

## 뱀장어 아가미 울혈증에 관한 연구

김영길 · 최민순 · 박성우 · 이근광

군산대학교 수족병리학과

뱀장어의 울혈증 발병 원인구명을 위하여 서해안 지역 5 개 양만장을 대상으로 아가미 울혈증 발병현황과 수질등 역학조사를 실시하였고, 한편으로는 스트레스(handling 과 수온차) 및 병어에서 분리한 아가미 마쇄액을 건강어의 복강에 주사하여 울혈증 발병률과 CHSE-214 에 접종하여 세포변성을 조사하였다. 조사한 양만장의 아가미 울혈증 발병률은 30-80% 로서, 사육시의 수온과 선별시의 수온차가 클수록 발병률이 높았으며, 수질환경과 본증의 발병과는 뚜렷한 상관관계가 없었다. 또한 발병률이 높은 양만장의 뱀장어는 Ht, Hb, Tp, Alb, Mg 및 Glu 치등이 낮은 반면 GOT, GPT, Ca 및 Met-Hb 치등은 높게 나타나는 경향을 보였으나, 반드시 아가미 울혈증에 비례하여 증감되지는 않았다. 스트레스(handling 과 수온차)를 가함에 따라 아가미 울혈증이 실험적으로 유발되어졌으며, 발병률은 50-70% 이었다. 이러한 스트레스 조건하의 어류의 혈액학적 인상은 울혈증 발병빈도에 비례하여 Ht, GOT, GPT, Met-Hb, Alb 및 Glu 치등은 증가되었으나, Tp, Hb 및 Mg 은 감소하는 경향을 보였으며, 온도차가 클수록 cortisol 량이 증가되는 경향을 보였다. 그러나, 병어의 아가미 마쇄액을 복강주사 및 CHSE-214 에 접종하였던 바 각각 울혈증의 발병 및 세포변성이 전혀 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 선별시 handling 과 수온의 급변이 혈중 cortisol 을 상승시켜 혈액의 전해질 변화를 초래케하므로써 혈액의 흐름을 완만하게 되고 동정맥계로의 혈액유입량이 증가하게 되어 중심정맥동이 확장되므로써 울혈이 형성되는 것임을 시사한다.

Key Words : Eel, Congestion, Central venus sinus(CVS), Handling, Water temperature, Stress, Cortisol

최근, 양식 뱀장어에 많이 발생하여 폐사율이 높은 아가미 울혈증은 외관상 발병증상이 뚜렷하지 않으면서도 아가미 중심정맥동(central venus sinuses, CVS)에 심한 울혈을 형성하는데, 발병 양상도 비교적 여름철에 다발되나 봄, 가을에도 발병하는 등 그 발병시기가 일정하지 않고 또한 어체의 크기에 관계없이 발병된다. 특히 당년생 중 성장기 빠른 개체에서 많이 발병되고, 일단

발병되면 누적폐사수가 점진적으로 증가되므로 많은 경제적 손실을 초래한다(Egusa *et al.*, 1989; Ikeda, 1992). 본증의 발병 원인은 지금까지 보고된 아가미부식병(*Flexibacter columnaris*)과 아가미흡충(*Pseudodactylogyrus* spp.)과는 무관한 것으로 밝혀졌다(岡 과 田中, 1986; 大上和 田中, 1987; Foscarini, 1989). 그러나 최근에 내분비의 변화에 인한 무기 이온의 감소(Ikeda,

본 연구는 1993년도 한국학술연구조성비지원(지방대 육성 중점과제)에 의해 수행되었음.

1992)와 여과성 병원체(Tanaka and Egusa, 1992; Inouye *et al.*, 1994) 등에 의해서 발병된다는 보고가 있으나, 그 원인 및 예방 치료대책 등에 관한 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이에 저자들은 본증에 대한 발병원인을 구명하고 아울러 예방대책을 수립하기 위한 일환으로 서해안 일원의 양만장을 대상으로 역학조사를 실시하고, 스트레스(handling 및 온도차) 처리 및 병어에서 분리한 아가미의 마쇄여과액 접종실험등을 실시하였던 바, 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 역학조사

**양만장** : 서해안 일원의 가온 순환여과식으로 사육중인 양만장 5 개를 대상으로 실시하였다.

**병변검사** : 양만장 사육조로부터 무작위로 채집한 뱀장어(100 g 전후)의 경부를 절단하여 헤파린(100,000 IU, Sigma) 처리 튜브에 채혈한 후, 새변을 분리하여 광학현미경(40-100×)으로 울혈증 발병 및 내부장기의 이상유무를 관찰하였으며, 다른쪽 새변은 10% formalin 액에 고정한 후 조직절편을 만들어 haematoxylin-eosin(HE) 염색하여 광학현미경으로 관찰하였다.

**수질분석** : 통상의 방법에 준하여 50℃의 봉상수온온도계, pH meter, DO meter 등을 이용하여 각각 온도, pH 및 DO 를 측정하였고, 암모니아성 질소(NH<sub>4</sub>), 아질산성 질소(NO<sub>2</sub>), 질산성 질소(NO<sub>3</sub>), 총경도(Hd), 망간(Mn), 철(Fe) 및 황화물(S) 등은 CHEMets(Chemtrics, Inc.)를 이용 비색법으로 측정하였다.

**혈액성분 분석** : Haematocrit(Ht)는 microhaematocrit 법, haemoglobin 은 cyanmethemoglobin 법 그리고 methemoglobin(Met-Hb)은 Evelyn 과 Malloy

(1938)의 방법에 준하여 측정하였다. 또한 원심분리(3,000 rpm, 10 분)로 얻어진 혈장으로 총단백은 Biuret 법, 알부민은 BCG 법, glutamic pyruvic transaminase(GPT), glutamic oxaloacetic transaminase(GOT) 등은 Reitman Frankel 법, 마그네슘은 키시딜블루법, 칼슘은 OCPC 법 및 글루코스는 효소법으로 시판 kit(ASAN PHARM. Co., Ltd.)를 이용하여 측정하였다.

### 2. 발병실험

**공시어의 사육** : 아가미 울혈증이 발병되지 않은 양만장에서 뱀장어(100 g 전후)를 구입하여 육안적으로 울혈증상이 없음을 확인한 후, 96 ℓ(60×40×40 cm)의 유리수조에 수온 27℃로 사육하면서 매일 동일한 온수로 2 회 환수하였다.

**스트레스** : 통상적으로 양만장에서 실시하는 선별 방법에 따라서 스트레스(handling 및 온도차)를 가하여 발병여부를 조사하였다(Table 1). 즉 27℃의 사육수를 서서히 22℃로 낮춘 후 무작위로 채집한 뱀장어를 5 분간 공기중에서 심하게 흔든 다음 실험군별로 온도와 시간차에 따라 스트레스를 가한 후 27℃의 수온으로 사육하면서 울혈증 발병여부 및 혈액성분의 변화를 조사하였다. Cortisol 량은 27℃ 수조에 사육중인 뱀장어(100 g)를 15, 18, 20, 22 및 24℃에 5 시간 순차한 후 혈장을 분리하여 Davis 와 Parker(1990)의 방법에 준하여 cortisol-125I-kit(ICN Biochemicals, Inc.)를 이용한 방사성 동위원소법으로 측정하였다.

**아가미 마쇄여과액** : 양만장에서 아가미 울혈증이 심하게 발생한 병어(100 g) 5 마리의 아가미를 분리하여 10 배량의 phosphate buffered saline(PBS, Ca and Mg free, pH 7.2, Sigma)를 첨가 마쇄한 다음 원심(3,000 rpm, 10 분)하여

Table 1. Schedule for the treatment of stress

Group	Stress		Examination day	Sample (No.)
	Handling time (min)	Acclimation temp. (°C), time (hrs)		
I	5	15, 1, 5, 10	0, 1, 3, 5, 7, 9	10
II	5	17, 1, 5, 10	0, 1, 3, 5, 7, 9	10
III	5	20, 1, 5, 10	0, 1, 3, 5, 7, 9	10
IV	5	22, 1, 5, 10	0, 1, 3, 5, 7, 9	10
V*	5	22, none	0, 1, 3, 5, 7, 9	10

\* Control

상청액을 0.45  $\mu\text{m}$  의 filter 로 여과한 후,  $-80^{\circ}\text{C}$  에 보관하고 필요에 따라 사용하였다. 한편, 감염실험은 어체당 0.2 ml 의 여과액을 복강주사하여  $27^{\circ}\text{C}$  에서 사육하면서, 율혈증의 발병여부를 현미경 ( $40-100\times$ ) 하에서 조사하였으며, 대조군은 PBS 를 동량 주사하였다. 세포변성효과는 CHSE-214 (Chinook salmon Embryo) 세포주를 10%의 우태아혈청 (FCS, Difco) 과 penicillin (1,000 IU/ml) 및 streptomycin (1,000  $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) 이 첨가된 minimum essential medium (MEM, Difco) 에  $20^{\circ}\text{C}$  에 배양한 세포에 여과액을 접종하여 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

각 양만장간의 선별시 사용하는 수온이  $15^{\circ}\text{C}$  인 B, C, D 및 E 양만장에서는 60-80%,  $20^{\circ}\text{C}$  로 선별하는 A 양만장에서는 30% 의 발병률을 보여 (Table 2), 사육시와 선별시 수온차가 클수록 발병률이 높았다. 한편 모든 양만장간에 수질 (원수 및 사육조) 은 큰 차이가 인정되지 않은 점 (Table 3) 으로 보아, 큰 증의 발병은 수질환경보다는 선별시의 수온과 밀접한 관계가 깊은 것으로 추정되었다. 간의 병변율도 아가미 율혈증의 발병률과 비례하여 증가하는 경향을 보

Table 2. Relationship between the congestion of gill and liver and the handling temperature among cultured eel farms

Farms	Water Temperature ( $^{\circ}\text{C}$ ) *		Congestion of	
	Culturing	Handling	Gill	Liver
			% No.	% No.
A	27	22/20	30 (3/10)	20 (2/10)
B	27	22/15	60 (6/10)	40 (4/10)
C	27	22/15	60 (6/10)	60 (6/10)
D	27	22/15	70 (7/10)	60 (6/10)
E	27	22/15	80 (8/10)	70 (7/10)

\* Changes in the water temperature during the selection of eels

A, Kunsan; B, Nonsan; C, Buyae; D, Kochang; E, Onyong

Table 3. Comparison of the water qualities among cultured eel farms

Component/Farm	Stocked					Cultured				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
Temperature (°C)	15	14	16	15	16	26	27	26	27	27
pH	7.0	6.8	7.0	6.6	7.1	6.8	7.0	6.6	7.2	6.7
DO*	5.8	5.7	5.6	5.5	5.8	5.7	6.6	5.5	5.8	6.2
Ammonia (NH <sub>4</sub> )*	0.5	0	0.7	0.5	0.2	6	0.7	7.5	5	4.5
Nitrite (NO <sub>2</sub> )*	0	0	0	0	0	6	5.5	6.3	4.8	5
Nitrate (NO <sub>3</sub> )*	1	1	1.5	0.3	0.2	15	16	11	14	12
Total hardness	90	80	100	100	95	100	100	100	105	98
Chloride (Cl)*	10	5	10	2	2	10	10	8	12	10
Iron (Fe)*	0	0.1	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0	0
Sulfide (S)*	0	0	0	0	0	0.3	0	0	0	0.1
Mangan (Mn)*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

\* ppm

A, Kunsan; B, Nonsan; C, Buyae; D, Kochang; E, Onyong

였는데 (Table 2), 이는 Inouye 등 (1994) 이 아가미 및 다른 실질 장기에서도 병변이 관찰되었다는 보고와 일치되었다. 한편, B, C, D 및 E 양만장에서는 울혈증 발병례가 있었으나, 울혈증

발병례가 없었다고 한 A 양만장에서도 비록 저빈도이나 울혈증이 관찰되었는데, 이는 본 질병이 외관상 발병증상이 뚜렷하지 않기 때문에 간과되었을 것으로 추정되었다.

Table 4. Comparison in the blood components of eels, *Anguilla japonica*, cultured in different farms

place	GPT (IU)	GOT (IU)	Tp (g/dl)	Alb (g/dl)	Glu (mg/dl)	Mg (mg/dl)	Ca (mg/dl)	Ht (%)	Hb (g/dl)	Met-Hb (%)
A	95±7	113±15	7.3±0.7	4.0±1.0	202±27	7.6±0.6	6.6±1.3	33.4±4	11.3±1.2	6.6±1.2
B	108±10	131±8	6.1±0.5	3.2±1.2	161±18	6.5±1.1	7.3±1.3	30.4±2	10.6±2.2	7.7±1.5
C	105±6	117±11	6.4±0.5	3.1±0.6	163±18	5.5±0.6	7.8±0.2	31.3±2	10.3±1.2	8.2±1.2
D	118±11	117±7	6.1±0.5	3.4±1.0	195±32	6.3±0.8	9.9±1.3	32.0±3	9.8±2.7	8.7±1.6
E	118±15	131±7	5.4±0.5	3.1±1.2	196±21	6.2±0.8	9.5±1.4	31.0±3	9.6±1.4	9.5±1.8

GPT, glutamic pyruvic transaminase; GOT, glutamic oxaloacetic transaminase; Glu, glucose; Mg, magnesium; Alb, albumin; Tp, total protein; Ht, haematocrit; Hb, haemoglobin; Met-Hb, methemoglobin  
A, Kunsan; B, Nonsan; C, Buyae; D, Kochang; E, Onyong

Table 5. Changes of plasma cortisol in eels acclimated to different temperatures

Temperature (°C)	15	18	20	22	24	27
Concentration (ng/ml)	870 ± 130	790 ± 180	680 ± 210	550 ± 80	460 ± 100	450 ± 40

The fish was acclimated to each temperature for 5 hrs.

Table 6. The outbreak of the gill congestion in eels, *Anguilla japonica* injected with the filtering content

Day	5	10	15	20	25
Group	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)	% (n)
Experimental	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)
Control	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)	0 (0/3)

The filtering contents was prepared from the severely congested gill of eels, *Anguilla japonica*, and filtered with microfilter (0.45 µm).

한편, 각 양만장간의 혈액학적 변화는 선별시 수온차가 높았던(7°C) B, C, D 및 E 양만장에서는 수온차가 낮았던(2°C) A 양만장에 비해 Ht, Hb, Tp, Alb, Mg 및 Glu 치등은 낮은 반면에 GOT, GPT, Ca 및 Met-Hb 치등은 높았으나 반드시 아가미 울혈증에 비례하여 증감되지는 않았는데(Table 4), 이는 각 양만장간의 사육관리 및 환경조건등이 차이가 있기 때문일 것으로 사료된다.

침적 온도차에 비례하여 cortisol 량의 증가(Table 5)는 Janssens 와 waterman(1988) 및 Kenneth 와 Nick(1990) 등의 성적과 일치하는데, 어체가 스트레스(사회적, 화학적 및 물리적) 상태에 놓이게 되면 인지적 자극이 시상하부-뇌하수체-부신축(hypothalamus - pituitary - interrenal, HPI 축)을 활성화시켜 호르몬이 연속적으로 방출

되어 신경내분비계(Sympathetic nerve-chromaffin-catecholamine system, SCC 계)의 급속반응과 스테로이드계(chromaffin-ACTH-cortisol system, CAC 계)의 완속반응에 의해서 에너지와 전해질 변화, 면역기능저하의 생리적 변화가 발생된다는 점[Chiocchia and Motais, 1989; Schreck, 1982; Pickering, 1992]으로 미루어 본종의 발병과 침적온도차는 밀접한 관계를 갖고 있음을 시사하는 바가 매우 크다. 또한 조사한 양만장에서는 선별상자를 이용하여 어체의 크기에 따라서 40-50 일을 주기로 선별을 실시하는데, 특히 출하시기에는 빈번히 시행되고 있어, 이때에 handling, 과밀화, 이동 및 수온차 등에 의해서 많은 스트레스가 가해지므로 수온차외의 handling, 과밀화 및 이동등도 또한 본종과 깊은 관계가 있을 것으로 추정되었다.

Fig. 1. The changes of gill congestions in eels acclimated to different water temperatures and times after handling. Experimental details are the same as described in Table 1. □, control; ▨, 1 hr; ▩, 5 hrs; ■, 10 hrs

여과액 감염실험에서는 *In vitro* 및 *In vivo* 에서 각각 세포변성효과와 아가미 울혈증 발병이 관찰되지 않았으나(Table 6), 27°C 의 수온을 서서히 낮춘 후 22°C 를 5 분간 handling 만의 스트레스를 가한 직후 대조군에서도 50% 의 발병

병률을, handling 을 가한 후 침적수온 및 시간 차에 비례하여 발병률이 60-80% 로 높아졌으며, 또한 사육 경과일수에 따라서 수온차가 5°C 이하의 경우에는 울혈증이 감소되었으나, 5°C 이상의 경우에는 높은 발병률이 지속되었으며(Fig.

1), 율혈중의 발병빈도에 비례하여 GOT, GPT, 알부민, 글루코스, Met-Hb 및 Ht 등은 증가를 Hb, Tp 및 Mg 치등은 감소한 성적(Table 7)은 스트레스시 K, Ca, Tp 및 Glucose 등이 증가하는 반면, Mg 및 Cl 등은 저하되며(江草, 1992), 율혈중시 혈중의 Mg 값이 감소된다는 보고(Ikeda, 1992)와

Table 7. Changes of blood constituents in eels acclimated to water temperature (15°C) for 0, 1, 5 and 10 hrs after handling

Day/Time (hrs)	GOT (IU)	GPT (IU)	Glu (mg/dl)	Mg (mg/dl)	Alb (g/dl)	Tp (g/dl)	Ht (%)	Hb (g/dl)	Met-Hb (%)
0	140±22	130±14	140±13	8.4±1.0	3.0±0.1	4.5±0.4	33±2	9.1±1.5	9.5±1.3
0 1	140±15	134±23	143±20	8.4±1.0	3.0±0.6	4.3±0.4	33±2	9.3±1.5	9.1±1.2
5	165±23	157±20	154±23	8.2±1.2	3.1±0.4	4.2±0.4	34±2	8.7±2.2	9.6±2.2
10	170±15	160±27	168±20	8.1±1.0	3.2±0.6	4.1±0.3	35±1	8.6±1.5	9.8±1.3
0	160±17	128±10	155±15	8.7±0.5	2.8±0.2	4.7±0.4	32±1	9.8±1.5	8.8±1.3
1 1	179±14	135±17	162±28	8.5±0.3	2.9±0.4	4.5±0.5	33±2	9.0±1.5	8.6±2.2
5	200±23	142±18	176±24	8.4±0.5	3.2±0.1	4.4±0.1	33±2	9.2±0.7	8.8±1.3
10	216±22	155±21	185±27	8.4±1.0	3.3±0.1	4.3±0.1	34±2	9.3±0.7	8.8±2.2
0	121±12	105±17	125±13	9.3±0.5	2.3±0.4	5.1±0.4	31±1	10.0±1.5	7.7±2.2
3 1	138±10	115±11	143±19	9.3±0.3	2.7±0.0	5.0±0.4	31±2	10.4±0.9	7.0±1.4
5	140±17	124±16	147±18	9.2±4.9	3.0±0.1	5.0±0.5	32±1	10.7±0.9	7.3±1.3
10	145±13	143±23	158±27	9.1±0.1	3.3±0.5	5.0±0.5	32±2	10.0±1.7	7.5±1.4
0	110±11	93±10	110±13	10.6±0.9	2.2±0.1	5.3±0.4	30±1	10.8±2.2	6.4±2.2
5 1	129±12	118±17	135±18	10.3±0.5	2.7±0.6	5.3±0.4	31±2	10.6±2.2	6.5±1.2
5	136±13	120±21	151±19	10.3±0.5	2.9±0.4	5.3±0.4	32±1	10.0±1.4	6.7±1.3
10	143±10	131±13	167±12	10.2±0.7	3.1±0.6	5.2±0.3	32±2	10.2±2.2	6.9±2.3
0	90±10	92±10	100±22	10.8±0.3	2.1±0.2	5.5±0.4	30±2	11.5±1.4	6.5±1.3
7 1	135±21	120±14	163±19	9.3±0.7	2.9±0.4	5.5±0.5	32±2	9.9±2.6	7.8±2.2
5	145±17	130±15	175±23	9.2±1.2	3.2±0.1	5.4±0.1	32±2	9.2±1.1	7.8±1.5
10	152±13	145±11	188±25	9.1±1.2	3.5±0.1	5.4±0.1	33±3	9.9±1.3	7.9±1.4
0	90±10	92±18	100±11	11.0±0.9	2.1±0.4	5.7±0.4	29±2	12.1±1.4	6.5±1.2
9 1	163±27	130±13	186±25	8.8±0.7	3.2±0.0	5.6±0.4	32±2	9.3±0.7	8.5±0.5
5	175±15	146±17	208±27	8.6±0.9	3.5±0.1	5.6±0.5	33±2	8.6±1.4	8.7±0.7
10	182±10	150±10	220±32	8.4±0.7	3.7±0.5	5.5±0.5	33±2	8.0±1.4	8.8±1.0

GPT, glutamic pyruvic transaminase ; GOT, glutamic oxaloacetic transaminase ; Glu, glucose ; Mg, magnesium ; Alb, albumin ; Tp, total protein ; Ht, haematocrit ; Hb, haemoglobin ; Met-Hb, methemoglobin

일치하고, 또한 병리조직학적으로는 5 분간 handling 만을 실시한 대조군(Fig. 2-A)에서 뿐만 아니라 handling 을 실시후 침지시킨 모든 실험군

에서도 CVS, 입새동맥과 출새동맥이 현저히 확장 되고 혈액으로 충만되어져 있음이 관찰되어졌다 (Fig. 2-B, C).

Fig. 2. Abbreviations used on plates : C, cartilage; CVS, central venous sinus; afFA, afferent filament artery; effFA, efferent filament artery.

- A. Cross section of gill filament in the eel stressed with handling only as control. CVS was markedly dilatated. H-E, 40 $\times$ .
- B. Cross section of gill filament in the eel acclimated at 15 $^{\circ}$ C for 1 hr after handling. CVS was filled with blood and markedly dilatated. H-E, 40 $\times$ .
- C. Cross section of gill filament in the eel acclimated at 15 $^{\circ}$ C for 10 hrs after handling. afFA and effFA were filled with blood and markedly dilatated. H-E, 200 $\times$ .



한편, 본증의 발병기전에 관하여는, 뱀장어는 중심정맥동이 입새측 새변동맥 유래의 무수히 많은 낭의 분지들이 연결되어지며(Lauret and Dunel, 1984; Endo and Uchida, 1986), 혈장 skimming 이 동정맥의 기시부에서 발견되므로 혈류량, Ht 및 Hb 이 낮게 되나, 어체가 스트레스 상태에 놓이게 되면 HPI 축의 활성화로 많은 생리적 변화가 발생되는데 특히 catecholamine 의 동정맥의 혈관확장 및 Acetylcholine 의 출새변동맥의 기부 수축으로 인하여 혈류 저항이 현저히 높아지기 때문에 동정맥계로의 혈류 유입이 증가된다는 보고(Ishimatsu et al., 1988; Olson, 1984)와 본 실험에서 스트레스(Handling 및 온도차)에 의한 입새동맥과 출새동맥이 확장되고 울혈증이 발생한 점과 혈중 cortisol 량의 증가등으로 미루어 혈액의 전해질 변화에 기인한 동정맥계로의 혈액유입량이 증가되어 CVS 가 확장되어진 것으로 추정된다.

이는, Egusa 등(1989)이 울혈증이 발생한 뱀장어에서 아가미의 동-동맥 및 동-정맥 문합계의 손상이 전혀 없었지만, filament 의 중심정맥동과 새정맥동의 혈관이 확장되어 있어 어떤 요인에 의한 생리화적인 맥관계의 기능장애로 울혈증이 발생할 것으로 추론한 점과는 같은 생각이나, Tanaka 와 Egusa(1992) 및 Inouye 등(1994)은 본증이 여과성 병원체의 의해서 발생되었다고 하였는데, 이는 울혈증의 직접적인 원인이라기 보다는 스트레스에 의한 면역능의 저하로 인해서 2차적으로 감염된 것으로 사료된다. 그러므로 뱀장어 아가미 울혈증의 예방대책은 선별시 가해지는 스트레스를 최소화시키는 것이 최선의 대책으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

Chiocchia, G. and Motais, R. : Effect of

catecholamines on deformability of red cells from trout. Relative roles of cyclic AMP and cell volume. J. Physiol., 412 : 321-322, 1989.

Davis, K. B. and Parker, N. C. : Physiological stress in striped bass. Effect of acclimation temperature. Aquaculture, 91 : 349-358, 1990.

Egusa, S., Tanaka, M., Ogami, H. and Oka, H. : Histopathological observations on an intense congestion of the Gills in cultured Japanese eel, *Anguilla japonica*. Fish Pathol., 24(1) : 51-56, 1989.

江草 周二 : 魚病論考 - 水産業 魚病. えら腎炎, pp 18-20, 恒星社 厚生閣, 東京, 1990.

Endo, M. and Uchida, S. : Study on the vascular system in the gills of some teleosts by the resinreplica method. Jap. J. Ichthyol., 33 : 168-173, 1986.

Evelyn, K. A. and Malloy, H. T. : Micro determination of oxyhaemoglobin and sulfhemoglobin in a single sample of blood. J. Biol. Chem., 126 : 655-662, 1938.

Foscarini, R. : Induction and development of bacterial gill disease in the eel (*Anguilla japonica*) experimentally infected with *Flexibacter columnaris*. Pathological changes in the gill vascular structure and in cardiac performance. Aquaculture, 78 : 1-20, 1989.

Inouye, K., Miwa, S., Aoshima, H., Oka, H. and Sormachi, M. : A histopathological study on the etiology of intense congestion of the gills of Japanese eel, *Anguilla japonica*. Fish Pathol., 29(1) : 33-41, 1994.

Ikeda, Y. : 혈액학적 방법에 의한 어류의 건강진단, 한국어병학회, 제 10 회 학술발표 초록집,

- 1992.
- Ishimatsu, A., Iwama, G. K. and Heisler, N. : *in vivo* analysis of partition of cardiac output between systemic and central sinus circuits in rainbow trout. A new approach using chronic cannulation of the branchial vein. *J. Exp. Biol.*, 137 : 75-88, 1988.
- Janssens, P. A. and Waterman, J. : Hormonal regulation of gluconeogenesis and glycogenolysis in carp (*Cyprinus carpio*) liver pieces cultured *in vitro*. *Comp. Biochem. Physiol.*, 91A : 451-457, 1988.
- Kenneth, B. D. and Nick, P. : Physiological stresses in striped bass. Effect of acclimation temperature. *Aquaculture*, 91 : 349-358, 1990.
- Laurent, P. : Gill internal morphology. *Academic press*, vol. 10A, pp. 73-183, 1984.
- 岡 映夫・田中 眞 : 条件性病原體の感染. 發病條件に関する研究. えら病の感染, 發病條件に関する研究, 静岡県水産試験場 浜名湖分場通刊 No. 252 : 1-22, 1986.
- Olson, K. R. : Distribution of flow and plasma skimming in isolated perfused gills of three teleosts. *J. Exp. Biol.*, 109 : 97-108, 1984.
- 大上 皓久・田中 眞 : 条件性病原體の感染. 發病條件に関する研究. えら病の感染, 發病條件に関する研究, 静岡県水産試験場 浜名湖分場通刊 No. 257 : 1-26, 1987.
- Pickering, A. D. : Rainbow trout husbandary. Management of the stress response. *Aquaculture*, 100 : 125-139, 1992.
- Schreck, C. B. : Stress and rearing of salmonids. *Aquaculture*, 28 : 241-249, 1982.
- Tanaka, M. and Egusa, S. : An attempt to pursue the etiology of an intense congestion of the gills in eel. *Fish Pathol.*, 27(1) : 49-50, 1992.

## An investigation of the congestion on the gills of eel

**Young-Gill Kim, Min-Soon Choi, Sung-Woo Park and Keun-Kwang Lee**

*Department of Fish Pathology, College of Ocean Science  
and Technology, Kunsan National University,*

Kunsan 573-400, Korea

In order to elucidate the outbreak mechanisms of a new disease which is characterized by an intense congestion in central venus sinuses(CVS) of gill filaments in cultured eel, these experiments were carried out; epidemically surveyed on the cultured eel farms in the vicinity of Kunsan city and experimentally outbreaked the disease in the stressful condition such as thermal and handling shock and inoculated the supernatant from the homogenate of naturally severe congested gill into eels and onto the monolayer of the CHSE-214. Although the frequency of congestion in eels of B, C, D and E farms were higher than in eels of A farms, the water qualities(stocked and cultured water) among farms were not a great difference. In eels of B, C, D and E farms, the values of haematocrit(Ht), haemoglobin(Hb), total protein(Tp), albumin(Alb), glucose(Glu), magnesium(Mg) were lower and the values of calcium(Ca), methemoglobin(Met-Hb), glutamic pyruvic transminase(GPT), glutamic oxalacetic transminase(GOT) higher than in eels of A farms. These values have not related to the frequency of congestion. An intensive congestion and dilatation in CVS of gill filaments in experimentally handling-stressed eels produced similar histopathological changes to those observed in the spontaneously diseased eel, but not in eels experimentally injected with filtering contents. The cytopathic effect on the CHSE-214 was not observed. In stressed eels the congestion of gill was increased in relation to either the decrease ranges of water temperature or the increase in acclimated times. And increase in Ht, Met-Hb, Alb, Glu, GOT and GPT and decrease in Mg, Hb and Tp were found, which had a close relationship to congestion of gill. Cortisol were increased according to the decrease ranges in acclimated water temperature. From these results, decrease in water temperature during selection placed eels upon the stressed condition, made increase in ionic strength in blood stream, and CVS was dilatated owing to the increased blood inflow.

---

Key Words : Eel, Congestion, Central venus sinuses(CVS), Handling, Water temperature, Stress, Cortisol