

## 전북지방에서 사육중인 양식뱀장어의 fluoroquinolones 잔류조사

최민순<sup>†</sup> · 황정욱 · 남현주 · 최상훈 · 윤종만 · 박경일 · 박성우 · 박관하

군산대학교 해양과학대학 수산생명의학과

## Survey of fluoroquinolones residues in cultured eels from the Jeonbuk province

Min-Soon Choi<sup>†</sup>, Jung-Wook Hwang, Hyun-Ju Nam, Sang-Hun Choi, Jong-Man Yun, Gyung-Il Park, Sung-Woo Park and Kwan-Ha Park

Department of Aquatic Life Medicine, Kunsan National University, Kunsan, 573-701, Korea

The aim of this study was to acquire level on the occurrence of five fluoroquinolones(FQs) residue among cultured eels in Jeonbuk province. Samples were collected from the four local area(Kunsan, Gochang, Wanju and Osu) and surveyed on the distribution of FQs residual level in edible muscle using HPLC method. A total of 90 samples of eel was monitored for detection of the FQs residue. Among them, 30 eels(33.3%) were detected the FQs single or paired, respectively. The detection ratios were showed Osu(40%, 8/20), Gochang(33%, 13/44), Wanju(30%, 6/20) and Kunsan(30%, 3/10) in order, respectively. The ratio was equivalent to over 30% of overall in sampled area. The most frequently detected FQs were perfloxacin(PF) followed by enrofloxacin(EF), ciprofloxacin(CF), ofloxacin(OF) and norfloxacin(NF). Eight different combinations of FQ residual patterns were observed as single(5 type, 21%) or as paired(3 type, 12.5%) respectively and frequently encountered patterns were PF(37%) and PF-EF(23%). The residual level of FQs was evaluated in the range of 1-75 ug/kg and the most prevalent levels of FQs was found in 1-25 ug/kg(35 fish, 85%) followed by 26-50 ug/kg(5 fishes, 11%) and 51-75 ug/kg(1 fishes, 3.3%). These results could be possible that the cultured eels were mostly exposed with PF, EF and CF, and might be treated with a variety of fluoroquinolones for prevention of bacterial disease.

*Key words:* Fluroquinolones, Cultured eels, HPLC

플루오로퀴놀론계 항균물질은 그람음성 및 양성세균에 대한 광범위한 항균력을 가지고 있을 뿐만 아니라, 기존의 사용되어진 설파제, 아미노글리코사이드계, 테트라사이클린계 항생물질 등에 대한 내성균에 대해서도 탁월한 효과를 나타내기 때문에 각종 세균성 질병의 예방 및 치료제로서 널리 이용되고 있다(Austin *et al.*, 1983; Ueno *et al.*, 1989; Goldstein *et al.*, 1997). 그렇지만, 이들 fluoroquinolones를 지속적으로 투여함에 따라서 잔류 약제들이 퇴적물과 함께 축적되어

짐에 따라 fluoroquinolones의 일부약제에 대해서 내성균의 출현으로 인해서 각종 세균성 질병으로 매년 경제적으로 막대한 피해가 발생되고 있다(Barnes 1992; Merriam, CV. 1997).

최근 EU 및 선진국에서는 효율적인 질병관리와 식품 내 잔류약제의 저감화를 위해서 수산식품 중에 존재하는 fluoroquinolones의 정확한 잔류량의 정량 분석 이행을 위한 다각적인 연구가 진행되었다(Turnipseed *et al.*, 1988.; Souza *et al.*, 1989; Barbosa *et al.*, 1998). 나아가 수산식품의

<sup>†</sup>Corresponding Author : Min -Soon Choi, Tel : 063-469-1883,  
E-mail : Choims@Kunsan.ac.kr

위생안전 차원에서 이들 잔류약제들이 어체 내에 잔존할 가능성이 매우 높은 동물용 의약품에 대한 안전 휴약 기간과 잔류허용기준을 설정하여 법제화 되었다(EMEA, 2002). 이에 따라 국내의 경우 수출입시 발생할 수 있는 무역마찰에 대비하기 위한 해산어패류 등의 수산식품을 대상으로 분석조건의 표준화 등에 대한 대책마련을 위한 다각적인 검토가 진행되고 있다(손성완, 1999; 김 등, 2002; 서 등 2002; 조 등 2006).

한편, 국내의 경우도 동물용 의약품으로 사용되고 있는 fluoroquinolones는 약 280여종의 품목이며, 그 중 ciprofloxacin(47) 품목, enrofloxacin 72품목 및 norfloxacin(79) 등이 대략적으로 60% 정도를 차지하고 있으며, 그중 효능이 인정된 일부의 fluoroquinolone약제 등은 어병치료를 위해 이용되고 있다(동물약품편람, 2000). 그렇지만 이들 fluoroquinolones 등에 대한 내성균의 출현이 증가되는 것으로 보고되었다(허 등, 1998). 특히 뱀장어의 경우 가온양식을 하기 때문에 어체의 일령 및 계절에 관계없이 연중 에드워드증, 콜롬나리스증 및 연쇄구균증 등의 원인균에서 내성 발현이 심각하여서 대책마련이 시급한 것으로 사료되고 있다(최 등, 1996, 박과 허, 2004). 더욱이 최근 수출입 수산식품 중 해산어 뿐만 아니라 담수어에 있어서도 malachite green 및 중금속과 같은 각종 유해요소의 체내잔류에 대한 문제가 빈번하게 대두되고 있는 상황으로 자칫 수산물의 안전성에 대한 불신이 증폭되어질 가능성이 매우 높다(정 등, 2006).

이에 본 연구에서는 뱀장어 양만장에서 활용

되고 있는 fluoroquinolones 약제의 사용실태를 조사하기 위한 일환으로써 전북일원에서 사육중인 양식뱀장어를 대상으로 어체 내 잔류분포도를 조사하였던 바 그 결과를 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 어체의 구입

2006년 6월부터 10월 사이 전북일원의 가온식 양만장에서 사육중인 200g내외의 양식뱀장어를 활어상태로 실험실로 운반하였다(Table 1). 운반된 뱀장어는 경추를 절단하여 방혈하여서 희생시켰다. 어체의 가식부의 체근육을 채취하여 -70°C로 냉동보관하면서 실험에 이용하였다. 이때 각 어장당 5미씩 채취하였다.

### 2. 공시시약

플루오로퀴놀론 표준품 ciprofloxacin, enrofloxacin, norfloxacin, ofloxacin 및 pefloxacin등을 Sigma(USA) 사로부터 구입하였다. 분석에 이용된 n-hexane, methanol, acetoitril, chloroform(Merck Germany), 테트라하이드로퓨란, 에틸아세테이트, 프로판올, 디클로로메탄 및 3차 증류수 등은 HPLC grade(J.T. Baker, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

### 3. HPLC 측정을 위한 시료 전처리

뱀장어 어체 내에 잔류하는 fluoroquinolones의 추출 및 분석은 이 등(2005)의 방법에 준하였다. 즉 뱀장어 근육 10 g을 잘게 세절

**Table 1.** Sampling area and eel number

Area	Eel number / Farm No.
Gochang	40(8)
Osu	20(4)
Wanju	20(4)
Kunsan	10(2)
Total	90(18)

후 dichloromethane 20ml 첨가하여 homogenizer(Potron pT 3000, Switzerland)로 5분간 균질화시킨 후에 시료 균질액을 원심분리(8,000rpm, 20분) 후 상층액을 만을 취하였다(2회 반복). 한편, 지질성분을 제거하기 위해서 n-hexane과 chloroform (9:1) 용액을 첨가하여 3분정도 강하게 흔들고 정치시킨 후 하층액을 회수하였다. 지질이 제거된 하층액은 감압농축기(EYELA, model N-2NW, Japan)로 농축하여 500 ul 정도 남긴 후 이동상을 가하여 약 3 ml이 되게 한 후 0.22 um 시린지 필터로 여과한 후 분석하였다.

#### 4. HPLC analysis

HPLC 재료와 분석조건은 조 등(2006)의 방법을 다소 보완하여 시행하였다. 간기하면, 뱀장어 근육 중 fluoroquinolone의 분석은 형광검출기가 장착된 HPLC(Waters 510)로 분석하였다. Mobile phase는 Methanol과 Acetonitrile (0.4%-triethylamine + 0.4% phosphoric acid)을 79 : 21비율로 합하여 사용하였다. 분석조건은 C18 column (Shiseido UG C18, 4.6 IDx250 mm)과 형광검출기(Waters 474 Fluorescence detector Ex 278 nm, Em 455 nm)를 사용하였다. 유속은 1분당 1 ml의 속도로 조정하였고, 시료는 50 ul를 주입하여 25분간 분석하였다.

#### 5. 분석 조건

분석조건은 통상적인 권장기준에 준하여 시행

하였다. 즉 검출한계는 Signal(S)/Noise(N)≥3의 농도로 설정하였다. 회수율은 전처리한 시료를 HPLC에 주입하여 표준용액과 머무름 시간을 비교하여 정성 확인 한 후, 해당 peak의 면적값을 표준용액의 직선 회귀방정식에 대입하여 농도를 구한 후 다음의 식에 따라 산정하였다. 회수율(%) = (시료에 회수된 FQs의 농도/ 시료에 첨가된 FQs의 농도) X 100. 한편 상관관계는 크로마토그램에서 각각의 농도별 평균 면적을 구하여 X 축을 농도, Y축을 면적으로 하여 작성하였다. 한편, 본 실험에서의 5종의 FQs에 대한 검출 한계는 5 - 10ppb 이었으며, 회수율은 78.2±5.5 - 88.5±3.9로 나타났으며, 또한 상관계수 ( $r^2$ )은 0.9989 - 0.9998 범위의 직선상을 보였다 (Table 2)

## 결 과

전라북도의 4개 지역에서 양식중인 뱀장어를 수집하여서 PF, EF, CF, OF 및 NF등의 5종류의 quinolones에 대해서 HPLC법으로 잔류약제를 조사하였던 바 Fig. 1과 같다. 즉 총 90마리의 뱀장어 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%의 검출율을 보였다. 한편, 지역별 검출율은 오수 40%(8/20미), 고창 33%(13/40미), 완주 (6/20) 및 군산 30%(3/10미) 순으로 나타났으며, 지역 간에는 큰 차이를 보이지 않았다.

FQ제제가 검출된 30마리의 뱀장어로부터의

**Table 2.** The detection limit (ppb), recovery rate (%) and correlation coefficient ( $r^2$ )

FQs/analysis	Detection limit (ppb)	Recovery (%)	Correlation coefficient ( $r^2$ )
Pefloxacin	10	82.3±4.8	0.9989
Enrofloxacin	5	78.2±5.5	0.9996
Ciprofloxacin	5	81.6±3.7	0.9998
Ofloxacin	10	84.4±6.5	0.9997
Norfloxacin	5	88.5±3.9	0.9998

Data from triplicate analyses (mean ± S.D.)

**Table 3.** Patterns of fluoroquinolones residue in the cultured eels from the different local areas in Jeonbuk province.

drug	number	%(n/30)	%(n/90)
PF	11	37	12.2
EF	3	10	3.3
CF	3	10	3.3
OF	1	3	1.1
NF	1	3	1.1
PF + EF	7	23	7.7
PF + CF	2	7	2.2
CF + OF	2	7	2.2
Total	30	100	33.1

Abbreviation; PF : Pefloxacin, EF : Enrofloxacin, CF : Ciprofloxacin, OF : Ofloxacin, NF : Norfloxacin

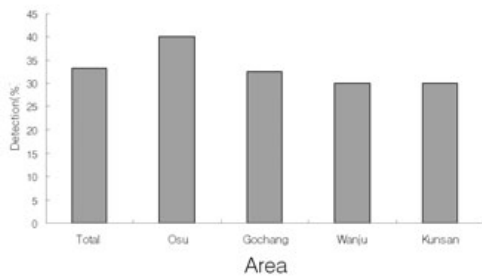


Fig. 1. Detectional percentage of fluoroquinolones in the cultured eels from the different local areas in Jeonbuk province

잔류약제의 출현 유형은 Table 3과 같다. 즉 검출된 FQ 제제의 각 약제유형은 8유형으로 나타났다. 이 중 단일제제는 총 19(21%)마리가 검출되었으며, PF> EF 및 CF> OF 및 NF 순으로 각각 37%(11미), 10%(3미) 및 3%(1미)의 출현율을 보였다. 2종의 혼합제제는 총 11(12.5%)마리가 검출되었으며, 이 중 PF-EF> PF-CF 및 CF-OF 순으로 각각 23%(7미) 및 7%(2미)의 출현율을 보였다. 한편, 본 조사에서 PF 및 PF-EF 유형이 각각 37% 및 23%로 전체의 60%의 고빈도의 출현율을 보였다. 이러한 결과는 통상적으로 양만장에서는 콜롬나리스, 에드워드증 및 연쇄구균증 등의 세균성 질병이 빈발하는데, 일단 질병이 발병

하게 되면 두 가지 이상의 세균성 질병이 연쇄적으로 발병하는 경향이 많다. 따라서 조사대상 지역에서 PF 및 PF-EF의 출현이 높았던 것은 이들 약제들을 단독 또는 혼합하여 사용하였기 때문으로 사료된다.

지역별 FQ제제의 출현 유형은 Fig. 2와 같다. 즉 고창지역의 경우 총 5유형을 보였으며, PF-EF>, PF>, EF, CF 및 PF-CF순으로 각각 10%(4/40미), 7.5%(3/40미) 및 5%(2/40미)의 출현율을 보였다. 오수지역의 경우는 2유형으로 PF> PF-EF 순으로 각각 30%(6/20미) 및 10%(2/20미)의 출현율을 보였다. 완주지역의 경우는 5유형으로 PF-EF> PF, EF, CF 및 CF-OF 순으로 각각 10%(2/20미), 5%(1/20미) 및 5%(1/20미)의 출현율을 보였다. 군산지역의 경우는 PF, OF 및 NF의 단일제제만이 각각 10%(1/10미)의 출현율을 보였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 Osu지역의 경우 타 지역에 비해서 주로 PF 및 EF의 약제를 사용 한 것으로 추정되어진다.

FQ이 검출된 어체로 부터 단일제제의 출현 빈도를 조사한 결과는 Fig. 3과 같다. 즉 단일제제별 약제 검출율은 총 45.5%(41/90) 개체에서 FQ가 검출되었다. 각 약제별로 출현빈도를 보면 PF가 20미(47%)로 고빈도 출현을 보였고, EF 및

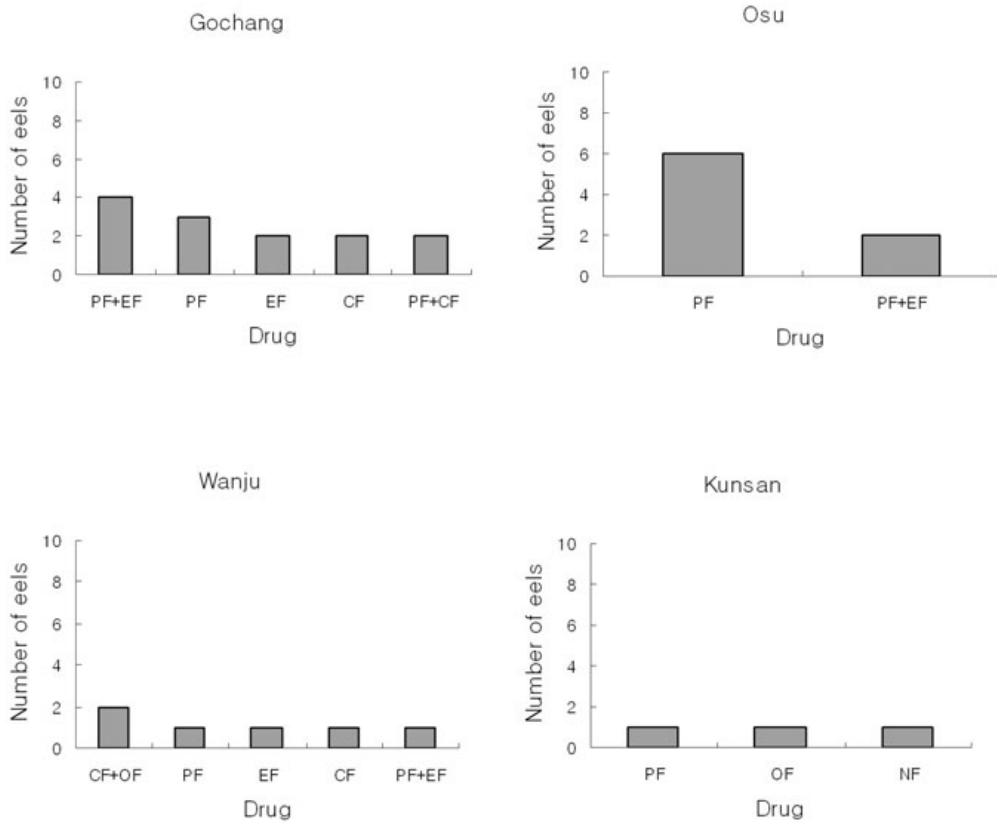


Fig. 2. Patterns of fluoroquinolones residue in the cultured eels from the different local areas in Jeonbuk province.

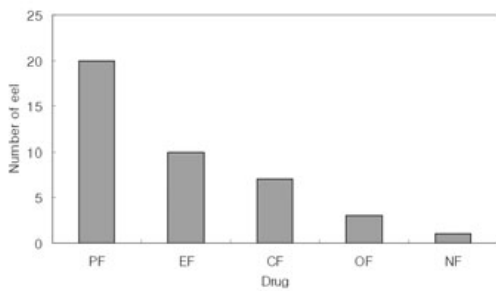


Fig. 3. The number of each fluoroquinolone residues in the cultured eels from the Jeonbuk province.

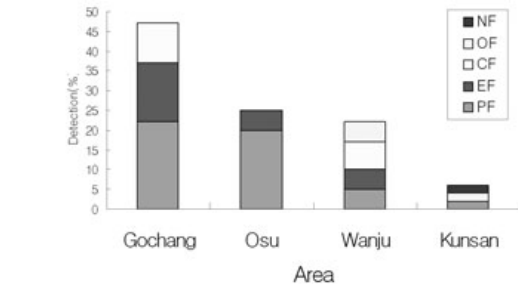


Fig. 4. The frequency of detected each fluoroquinolone in the cultured eels from the different local areas in Jeonbuk province.

CF가 각각 10미(27%)와 7미(17%)로 중등도의 출현을 보였으며, OF와 NF는 각각 3미(7%) 및 1미(2%)의 저빈도 출현을 보였다. 따라서 전북 지역에서는 PF, EF 및 CF가 많이 검출된 점으로

미루어 질병의 예방 및 치료를 위해서 자주 이용하는 것으로 추정되었다.

지역별 검출된 FQ의 단일제제의 빈도율은 Fig. 4와 같다. 즉 단일제제별 약제검출율은 총

45.5% (41/90미)이었으며, 고창지역 (13미)의 경우 PF (22%)> EF (15%)> CF (10%)순으로 나타났으며, 오수지역 (8미)의 경우는 PF (20%)> EF (5%)의 순으로, 완주지역 (6미)의 경우는 CF (7%)> PF (5%), EF (5%) 및 OF (5%) 순으로 나타

났다. 군산지역(3미)의 경우는 PF, OF 및, NF가 모두 동일(2%)하게 출현빈도를 보였다. 지역별로는 모든 지역에서 PF가 모든 지역에서 검출되었으며, NF의 경우는 군산지역에서만 검출되었다.

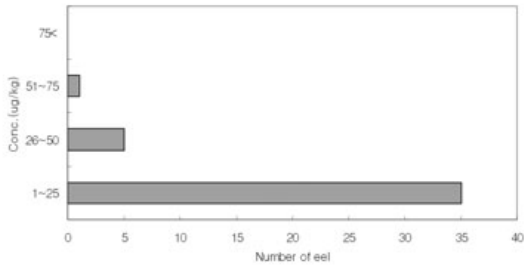


Fig. 5. The residual concentration of fluoroquinolone in the cultured eels from the Jeonbuk province.

FQ제제가 검출된 뱀장어의 잔류약제의 농도별 분포율은 Fig. 5와 같다. 즉 어체중당(kg) 1-25ug 범위 대는 35미 (85.4%)로 대부분을 차지하였으나, 25-50 ug 범위대가 5미(12.2%) 및 50-75 ug범위대도 1미(2.4%)의 출현을 보였다. 이러한 결과들은 그간 본 조사지역에서 항균제의 노출이 지속적으로 이루어졌을 것으로 추정 된다. 따라서 향후 항생제의 관리에 있어서 신중을 기하여야 할 필요가 있을 것으로 사료된다.

지역 간의 약제 농도분포율에 있어서는 Fig. 6과 같다. 즉 대부분의 경우는 저농도대(1-25

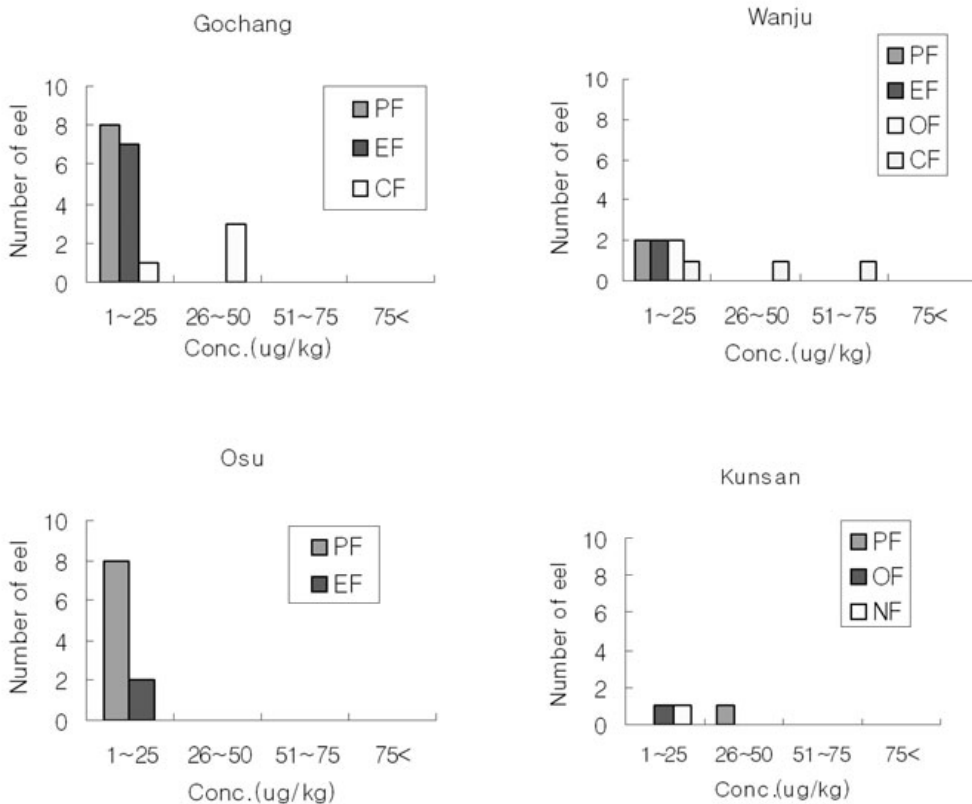


Fig. 6. The residual concentration of fluoroquinolone in the cultured eels from the different local areas in Jeonbuk province.

ug/kg)의 검출을 보였다. 그렇지만, PF의 경우는 군산(26-50 ug/kg)지역에서, CF의 경우 고창(50 ug/kg) 및 완주(75 ug/kg)지역에서 비록 5-10%(1-3마)의 저빈도이긴 하나 다소 높은 농도대가 검출되기도 하였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 일부 지역에서 최근에 CF 및 PF의 약제를 처치하였을 것으로 사료되어진다.

## 결 론

전라북도 내 양식중인 뱀장어를 대상으로 어체 내 잔류 FQ의 분포도를 조사하기 위해서 고창, 오수, 완주 및 군산 등의 4개 지역에서 양식중인 뱀장어를 수집하여 PF, EF, CF, OF 및 NF 등의 5종류의 quinolones에 대해서 HPLC법으로 잔류약제를 조사하였다.

FQ제제의 검출율은 총 90마리 어체 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%의 검출율을 보였으며, 즉 총 90마리의 뱀장어 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%의 검출율을 보였다. 한편, 지역별 검출율은 오수 40%(8/20마), 고창 33%(13/40마), 완주(6/20마) 및 군산 30%(3/10마) 순으로 나타났으며, 지역 간에는 큰 차이를 보이지 않았다.

FQ제제의 단일약제별 출현빈도를 보면 PF>EF>CF>OF>NF 순으로 높았으며 이중 PF, EF 및 CF가 전체의 80% 이상을 차지하였으며, 지역적으로 유사한 경향을 보였다.

각 약제 유형은 8type으로 나타났으며 그중, FQ제제의 출현 유형은 단일제제는 21%, 2종의 복합검출이 12.5%로 나타났다. PF가 37%와 PF-EF가 23%로써 전체의 60%를 차지하였다.

뱀장어 체내 잔류량의 분포도는 검출된 약제의 85% 정도가 저농도대(1-25 ug/kg)에서 검출되었다. 그렇지만 어체중량(1-75 ug/kg)까지 검출되어졌다. 한편 지역별로는 고창 및 완주지역에서 CF제제가 각각 26-50 ug/kg 및 26-75 ug/kg 분포대에서 검출되었으며 또한 군산지역에서는 PF제제가 26-50 ug/kg 분포대에서 검출되었다.

이러한 결과로 미루어 전북지방에서는 다양한 FQ제제의 약제를 사용하고 있는 것으로 추정되었으며, 그중 PF 및 EF제제가 많이 사용되고 있었다. 지역적으로 고창지역 및 완주지역에서 CF의 약제를, 군산지역에서는 PF의 약제를 최근까지 다량 혹은 빈번히 사용하였을 것으로 추정된다.

## 고 찰

Fluoroquinolones(FQS) 항균제는 quinolone핵을 근간으로 하여 개발된 항균제로서 약 25개 이상의 유도체들이 합성되어졌으며, 이들 약제의 항균작용은 세균의 DNA gyrase의 기능을 상실시켜서 DNA의 정상적인 합성을 억제시켜서 살균작용을 발휘한다. 이들 약제들은 plasmid를 통한 약제의 내성 및 전이가 잘 이루어지지 않으며, 낮은 최소억제농도(MIC)를 가지며, 더욱이 경구적으로 투여 시에도 전신으로 확산이 용이한 장점들이 있으므로 양식 산업에 있어서 세균성 질병의 예방 및 치료를 위해서 많이 이용되고 있다(Goldstein *et al.*, 1997). 그렇지만 최근 이들 약제들의 오남용 및 장기간의 사용 등으로 인해서 내성균이 널리 만연되어지고 있으며, 그 내성기전은 세포외막의 투과성을 저하 시켜서 약제 간에 교차내성을 유발하는 것으로 알려져 있다. 이러한 내성균의 출현빈도는 양식 시 질병의 예방 및 치료를 위해서 사용된 약제의 노출 정도에 비례하는 것으로 알려지고 있다(Barnes *et al.*, 1990; Xu *et al.*, 2006).

전북지역(고창, 오수, 완주 및 군산)에서 양식중인 뱀장어를 대상으로 PF, EF, CF, OF 및 NF 등의 5종류의 FQS에 대해서 HPLC법으로 잔류분포도를 조사 하였던바 총 90마리의 뱀장어 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%로서 개체 검출율은 비교적 높았으나, 지역 검출율은 30-40%로써 큰 차이를 보이지 않았다(Fig.1). 이러한 결과들은 뱀장어의 고질병으로 알려진 에드워드스균의 고병원성 serotype이 고수

온기(6-8월)에 높게 출현을 보였다는 보고(1989) 및 수온이 높은 여름철에 각종 세균성질병의 방제를 위해서 투입된 항균제의 섭취량이 많아져 체내 약제 축적량이 증가된다는 점(김 등, 2006) 및 뱀장어와 같은 저서성 어종은 약제의 배설이 비교적 느리게 나타난다는 보고 등(Bergan 1988; Rocca *et al.*, 2004)으로 미루어 볼때 고수온시기에 질병의 예방 및 치료를 위해서 FQ제제들이 사용되어진 약제들의 체내흡수도 빠르게 진행되진 결과 뱀장어의 근육으로부터 약제 검출 빈도가 다소 높게 검출되었을 것으로 사료되며 향후 계절별에 따른 모니터링이 필요하리라 사료된다.

양식뱀장어에서 검출된 FQS약제의 출현유형은 8type으로써 그 중, PF이 37%와 PF-EF가 23%의 고빈도로 검출되어서 전체의 60% 고빈도의 출현율을 보였으며(Table 3), 단일약제별 출현빈도별로는 PF(47%) 및 EF(27%) 이 전체의 74%를 나타냈다(Fig. 3). 이러한 결과 등으로 미루어볼 때 최근에 전북지방의 양만장의 경우 PF 및 EF제제를 단독 혹은 혼합하여서 빈번하게 사용하였을 것으로 사료된다. 한편, PF제제가 사람뿐 아니라 가축 및 가금 등에서 경구 및 주사제로서 뿐만 아니라 수산용으로도 개발 시판되고 있다(Montay *et al.*, 1984; Gordin *et al.*, 1985; Rolin *et al.*, 1986; King and Phips 1986; 서 등, 1999). 특히, PF제제가 monitoring 한 4개 지역의 전 양만장에서 검출 되어진 결과(Fig. 4)로 미루어볼 때 PF제제는 비단 양만장 뿐만 아니라 향후 수산양식산업 전반에 걸쳐서 어류의 세균성 질병의 예방 및 치료를 위한 유망약제로 대체될 가능성은 매우 높을 것으로 사료된다. 그렇지만, 최근에 양식 어류의 생산 및 소비의 증가에 따라서 각종 시판 및 생산 어패류에 대한 위생안전 확보를 위해 규제가 강화되고 있다(Souza *et al.*, 2002; EMEA, 2002; Rocca *et al.*, 2004). 따라서 PF제제에 대한 약제의 오용 및 남용되는 악순환의 방지대책을 위해서는 어체에 대한 약동력학 연구, 질병원인균의 대한 감수성검사 및 휴

약 기간의 설정 등 의 대한 다각적인 검토가 필요할 것으로 사료된다.

한편, 고창 및 완주지역에서 CF약제가 타 약제에 비해서 비교적 높은 농도대(26-76 ug/kg)에서 검출 되어진 결과를 보였다(Fig. 6). 이러한 결과는 국내외적으로 CF는 기존의 quinolones 및 NF에 비해 항균력이 우수하며 또한 부작용이 거의 없으며, 경구투여 시 높은 흡수율(50-85%)이 높아서 어종과 질병의 종류에 관계없이 단기간의 높은 치료효과의 장점이 있으며(Nouwa *et al.*, 1988; Nagao *et al.*, 1998), 특히 뱀장어 연쇄구균의 대해서 낮은 MIC (2 ug/ml)치로 탁월한 치료효과를 보였다는 보고 (박 및 허 2004)로 미루어 그간 전북지방의 양만장에서도 세균성 질병의 치료를 위해서 CF제제가 권장 되었을 것으로 사료되며, 향후 지속적으로 사용량이 증가 될 것으로 사료된다. 그렇지만, CF제제는 EF제제와 함께 국내외적으로 최대잔류허용치(MRL, 100 ug/kg)가 법제화 되어졌다 (수산용의약품 사용안내 2006; EMEA, 2002). 따라서 향후 뱀장어 질병의 주요 원인체등에 대한 약제감수성 검사와 함께 사용실태에 대한 검토가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 사료된다.

FQs가 검출된 어체의 약 85%가 저농도(1-25 ug/kg)의 출현빈도를 보였으나, 일부의 경우는 PF 및 CF 등에서 26-75 ug/kg의 농도가 검출되었다(Fig. 5, 6). 이러한 결과들은 국제식품규격위원회(CODEX) 등에서 규정하고 있는 최대허용잔류기준치(MRL, maximum residue level, 100 ug/kg)보다는 낮게 검출되었다. 그렇지만, 모니터링과정에서 FQs 항생제를 최근 사용한 이력이 없다고 밝힌 양식장의 뱀장어 중에서도 저빈도 용량의 FQs의 항생제가 상당부분 검출되었을 뿐만 아니라, 본 조사의 범위가 소규모로 이루어졌기 때문에 향후 대단위 규모로 monitoring을 시행 할 경우 어체 내 잔류량의 분포가 상당량 증가될 가능성이 높다. 비록 아직까지 어체 내 잔류약제가 인체에 섭취되어서 부작용을 초래하였다는 구체적인 자료는 없지만, 어체 내 잔



류항균물질들은 정온동물들에 비해 어체내의 배설반감기가 수계온도에 따라서 길어질 수 있다는 점과 질병치료를 위해 사용된 항균제가 장내의 정상세균총의 대해서 내성을 획득에 따른 내성균의 확산을 유발시킬 수 있는 가능성이 높다(Levy 1983; 정 등., 1987; Nouws *et al.*, 1988). 또한 상황에 따라서는 이들 FQs약제가 잔류된 어체가 시판용으로 이용될 가능성을 배제할 수가 없다. 이러한 이유로 국내의 수의 과학검역원에서는 2008년 7월 1일부터 국내에서 유통중인 인수공용 플로르퀴놀론계 항균제인 CF, NF, PF 및 OF 등의 4종의 항균제에 대한 사용금지(허가 취소 및 제조수입금지)가 시행되어짐에 따라서 장기적으로는 이들 약제의 잔류문제는 해결될 것으로 사료된다. 그렇지만 각종 세균성 질병의 확산방지 및 치료를 위해서 널리 사용되어진 FQs에 대체할 추천약제의 선별도 중요한 사안이 될 것으로 사료되어진다. 기존에 시판된 해당 FQs들은 유효기간(2년)까지는 양식장에서 사용할 수 있기 때문에 당분간은 일부의 FQs 제재들이 지속적으로 사용될 것으로 추정된다. 따라서 질병의 예방 및 수산식품의 위생 차원에서도 양만장에서 사용 중인 다양한 종류의 항생제에 대한 사용 실태와 잔류모니터링이 시행이 체계적으로 수행 되어져야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

전라북도 4개 지역(고창, 오수, 완주 및 군산)에서 사육중인 양식 뱀장어를 대상으로 어체 내 5종의 fluoroquinolones(PF, EF, CF, OF 및 NF)의 잔류 분포도를 HPLC법으로 조사하였다. FQ제재의 검출율은 총 90마리 어체 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%의 검출율을 보였으며, 즉 총 90마리의 뱀장어 중 30마리에서 FQ제제가 검출되어 전체의 33.3%의 검출율을 보였다. 한편, 지역별 검출율은 오수 40% (8/20미), 고창 33%(13/40미), 완주(6/20미) 및 군산 30%(3/10미)순으로 나타났으며, 모든 지역에

서 30%이상의 검출되어졌다. 한편, 약제검출빈도는 PF> EF> CF> OF> NF 순이었다. 검출된 약제 유형은 8type으로써 단일제재 검출이 5유형(21%) 및 2제의 복합검출이 3유형(12.5%)으로 나타났으며, 그중 PF가 37%와 PF-EF가 23%로써 전체의 60%를 차지하였다. 어체로부터 검출된 약제는 저농도대(1-25ug/kg)에서 85%를 차지하였다. 그렇지만 CF (1~76ug/kg) 및 PF(1-50ug/kg)의 약제경우는 비교적 높은 농도의 검출을 보였다. 이러한 결과로 미루어 전북지방에서는 뱀장어의 세균성 질병의 예방 및 치료를 위해 PF, EF 및 CF제재를 빈번하게 사용 되어진 것으로 사료되어진다.

## 감사의 글

이 논문은 2008년도 군산대학교 수산과학연구소에서 출연한 학술연구비에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참 고 문 헌

- Austin, B.J. Rayment, D. and Aldermann, J. : Control of furunculosis by oxonolic acid. *Aquaculture*, 31: 101-108, 1983.
- Clarke, A.M., Zemcov, S.J.V and Cambell, M.E. : *In-vitro* activity of pefloxacin compared to enoxacin, norfloxacin, gentamicin and new  $\beta$ -lactams. *J. Antimicro. Chemoth.*, 15: 39-46, 1985.
- EMEA(European Medicines Agency). : The European agency for the evaluation of medicinal products veterinary medicines and inspections, committee for veterinary medical products, Enrofloxacin, Summary report . EMEA/MRL/820/02-FINAL. London, UK. 2002.
- Barbosa, J., Berges, R., and Sanz-Nebot, V. : Retention behaviour of quinolone derivatives in

- high-performance liquid chromatography effect of pH and evaluation of ionization constant. *J. Chromatography. A.*, 823: 411-422, 1998.
- Barnes, A.C., Lewin, C.S., Hastings, H.S. and Amyes, S.G.B. : Federation of europa microbiology society, 3-5, 1992.
- Contrepois, A., Daldos, C., Pagnon, B., Garaud, J.J., Kecvi, M., Sarrazin, C., Vallois, J.M. and Carbon, C. : Pefloxacin in rabbits : protein binding, extravascular diffusion, urinary excretion and bactericidal effect in experimental endocarditis. *J. Antimicro. Chemoth.*, 14: 51-62, 1984.
- Gordin, F.M., Hackbath, C.J., Scott, K.G and Sande, M. : Activities of pefloxacin and ciprofloxacin in experimentally induced *Pseudomonas pneumonian* neutropenic guinea pigs. *Antimicro. Agents & Chemoth.*, 27: 452-459, 1985.
- Goldstein, E.J.C., Citron, D.M., Greado, S.H., Hudspeth, M., King, A. and Philips, I. : The comparative *in-vitro* activity of pefloxacin. *J. Antimicro. Chemoth.*, 17, suppl. B. 1-9, 1986.
- King, A., Shannon, K. and Philips, I. : The *in-vitro* activity of ciprofloxacin compared with that of norfloxacin and nalidixic acid. *J. Antimicro. Chemoth.*, 13: 325, 1984.
- Merriam, C.V. : Comparative in vitro activities of Du-6859a, levofloxacin, ofloxacin, sarafloxacin, and ciprofloxacin against 387 aerobic and anaerobic bite wound isolates. *Antimicro. Agents & Chemoth.*, 41(5): 1193-1195, 1997.
- Montay, G., Goueffon, Y. and Roquet, F. : Absorption, distribution, metabolic fate and elimination of pefloxacin mesylate in mice, rats, dogs, monkeys, and humans. *Antimicro. Agents & Chemoth.*, 25: 463, 1984.
- Nagao, M., Tsukagara, T., Jaroenpo, S. and Ardsongnearn, C. : A simple analytical method for residual new quinolone in meats by HPLC. *J. Food Hyg. Soc. Japan*, 39: 229-332, 1998.
- Nouws, J.M.F., Grondel, J.L., Schutte, A.R. and Laurensen, J. : Pharmacokinetics of ciprofloxacin in carp, African catfish and rainbow trout. *Vet. Quart.*, 10: 221-216, 1988.
- Reeves, D.S., Bywater, M.J., Holt, H.A. and White, L.O. : *In-vitro* studies with ciprofloxacin, a new 4-quinolone compound. *J. Antimicro. Chemoth.*, 13: 333-345, 1984.
- Rocca, D.G., Salvo, A.D., Malvisi, J. and Sello, M. : The disposition of enrofloxacin in seabream (*Sparus aurata* L.) after single intravenous injection of from medicated feed administration. *Aquaculture*, 232: 53-62, 2004.
- Rolin, O., Huet, Y. and Bouachaud, D.H. : Comparative efficacy of pefloxacin and six other antimicrobial agents on *Staphylococcus aureus* experimental abscesses. *J. Antimicro. Chemoth.*, 17, suppl. B. 49-56, 1986.
- Souza, M.J., Bittencourt, C.F., Morsch, L.M. : IC determination of enrofloxacin. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 28(6): 1195-1199, 2002.
- Shibi, A.M., Hacbarth, C.J. and Sande, M.A. : Evaluation of pefloxacin in experimental *Escherichia coli* meningitis. *Antimicro. Agents & Chemoth.*, 29: 409-418, 1986.
- Turnipseed, S.B., Walker, C.C., Roybal, J.E., Peening, A.P. and Hurlbut, J.A. : Confirmation of quinolones in catfish muscle by electrospray liquid chromatography mass spectrometry. *J. AOAC int.* 81(3): 554-562, 1988.
- Thabaut, A. and Durosoir, J.L. : *In-vitro* antibacteri-

- al activity of pefloxacin, nalidixic acid, pipemedic acids and flumequin. *Pathologie-Biologie*, 30: 394-404, 1982.
- Ueno, R.K., Uno, S., Kubota, S. and Horiguchi, Y. : Determination of oxytetracycline in fish tissues by high performance liquid chromatography. *Nippon sisan Gakkaishi*, 55: 1273-1276. 1989.
- Wise, R., Andrews, J.M. and Danks, G. : *In-vitro* activity of enoxacin (CI-919), a new quinolone derivative compared with that of other antimicrobial agents. *J. Antimicro. Chemoth.*, 13: 237-283, 1984.
- Verbist, L. : *In-vitro* activity of pefloxacin against micro-organisms multiply resistant to  $\beta$ -lactam antibiotics and aminoglycosides. *J. Antimicro. Chemoth.*, 17, suppl. B. 11-19, 1986.
- Xu, W., Zhu, X., Wang, L., Deng, G. and Zhang, G. : Residues of enrofloxacin, furazolidone and their metabolites in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 254: 1-8. 2006.
- Yourassowsky, E., van der Linden, M.P., Crokaert, F. and Glupezynski, F. : *In-vitro* activity of pefloxacin compared to other antibiotics. *J. Antimicro. Chemoth.*, 17, suppl. B. 78-86, 1986.
- 김풍호, 이희정, 조미라, 이태식, 하진환 : 양식뱀치(*Paralichthys olivaceus*)의 Enrofloxacin 휴약기간. *한수지*, 39(2): 72-77, 2006.
- 동물약품편람: 동물약품협회, 2000.
- 박수일 : 뱀장어의 면역응답에 관한 연구-1 에드워드병 원인균의 항혈청에 관한 연구. *한국어병학회지*, 2(2): 83-90, 1989.
- 박세창, 허강준 : 뱀치(*Paralichthys olivaceus*) 및 뱀장어(*Anguilla japonica*)의 연쇄구균증에 대한 시프로프로사신의 치료효과, *대한수의학회지* 44(4): 643-648, 2004.
- 서흥석, 김기석, 김순재 : 닭유래 병원성 세균에 대한 pefloxacin의 약제 감수성과 치료효과에 관한 연구, *한국수의 공중보건학회지*, 23(2): 93-104, 1999.
- 손성완 : 동물성 식품 내에 항균물질 검출에 관한 연구. 서울대학교 박사학위논문 1-129, 1999.
- 수산용의약품 사용안내 : 해양수산부 국립수산물과학원, 2006.
- 이희정, 이태식, 손광태, 김풍호, 조미라, 박미정, 이영호 : HPLC를 이용한 어류 중의 Oxolinic acid 분석, *한수지*, 38(6): 379-384, 2005
- 이희정, 이태식, 조미라, 변한석, 박미정, 이영호 : HPLC를 이용한 어류 중의 Spiramycin 분석, *한수지*, 39(2): 78-84, 2006
- 정동석, 신동화, 정덕화, 우건조, 이희선 : 식품위생학, 정문각, 175-176p, 2006.
- 조미라, 김풍호, 이희정, 이태식 : HPLC를 이용한 어패류 중의 fluoroquinolone계 항균제의 분석법. *한수지*, 39(2): 59-65, 2006.
- 최민순, 김영길 : 양만장에서 분리한 *Edwardsiella tarda*균에 대한 new quinolone 계 약물의 항균작용, *한국어병학회지*, 9(2): 185-193, 1996.

---

Manuscript Received : April 28, 2008

Revision Accepted : October 14, 2008

Responsible Editorial Member : Nishizawa, Toyohiko  
(Hokkaido University, Japan)