

## PC6) 낙동강유역, 남강, 하동, 주남저수지의 붕어와 황소개구리의 vitellogenin 농도와 수질에 대한 상관관계성

정징운, 박흥재\*, 김영식<sup>1</sup>

인제대학교 환경공학부/기초과학연구소,

<sup>1</sup>부산대학교 환경공학과

### 1. 서 론

오늘날 우리 인간이 살아가고 있는 주위환경에서 수많은 화학물질이 존재하고 있다. 최근에 내분비계 장애물질 즉 환경호르몬(Endocrine disruptor)이라 불리는 물질이 생식과 생육이라고 하는 생물생존의 기본적 조건에 영향을 미친다는 사실이 밝혀지면서 새로운 환경문제로 대두되어 세계적인 관심의 초점이 되고 있는 실정이다.

1977년 국제자연보존연맹(International Union Conservation)의 보고에 의하면 현재 지구상에서 약 3천여 종류의 동물과 약 1만5천8백 종류의 식물이 멸종위기에 직면해 있다고 한다.

최근에 미국, 유럽 등에서 발표되어 주목을 받고 있는 내분비계 장애물질은 인간 및 동물의 생체 내에서 작용하여 수컷의 정자 수를 감소시키거나 수컷의 암컷화하여 다음세대의 성장억제 등을 초래하는 것으로 알려져 있어 지구상에서 생명체의 멸종에 큰 영향을 미치는 한 요인으로 인식되기 시작하였다.

내분비계 장애물질에는 광범위한 합성화학물질, 의약품 및 일부 천연물질이 포함하는 것으로 거론되며, 이러한 물질들은 생체 내의 섬세한 hormone계에 영향을 주기 때문에 극미량으로도 생식기능에 이상을 가져 올 수도 있고 급·만성 독성과는 달리 다음 세대에 영향을 발현 할 수 있다는 특성이 있다. 또한 유기 염소계 살충제 및 PCBs와 같이 잔류성이 큰 물질일 경우 자연의 먹이사슬을 통해 동물이나 사람의 체내에 축적되어 야생동물이나 인간에게 생식기능 저하와 기형을 유발하는 것으로 알려져 있다.

따라서 향후 내분비계 장애물질을 검색·선정하여 규제하기 위해서는 우선 적합한 시험법 개발이 이루어져야 하고 환경 중 실태조사, 용량-반응 평가, 노출량 산정 및 위해도 평가 등이 이루어져야 할 것이다.

그래서 본 연구는 vitellogenin(Vtg)과 수질을 통하여 어류와 양서류에 대한 내분비계 장애물질 인 환경호르몬이 미치는 영향에 관한 상관관계를 나타내고자 한다. 수질이 오염 정도에 따라 환경호르몬이 수중생물에 영향을 주는 상관성을 측정하고자 한다.

### 2. 실험방법

#### 2.1. 붕어(Carp, *Carassius auratus*)

낙동강 유역, 남강, 하동지역 그리고 주남저수지에 있는 강이나 호소수에서 2004년 6~8

월까지 각 지역마다 성적으로 성숙한 붕어 20마리씩 채집하여서 혈액을 채취하였다. 붕어의 산란기는 5~7월경이며, 산란성기 조건의 수온은 18~22℃이다. 붕어는 수컷이 암컷보다 매우 적은 편이므로 20마리 중에서 수컷 붕어는 2~6마리 정도이며, 정자형성이 활발한 붕어를 선택하였다. 실험용 붕어의 몸무게는 약 300~400g이다.

## 2.2. 황소개구리(Bullfrog, *Rana catesiveiana* Shaw)

암·수컷의 상단부 뒤편에는 작은 돌기가 있다. 등쪽의 체색은 옅은 녹색 또는 갈색을 나타내며 뒷발 등쪽에는 검은 반점이 있다. 수컷은 배쪽이 어두운 흰색이고 앞발과 목 부분, 배 가장자리는 황금색을 띠며, 암컷의 배 부분도 어두운 흰색을 나타내고 가장자리는 갈색무늬가 분포되어있다. 눈 뒤에는 수컷이 암컷보다 2배 크기의 고막이 있다. 그리고 수컷의 앞발 첫 번째에 발가락에 흑색의 융기 돌기를 볼 수 있다. 활동기인 4~10월까지 서식지 환경 조건은 수온이 14~29℃이며, 유속이 5~10cm/sec 정도로 매우 느리고 수심이 30~50cm 정도의 저수지, 늪에 서식한다. 강이나 호수에서 2004년 6~8월까지 각 지역마다 성숙한 황소개구리 20마리를 채집하여 혈액을 채취하였다. 실험용 황소개구리의 몸 무게는 약 300~400g이며, 길이는 12~20cm이다.

## 2.3. Vitellogenin의 정제(Purification)와 유도(Induction)

성숙한 황소개구리를 1주일에 1회 17β-estradiol(1ml/100g body weight) 주사하였다(Lomax *et al.*, 1998 ; Parks *et al.*, 1999 ; Borin *et al.*, 2000). 붕어도 동일 한 방법으로 17β-estradiol(1:2000 sigma)을 주사했다(Tyler *et al.*, 1996). 상온에서 황소개구리는 심장을 찢어서 혈액을 모으고, 붕어는 아가미와 배를 갈라서 혈액을 모아서 원심분리기를 3,000 xg로 2℃에서 10min간 돌려서 혈청(serum)을 얻었다. 황소개구리와 붕어의 혈청 500μl을 0℃에서 35%의 포화 ammonium sulfate((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)용액을 넣어 50,000 xg로 원심분리 하였다(Marcelro Montorzi *et al.*, 1994). 상등액을 25mM HEPES(N-(2-Hydroxyethyl)piperazine-N'-(2-ethanesulfonic acid)), pH 7.5에 20시간이상 투석시켰다. Ammonium sulfate ppt는 혈액 속에 vitellogenin을 제외한 나머지 불필요한 단백질을 제거하는 일반적인 방법이다.

혈액 속에 염의 농도가 높으면 불필요한 단백질을 응집 침전시킨다. 혈청 700μl에 25mM HEPES의 300μl를 첨가하여 Mono-Q column이 장착된 HPLC로 정제한다. 정제하기 전에 Mono-Q(anion exchange) column, HR 5/5(Pharmacia, Uppsala, Sweden)을 22℃에 1mM PMSF, 1μM leupeptin 완충용액으로 깨끗이 씻어 낸 후 25mM HEPES(pH7.5)에 평형을 잡는다. 시료를 pH 7.5인 25mM HEPES 완충용액에 0.5M NaCl을 직선 기울기로 용출시킨다. 흡광도가 254nm에서 유속율이 2ml/min로 수집한다(Marcelro Montorzi *et al.*, 1994).

## 2.4. 정제한 Vitellogenin로 항원 생성

Vitellogenin(VTG)은 각 시료 100μl의 VTG를 8%의 stacking gel과 12% resolving gel로 SDS-PAGE시켰다. 이때 전류는 40mA이고, coomassi blue로 staining하고 destaining buf-

fer로 rinsing하여 황소개구리와 붕어에 대한 reducing gel로부터 추정된 고 분자량 VTG 단백질 띠를 절개하여 만들었다. 황소개구리는 220kDa의 고분자량 band이고(M. Watts *et al.*, 2003) 붕어는 160 kDa의 고분자량 band가 나타났다(Jean M. W. Smeets *et al.*, 1999).

낙동강(왜관, 고령, 을숙도, 물금), 남강, 하동(섬진강) 그리고 주남저수지(Junam reservoir)에 서식하는 성적으로 성숙한 붕어(*Carassius auratus*)와 황소개구리(*Rana catesbeiana* Shaw) 20마리의 혈액을 채취하여 anti-carp와 anti-bullfrog PAb로 ELISA test 하였다(Scheme 2).

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1. 왜관, 고령지역의 붕어와 황소개구리 ELISA test와 수질

Table 1. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Waegwan.

VTG of carp		(µg/ml)
166.1	6.6	
17	121.8	
≤ 0.1(M)	141.4	
79.1	5.9	
≤ 0.1(M)	≤ 0.1(M)	
87.2	39.3	
≤ 0.1(M)	19.2	
62	114.1	
≤ 0.1	12.1	
8.7	3 (M)	

Table 2. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Goryeong.

VTG of carp		(µg/ml)
255.8	277.6	
20.1	261	
233.1	254.7	
187.2	352.7	
214.2	360.3	
≤ 0.1(M)	≤ 0.1(M)	
187.9	≤ 0.1(M)	
≤ 0.1(M)	≤ 0.1(M)	
187.8	≤ 0.1(M)	

Table 3. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Weagwan.

VTG of bullfrog		(µg/ml)
7.9	597.8	
8.7	359.9	
72	974.3	
≤ 0.1	632.8	
11.6	691	
14.6	398.7	
48.9	263.7	
57.9	1,359.90	
57.9	799.9	
142.9	485.2	

Table 4. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Goryeong.

VTG of bullfrog		(µg/ml)
5.7	262.2	
≤ 0.1	380	
≤ 0.1	799.9	
≤ 0.1	822.2	
≤ 0.1	162.3	
≤ 0.1	111.6	
≤ 0.1	221.9	
98.9	239.1	
1.2	702.9	
64.6	230.1	

Table 5. The water quality at the Weagwan.

(unit : ppm)

Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	5	7.8	13.1	1.3	3.6	6.4	3.698	0.147
2	4	7.7	13.3	1.4	3.8	6.2	3.538	0.188
3	8	7.7	12.3	2.0	4.9	23.9	3.219	0.197
4	14	7.6	9.9	1.4	2.9	13.8	2.888	0.170
5	18	7.2	9.2	1.4	5.6	55.3	3.027	0.182
6	21	6.8	9.3	1.4	4.3	22.6	2.110	0.150
7	22	7.6	8.0	1.0	5.8	39.4	2.317	0.142
8	24	7.4	7.6	1.2	4.7	25.4	2.720	0.155
9	23	7.4	8.2	1.1	5.3	36.8	2.904	0.212

Table 6. The water quality at the Goryeong.

(unit : ppm)

Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	4	7.8	13.6	2.0	5.1	7.6	5.115	0.303
2	4	7.7	12.5	2.4	6.2	10.6	5.851	0.320
3	10	7.7	11.3	2.2	5.2	18.0	3.641	0.258
4	15	8.6	11.2	4.4	6.9	23.8	3.324	0.282
5	17	7.3	8.6	2.4	6.8	83.5	3.326	0.226
6	21	7.6	9.3	1.9	5.0	30.1	3.168	0.230
7	21	7.2	7.9	1.6	7.1	62.4	2.378	0.194
8	25	7.3	7.4	1.3	6.2	35.7	2.737	0.187
9	24	7.1	7.6	1.8	5.9	44.2	2.636	0.226

왜관과 고령지역의 수컷 붕어는 VTG의 농도가 0.1 $\mu$ g/ml이하로 나타났으며, 왜관의 수컷 황소개구리는 VTG 농도가 0.1~142.9 $\mu$ g/ml로 나왔고, 고령의 수컷 황소개구리의 VTG 농도는 0.1~98.9 $\mu$ g/ml로 나타났다.

왜관지역에 수질환경을 살펴보면 pH는 월별과 수온에 관계없이 기준치에 적합하고 용존산소량은 1.5~2.5배 정도 비교적 높게 나타나고, 생물화학적 산소 요구량은 상수원수 2급수에 해당한다.

화학적 산소요구량은 수질 기준치 6 $\mu$ g/ml이하로 적합하다. 그러나 부유물질량이 5월, 7월, 9월에는 1.5~2.2배로 상당히 크게 나타나며, 3월, 6월, 8월에는 기준치인 25 $\mu$ g/ml이하에 육박하고 있다. T-N은 3.5~6.0배로 아주 높게 나타났으며, T-P는 2.8~4.2배의 농도로 나타났다.

고령지역에서는 pH가 4월을 제외하고는 기준치에 적합하다. DO도 1.5~2.7배로 상당히 높게 나타났으며, BOD는 4월을 제외하고는 상수원수 2급수에 해당하며 COD도 상대적으로 낮으나 2월, 4~5월, 8월에 약간 높게 나타났다. 그러나 부유물질량이 5~9월 사이에는 1.2~3.3배 정도 높게 나타나고 있다. T-N은 전반적으로 3.9~8.5배로 매우 높게 나타났으며, T-P는 3.6~6.4배로 나타내었다(Table 10). 이것은 왜관, 고령지역에 부유물질량, T-P, T-N등이 많은 것은 유기물을 함유하고 있다고 볼 수 있다.

### 3.2. 을숙도, 남강의 붕어와 황소개구리 ELISA test와 수질

Table 7. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Eulsukdo.

VTG of carp		( $\mu\text{g/ml}$ )
$\leq 0.1$	$\leq 0.1$	
81.2	$\leq 0.1(\text{M})$	
$\leq 0.1(\text{M})$	$\leq 0.1(\text{M})$	
$\leq 0.1(\text{M})$	$\leq 0.1$	
215.4	142.8	
149.4	3.3	
$\leq 0.1(\text{M})$	124.8	
$\leq 0.1(\text{M})$	36.4	
$\leq 0.1$	$\leq 0.1(\text{M})$	
$\leq 0.1$	$\leq 0.1(\text{M})$	

Table 8. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Nam river.

VTG of carp		( $\mu\text{g/ml}$ )
$\leq 0.1(\text{M})$		228.8
$\leq 0.1(\text{M})$		249.2
$\leq 0.1(\text{M})$		249.5
$\leq 0.1(\text{M})$		276.9
$\leq 0.1(\text{M})$		342.3
415.3		397.5
414.3		377.9
298.7		313.2
196.6		226.7
250.7		260.1

Table 9. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Eulsukdo.

VTG of bullfrog		( $\mu\text{g/ml}$ )
48.9	427	
7.2	264.4	
$\leq 0.1$	409.8	
6.4	298.7	
$\leq 0.1$	435.2	
$\leq 0.1$	146.6	
$\leq 0.1$	776.4	
73.5	655.2	
109.3	334.5	
202.5	500.8	

Table 10. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Nam river.

VTG of bullfrog		( $\mu\text{g/ml}$ )
$\leq 0.1$		972.1
30.3		827.4
26.5		336.8
57.1		458.3
$\leq 0.1$		626.8
$\leq 0.1$		542.6
$\leq 0.1$		481.4
128.7		450.9
62.3		235.3
22.1		744.7

을숙도(하구연)와 남강의 수컷 붕어의 VTG의 농도가  $0.1\mu\text{g/ml}$  이하로 나타났고, 을숙도의 수컷 황소개구리 VTG의 농도는  $0.1\sim 202.5\mu\text{g/ml}$ 이고, 남강은  $0.1\sim 128.7\mu\text{g/ml}$ 로 나타났다.

을숙도에서 수질환경을 살펴보면 pH농도는 기준치 범주에 있으며, DO는 1.0~3.7배 이상이나 9월에는 기준치  $5\mu\text{g/ml}$ 이상의 조금 아래에 용존하고 있다. BOD는 기준치  $6\mu\text{g/m}$  이하로 나타났으나, COD는 1~2월, 5월, 7월, 9월은 기준치  $6\mu\text{g/ml}$ 이하를 약간 상회한다. 부유물질량은 5월, 7월, 9월이 1.8~4.0배로 많이 나타났으며, T-N은 1~9월까지 농도가

Table 11. The water quality at the Eulsukdo.

(unit : ppm)

Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	2	8.7	16.5	3.3	6.5	13.5	4.602	0.089
2	3	8.6	18.3	5.5	6.4	22.0	4.640	0.101
3	8	7.7	18.7	2.0	4.7	10.0	3.974	0.080
4	13	9.0	13.0	3.5	3.7	11.0	3.058	0.090
5	16	7.1	10.4	1.2	6.2	44.5	4.059	0.139
6	23	7.9	10.9	2.1	3.8	8.0	3.272	0.079
7	20	6.9	8.7	0.6	6.3	72.5	2.517	0.126
8	27	7.9	5.5	0.4	3.0	14.0	2.502	0.047
9	23	6.9	4.2	0.5	6.5	104.1	2.940	0.150

Table 12. The water quality at the Nam river.

(unit : ppm)

Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	4	7.4	11.9	0.7	2.4	2.7	1.248	0.012
2	3	7.9	12.7	0.9	2.4	2.0	1.056	0.009
3	6	8.0	12.4	0.8	2.2	2.7	1.472	0.008
4	11	7.6	9.5	0.8	2.8	2.7	1.472	0.008
5	18	7.4	8.8	1.0	3.2	4.0	1.216	0.024
6	20	8.3	6.4	0.8	2.9	6.7	1.408	0.033
7	19	7.2	8.3	0.8	2.6	21.3	1.075	0.019
8	24	8.1	5.2	1.1	3.3	4.0	1.424	0.020
9	22	7.9	9.6	1.1	3.1	9.3	1.286	0.027

4.1~7.7배로 매우 높은 수치를 보이며, T-P의 농도가 1.6~3배정도 높게 나왔다.

남강의 경우 pH의 기준치 농도에 적합하며, DO도 기준치 5 $\mu$ g/ml이상이다. BOD와 COD도 기준치 6 $\mu$ g/ml이하이며, 부유물질량도 기준치 25 $\mu$ g/ml이하 이다. T-N는 기준치 농도보다 1.8~2.5배로 높게 나왔으며, T-P는 모두 기준치 0.05 $\mu$ g/ml이하로 나타났다.

을속도는 남강보다 부유물질량, T-N, T-P가 높게 나타났고, 수질이 낮으므로 유기물질이 상대 많아 BOD와 COD의 수치가 높다.

### 3.3. 하동, 주남저수지의 붕어와 황소개구리 ELISA test와 수질

하동지역에 수컷 붕어의 VTG의 농도는 0.1~5.2 $\mu$ g/ml(Table 17), 주남저수지는 0.1 $\mu$ g/ml이하 이며, 하동에서 수컷 황소개구리의 VTG 농도는 0.1~714.8 $\mu$ g/ml이고(Table 19), 주남저수지의 수컷 황소개구리 VTG의 농도가 0.1~67.6 $\mu$ g/ml로 나타났다.

하동의 수질환경은 pH는 기준치에 부합하며, DO도 기준치 5 $\mu$ g/ml이상에 1.2~2.8배로 높게 나타났다. BOD와 COD는 기준치 6 $\mu$ g/ml이하에 상응하며, 부유물질량도 기준치 25 $\mu$ g/ml이하로 나타났다. T-N은 기준치 0.6 $\mu$ g/ml이하에 2.1~7.3배로 매우 높게 나타났으며, T-P의 경우에는 기준치 0.05 $\mu$ g/ml 이하에서 검출되었다.

Table 13. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Hadong.

VTG of carp		( $\mu\text{g/ml}$ )
48.5	273.9	
$\leq 0.1(\text{M})$	81.9	
250.9	266.8	
212.9	17.7	
12.3	190.5	
1.1	3	
243	$\leq 0.1(\text{M})$	
38.8	$\leq 0.1(\text{M})$	
18	1.2(M)	
210.8	5.2(M)	

Table 14. Concentration of carp's vitellogenin by ELISA test at the Junam reservoir.

VTG of carp		( $\mu\text{g/ml}$ )
$\leq 0.1(\text{M})$	59.2	
$\leq 0.1(\text{M})$	337.6	
$\leq 0.1(\text{M})$	268.4	
$\leq 0.1(\text{M})$	271.5	
$\leq 0.1(\text{M})$	$\leq 0.1(\text{M})$	
261.6	$\leq 0.1(\text{M})$	
$\leq 0.1(\text{M})$	115.6	
2.3	19.6	
30.7	270.8	
$\leq 0.1(\text{M})$	42.3	

Table 15. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Hadong.

VTG of bullfrog		( $\mu\text{g/ml}$ )
62.3	1,497.80	
$\leq 0.1$	378.5	
$\leq 0.1$	512	
$\leq 0.1$	509	
$\leq 0.1$	1092.2	
$\leq 0.1$	516.5	
33.3	477.7	
$\leq 0.1$	711.9	
714.8	4.9	
$\leq 0.1$	538.9	

Table 16. Concentration of bullfrog's vitellogenin by ELISA test at the Junam reservoir.

VTG of bullfrog		( $\mu\text{g/ml}$ )
67.6	474.7	
$\leq 0.1$	733.5	
$\leq 0.1$	250.3	
13.9	427	
10.1	267.4	
$\leq 0.1$	261.4	
$\leq 0.1$	391.2	
$\leq 0.1$	466.5	
$\leq 0.1$	765.5	
44.4	383.7	

Table 17. The water quality at the Hadong.

(unit : ppm)								
Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	3	7.0	12.4	0.6	2.5	4.8	2.334	0.046
2	5	7.4	14.0	1.2	6.5	26.4	4.350	0.018
3	12	6.8	10.5	1.5	3.7	10.8	2.619	0.020
4	16	8.0	10.5	0.9	3.6	10.8	2.700	0.018
5	19	8.4	7.6	0.5	4.2	19.6	2.142	0.057
6	22	8.4	6.1	1.2	4.1	8.4	3.564	0.020
7	26	7.1	6.0	0.9	3.7	7.2	3.978	0.074
8	25	7.9	6.9	0.9	4.4	9.2	3.564	0.028
9	22	7.9	7.6	0.9	3.1	4.0	1.584	0.049

Table 18. The water quality at the Junam reservoir.

(unit : ppm)

Month	Temp	PH	DO	BOD	COD	SS	T-N	T-P
1	4	6.8	11.4	1.3	4.5	2.0	0.427	0.039
2	4	7.6	11.8	3.4	6.2	10.4	0.689	0.071
3	8	7.1	9.0	2.5	5.5	12.4	0.696	0.056
4	14	7.1	8.8	2.0	4.6	16.6	0.501	0.069
5	22	8.1	9.4	2.4	7.3	3.0	1.370	0.145
6	27	7.7	9.0	4.4	11.3	12.0	2.896	0.138
7	24	7.3	7.2	6.8	9.0	12.8	2.621	0.259
8	27	7.5	5.4	1.7	5.9	5.6	0.876	0.140
9	27	7.4	8.8	3.3	7.5	14.0	1.130	0.156

주남저수지의 수질환경은 pH의 기준치 6.5~8.5에 적합하며, DO는 기준치 5 $\mu$ g/ml이상 에 1.08~2.3배로 높게 나타났다. BOD는 기준치 6 $\mu$ g/ml이하인데 7월만 6.8 $\mu$ g/ml로 나타났고, COD도 기준치 6 $\mu$ g/ml이하데 2월에 6.2 $\mu$ g/ml, 5~7월에 7.3 $\mu$ g/ml, 11.3 $\mu$ g/ml, 9.0 $\mu$ g/ml, 9월에는 7.5 $\mu$ g/ml로 나타내었다. 부유물질량은 기준치 15 $\mu$ g/ml이하인데 4월만 16.6  $\mu$ g/ml로 나왔고, T-N은 기준치가 0.6 $\mu$ g/ml이하인데 5~9월에 1.9~4.8배로 높게 나타났으며, T-P는 기준치가 0.05 $\mu$ g/ml이하인데 2.8~5.2배로 매우 높게 검출되었다.

주남저수지의 수질이 하동지역의 수질보다 부유물질량, T-P가 높게 나타나 BOD와 COD가 높은 수치로 검출되었다.

#### 4. 결 론

오늘날 우리들의 환경이 산업의 발달함에 따라서 더욱 더 악화 되어가고 있다. 그러므로 유기화학물질이 수질이나 대기에 배출되어 동물이나 식물에 많은 악 영향을 미치고 있는 실정이다. 그래서 화학물질을 보다 덜 배출하여 농도를 낮추고, 인체에 해로운 물질들의 규제를 더 강화 할 필요가 있다.

앞으로 우리들의 과제는 대체물질 개발과, 사전 예방을 하고 감시 감독을 철저히 해야 하며 새로 발견된 물질들에 대한 분석법과 진단법 개발이 중요하다.

왜관, 하동은 상관계수는 있으나, 상관성은 높지 않다. 고령, 남강, 을숙도, 주남저수지에 서 수컷 붕어의 VTG 농도가 0.1 $\mu$ g/ml이하이므로 상관관계가 성립되지 않는다.

수컷 황소개구리의 Vtg농도가 하동, 을숙도, 왜관에서 714.8, 202.5, 183.1, 156.3, 142.9 $\mu$ g/ml으로 높고, 고령, 남강, 주남저수지 상대적으로 낮게 나타났다. 그러나 하동은 평균적으로 Vtg농도 낮아 상관성이 낮게 나타나고, 왜관은 수온과 DO와의 상관성이  $P < 0.01$ 이고, 을숙도는 VTG농도와 수질 인자의 T-N의 상관성이  $P < 0.05$ 로 나타났다. 그리고 담양은 pH, DO의 상관성은  $P < 0.05$ 이고, SS는  $P < 0.01$ 이다. 특히 주남저수지의 상관성이 수온, DO, SS, T-P가  $P < 0.05$ 로 나타났다.

수컷 붕어보다 수컷 황소개구리가 Vtg 농도가 높고 신뢰도가 크게 나타났다. 붕어의 경우에는 물속에서 서식하므로 황소개구리보다 상대적으로 유기화합물에 노출되는 농도가

낮아 Vtg 생성이 낮게 나타나고, 황소개구리는 저습지나 유속이 매우 느린 지역에서 서식하므로 환경호르몬(유기화합물)이 침강하여 노출되는 농도가 상대적으로 높아 Vtg의 생성이 크게 나타나고 있다.

본 논문에서 연구한 어류와 양서류에 대한 환경호르몬 monitoring은 Vitellogenin의 농도로 환경호르몬에 노출된 오염정도를 경제적이며, 빠르고, 간단히 검출하며, 선택성과 정량적으로 강력한 분석 기술 구성하며 광범위하게 이용 할 수 있다.

### 참 고 문 헌

- C. R. Tyler., B. van der Eerden., S. Jobling., G. Panter., J. P. Sumpter., 1996, Measurement of vitellogenin, a biomarker for exposure to oestrogenic chemicals, in a wide variety of cyprinid fish, *J Comp Physiol B*, 166, 418-426.
- Marcero M., Kenneth., H. F. and Bert L. V., 1994, xenopus leavies vitellogenin is a zinc protein, *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 200(3), 1407-1413.
- M. Watts, N. W. Pankhurst, A. Pryce, B. sun, 2003, Vitellogenin isolation, purification and antigenic cross-reactivity in three teleost species, *Comparative Biochemistry and Physiology*, 134, 467-476.
- Jean M. W. Smeets, Tanja Rouhani Rankouhi, Krista M. Nichols, Hans Komen, Norbret E. Kaminski, john P. Giesy, and Martin van den Berg, 1999, In vitro vitellogenin by carp(*Cyprinus carpio*) hepatocytes as a screening method for determining(anti)estrogenic activity of xenobiotics, *Toxicology and Applied Pharmacology*, 157, 68-76.
- Ilizabete Magalhaes, Marie-Laure Ledrich, Jean-Claude Pihan, jairo Falla, 2004, One-step, non-denaturing purification method of carp(*Cyprinus carpio*) vitellogenin, *Journal of Chromatography B*, 799, 87-93.
- Nadine Lambett, Titan S. Fan, Jean-Francois Pilette, 1997, Analysis of PCBs in waste oil by enzyme immunoassay, *The Science of the Total Environment*, 196, 57-61.
- Milan Franek, Vladmir Pouzar, Vladmir Kolar, 1997, Enzyme-immuno-assays for polychlorinated biphenyls: structural aspects of hapten-antibody binding, *Analytica Chimica Acta*, 347, 163-176.
- Marcero Montorzi, Kenneth., H. F. and Bert L. V., 1995, Vitellogenin and lipovitellin: Zinc protein of xenopus laevis oocytes, *Biochemistry*, 34, 10851-10858.