 부종과 만곡증상이 관찰되었으며 pH 8.5에서는 수온 27°C 조건에서 96 시간부터, 수온 32°C 조건에서 48 시간부터 새변상피의 박리증상도 나타났으며 pH 9.0에서는 24 시간부터 새변상피의 박리증상이 관찰되어 사육수에 암모니아가 존재하지 않는 조건에서도 pH 8.0 이상에서는 조직학적 병변이 진행됨으로 사육시 주의를 기울여야 할 것이다.

실험어의 조직검사용 시료를 채취하는 과정에서 육안적으로 조직을 관찰한 결과 아가미의 암갈색

으로의 변색은 조직학적으로 새변상피세포의 박리 증상이 처음으로 나타나는 시점이거나 박리증상이 나타난 후 24시간이 경과한 시점에 관찰되었다. 조직학적으로 병변이 발생하게 되면 생리적 장애가 생기고 병에 대한 저항력이 약해지게되며(Thurston *et al.*, 1984), 병변이 진행됨에 따라 이러한 증상은 더욱 심해질 것이다. 육안적으로 병변이 관찰될 정도의 뱀장어는 조직학적으로 병변이 상당히 진행된 상태일 것이며, 본 연구에서 육안적으로 관찰되는 병변과 연관된 병리조직학적 증상 즉, 새변상피의 박리가 나타나는 조건을 구하여 뱀장어 사육시 조직학적 병변이 이러한 상태에 이르지 않도록 수질환경 관리에 각별한 주의를 기울여야 할 것이다.

Yamagata와 Niwa(1982)는 수온 25°C 조건의 pH 6.8에서 TA-N 0~80 mg/l 농도에 뱀장어를 9주간 사육하는 실험을 통해 TA-N 20 mg/l에서는 아가미의 조직학적 병변은 나타나지 않았으나 혈액성상에는 이상을 나타내었고 TA-N 40 mg/l에서는 혈액성상의 이상과 함께 아가미 조직의 병변도 나타났으므로 뱀장어의 암모니아의 허용한계농도는 TA-N 20~40 mg/l 사이로 추정된다고 하였다. 본 연구에서는 TA-N 0 mg/l구의 수온 27°C와 32°C 조건에서 pH 7.5에서만 정상적인 조직을 나타내었으며, TA-N 10 mg/l구에서는 pH 7.5에서도 아가미 조직의 병변이 관찰되었으므로 수온 27°C와 32°C 조건에서 pH 7.5의 암모니아 허용한계농도는 TA-N 10 mg/l미만일 것이며 pH가 높아질수록 허용한계농도는 더욱 낮아질 것으로 추정된다. 실제로 뱀장어 양식에서 응용할 수 있는 보다 구체적인 암모니아 허용한계농도를 얻기 위하여서는 상업적 규모의 사육수조에서 암모니아 농도를 TA-N 10 mg/l미만으로 세분화하여 암모니아 독성의 영향을 관찰하는 실험이 필요할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- Allan, G. L., Maguire, G. B. and Hopkins, S. J.
: Acute and chronic toxicity of ammonia to

- juvenile *Metapenaeus macleayi* and *Penaeus monodon* and the influence of low dissolved-oxygen levels. *Aquaculture*, 91 : 265-280, 1990.
- Bower, C. E. and Bidwell, J. P. : Ionization of ammonia in seawater : effect of temperature, pH and salinity. *J. Fish. Res. Board can.*, 35 : 1012-1016, 1978.
- Burkhalter, D. E. and Kaya, C. M. : Effect of prolonged exposure to ammonia on fertilized eggs and sag fry of rainbow trout(*Salmo gairdneri*). *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106 : 470-475, 1977.
- Chen, J. C., Liu, P. C. and Lei, S. C. : Toxicity of ammonia and nitrite to *Penaeus monodon* adolescents. *Aquaculture*, 89 : 127-137, 1990.
- Daoust, P. Y. and Ferguson, H. W. : The pathology of chronic ammonia toxicity in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish Dis.*, 7 : 199-205, 1984.
- Guillen, J. L., Endo, M., Turnbull, J. F., Kawatsu, H., Richards, R. H. and Aoki, T. : Depressed growth rate and damage to the cartilage of red sea bream larvae associated with exposure to ammonia. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 59(7) : 1231-1234, 1993.
- Harader, Jr. R. R. and Allen, G. H. : Ammonia toxicity to chinook salmon parr : reduction in saline water. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112 : 834-837, 1983.
- Hasan, M. R. and Macintosh, D. J. : Acute toxicity of ammonia to common carp fry. *Aquaculture*, 54 : 97-107, 1986.
- Holt, G. J. and Arnold, C. R. : Effect of ammonia and nitrite on growth and survival of red drum eggs and larvae. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112 : 314-318, 1983.
- Sadler, K. : The toxicity of ammonia to the european eel(*Anguilla anguilla*). *Aquaculture*, 26 : 173-181, 1981.
- Soderberg, R. W., Flynn, J. B. and Schmittou, H. R. : Effect of ammonia growth and survival of rainbow trout in intensive static-water culture. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112 : 448-451, 1983.
- Soderberg, R. W. : Histopathology of rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson, exposed to diurnally fluctuating un-ionized ammonia levels in static water ponds. *J. Fish Dis.*, 8 : 57-64, 1985.
- Thurston, R. V., Russo, R. C. and Smith, C. E. : Acute toxicity of ammonia and nitrite to cutthroat trout fry. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 107(2) : 361-368, 1978.
- Thurston, R. V. and Russo, R. C. : Acute toxicity of ammonia to rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112 : 696-704, 1983a.
- Thurston, R. V., Russo, R. C. and Phillips, G. R. : Acute toxicity of ammonia to fathead minnows. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 112 : 705-711, 1983b.
- Thurston, R. V., Russo, R. C., Luedtke, R. J., Smith, C. E., Meyn, E. L., Chakoumakos, C., Wang, K. C. and Brown, C. J. D. : Chronic toxicity of ammonia to rainbow trout. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 115 : 56-75, 1984.
- Tomasso, J. R., Goudie, C. A., Simco, B. A. and Davis, K. B. : Effects of environmental pH and calcium on ammonia toxicity in channel catfish. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 109 : 229-234, 1980.
- Trussell, R. P. : The percent un-ionised ammonia in aqueous ammonia solution at different pH levels and temperatures. *J. Fish. Res. Board Can.*, 29 : 1505-1507, 1972.
- Yamagata, Y. and Niwa, M. : Acute and chronic

toxicity of ammonia to *Anguilla japonica*. Bull.
Jap. Soc. Sci. Fish., 48(2) : 171-176, 1982.
Yang, H. C. and Chun, S. K. : Histopathological

study of acute toxicity of ammonia on common
carp, *Cyprinus carpio*. Bull. Korean Fish. Soc.,
19(3) : 249-256, 1986.

Histopathological study of acute toxicity of ammonia to the eel, *Anguilla japonica* in high temperature and pH levels

Min-Soo Kim and Han-Choon Yang

Department of Aquaculture, Yosu National Fisheries University Yosu, 550-749, Korea

This study was carried out to examine the acute toxic effects of ammonia to the eel, *Anguilla japonica* in high temperature and pH levels by histopathological observations. The eels of 40 g average body weight were exposed to 4 different concentrations of total ammonia (0, 10, 20, 30 mg/l) for 24~120 hours. Each concentration was treated under 4 different levels of pH (7.5, 8.0, 8.5, 9.0) and each of these treatments was tested at 2 different temperatures (27°C, 32°C). Histopathological changes in gill tissues were observed by hematoxylin-eosin stain. As increasing of pH (from 7.5 to 9.0), water temperature (from 27°C to 32°C), total ammonia concentration (from 0 mg/l to 30 mg/l) and exposure time (from 24 hours to 120 hours), gill discolored to dark brown with the naked eye and gill tissues showed hypertrophy of gill lamellae, winding of the secondary gill lamellae, epithelial separation and necrosis histopathologically. When gill lamellae epithelium was separated from the blood vessels, gill discolored to dark brown with the naked eye.

Key words : Ammonia, Acute Toxicity, Eel(*Anguilla japonica*), pH, Temperature