Kor. J. Food Hygiene 7 (2, 3), S7-S19 (1992)

양식어류의 질병과 수산동물용 의약품의 잔류방지 대책

허강준 · 신광순* · 이문한*

충북대학교 농과대학 수의학과, *서울대학교 수의과대학

Diseases of Aquaculture Animals and Prevention of Drug Residues

Gang-Joon Heo, Kwang-Soon Shin* and Mun-Han Lee*

Department of Veterinary Medicine, Collegy of Agriculture, Chungbuk National University, Cheong-Ju 360-763

**College of Veterinary Medicine, Seoul National Univerity, Suwon 441-744*

ABSTRACT—**Fish pathology is one of the main scientific bases upon which this expansion in aquaculture has been dependent and requires a wide knowledge of the environmental constraints, the physiology and characteristics of the various pathogens, the responses of the host, and the methods by which they may be controlled. The primary disease and parasite problems in aquaculture animals relate to viral, baterial, fungal and protozoan epizootics. Parasitic nematodes, trematodes and cestodes are commonly found in aquaculture animals, but seldom are they present in concentrations sufficinet to cause significant problems. When an epizootic does occur and chemical treatment is indicated, the appropriate chemical must be selected and properly applied. We have antibiotics, sulfa, nitrofuran and other chemicals for treatment of fish diseases. Some may be mixed with the feed during formulation, added to the pellets of feed as a surface coating, given in the form of an injection or used as a bath. Even though a drug or chemical has been officially approved for use in aquaculture, the substance should never be used unless there is a clear need. Some of the reasions for this view are as follows: (1) the constant use of antibiotics can lead to the development of resistant strains of bacteria, (2) biofilter efficiency may be impaired or destroyed by chemicals added to closed recirculating water systems, and (3) the injudicious use of chemicals can have a damaging effect on the environment as well as on human.**

Keywords□**Aquaculture animal, Diseases, Drug residues, Antibiotics, Chemotherapy**

魚病學이란?

어병학이란 Fish pathology(魚類病理學), 또는 Fish pathobiology(魚類病態生物學) 이라고도 말한다. 그러나, 종래의 사람을 중심으로 하는 病理學, 病態微生物學과는 달리, 어류가 그 生息域을 水界에 갖고 있기 때문에, 질병의 發生·流行의 요인이 매우 특수화되어 있다는 것이 특징이다. 또 한편, Veterinary medicine(獸醫學)의 한 분야라고 하는 입장이 있는데, 이는 의학의 한 분야로서 동물을 대상으로 한다는데 그 관점이 있다. 그리고, 외국에서는 수의학의 일환으로서 Fish disease biology라는 분야가 있는데, 이는 Biology의 한 영역으로, 個体를 대상으로 한 의학 분야이다.

어병학이라고 하는 개념에는 병리의 근본 개념이 작용되고 있으나, 이는 의학 전반에 걸쳐 지식과 정보가 요구되기 때문에, 어병학은 Science of fish disease, 즉 물고기의 질병에 대한 總合 科學으로 볼 수 있으며, 다른 의학 분야와는 달리 養殖 기술의 개량이라고 하는 또 하나의 유효한 대책을 갖고 있다는 점이 특징이라 할 수 있겠다.

어병학의 연구 대상

天然魚

천연어에 질병이 발생한 경우에, 그것이 우리 인간에게 미치는 影響은 여러가지이다. 우선, 病魚·変形魚가 보이는 경우에는, 그 원인의 究明은 물론 이거니와 食品 衛生上·食品 加工上의 觀點에서 문제가 되는 수가 있다. 과거에 있었던 例를 들어 보면, 독일의 엘베강에서 발생한 뱀장어의 컬리플라워증(cauliflower disease), 일본에서의 지느러미가 없는 가자미, 어린 숭어의 脊椎骨折, 붕어의 지느러미 欠損症, 은어의 杯頭條虫症 등이 있는데, 이들의 경우에, 그 원인이 환경 오염 물질에 의한 것이 아닌가 하는 추측이 있었으나, 명확한 원인의 규명과 함께 식품위생상의 문제도 크게 제기될 가능성이 있다.

養殖魚

양식어에서 魚病이 문제가 되는 경우에는, 어병에 의한 물고기의 감소 등의 생산량의 저하 및 상품 가치의 하락 등의 損害를 들 수 있다. 急性으로 높은 死亡率을 나타내는 질병에는 연어과 어류의 바이러스성 질병(IHN, IPN 등), 은어의 비브리오병(vibriosis) 등을 예로 들 수 있고, 또 慢性으로 높은 累積死亡率을 나타내는 것에는 연어과 어류의 稚魚에서의 細菌性 腎臟病(bacterial kidney disease), 방어의 連鎖球菌症(streptococcal infection of yellowtail) 등이 있다. 또 높은 死亡率을 나타내지 않는 경우에도, 外觀上으로 현저한 變化를 일으키거나, 식품위생상의 문제로부터 商品 價値가 떨어지는 것도 있는데, 이러한 질병에는 뱀장어의 pleistophora症, 방어의 糸状虫 寄生虫症 등을 들 수 있다. 또 많은 變形魚·腫瘡魚도 이 범주에 속한다고 볼 수 있다. 이외에도, 養殖·增殖上에 문제가 되는 것으로, 魚集團의 食慾 低下·成長 遲延 등이 있는데, 이러한 것은 영양성 질병과 각종의 기생충증에 의해 일어난다.

観賞魚, 水族館魚

이들 魚種에 있어 어병이 문제가 되는 경우는, 우선 어병에 의해 観賞 價値가 저하한다는 점, 그리고 貴重한 물고기나 값비싼 물고기의 폐사는 큰 문제가 될 수 있다. 또 이들 물고기를 愛玩 동물로서 기르는 경우, 그들이 감염되어 있는 질병이 사람에게 감염할 수 있다는 위생상의 문제도 들 수 있다.

天然魚에서는 이에 대하 어병 對策은 거의 문제가 되지 않으나, 양식어와 관상어에서는 이점이 커다란 과제가 된다. 이 경우에도 양식어에서는 個体보다는 集團으로서의 대책·處理가 중요하게 되지만, 관상어 등에서는 개체에 대한 대책·處理가 중요한 경우가 많다.

양식 魚貝類의 주요 질병의 分類

양식 어패류의 질병은 어패류에 대한 그 영향의 정도에 따라 분류할 수가 있다. 높은 사망률을 나타내는 경우, 사망률은 높지 않지만 상품 가치를 떨어 뜨리는 경우, 집단적인 生理·生態의 變調를 일으키는 경우 등으로 분류할 수가 있는데, 이는 그 여러 조건에 의해 질병의 進行 상황이 다르고, 同一原因의 질병이라 할지라도 여러 양상을 나타내는 수가 있다.

또 어병은, 그 원인에 따라서도 분류할 수가 있는데, 그것에는 理化學的인 環境 因子에 의한 것, 榮養的 因子에 의한 것, 바이러스에 의한 것, 細菌에 의한 것, 鞭毛虫에 의한 것, 纖毛虫에 의한 것, 球胞子虫에 의한 것, 粘液胞子虫에 의한 것, 微胞子虫에 의한 것, 単生類와 二生類에 의한 것, 條虫, 線虫, 鉤頭虫 혹은 甲殻類에 의한 것 등이 있다. 이들의 상세한 내용은 Table 1에 씌여져 있다.

水產用 醫藥品의 종류와 사용법

수산용 의약품의 종류

어류의 양식과 種苗生產을 위하여 사용하는 의약품을, 수산용 동물의약품이라고 말한다. 물고기마다 사용할 수 있는 약제의 종류나 그 사용량 그리고 휴약기간이 서로 다르기 때문에 수산동물용 의약품은 그 사용기준을 정할 필요가 있다.

식품으로서 안전한 물고기를 식탁에 제공해야 하는 양식업에 있어서 약제를 사용할 때에는 다음과 같은 사항을 준수해야 함을 말할 나위도 없다.

설파제 : 抗菌劑 중에서 가장 오래 전부터 사용되고 있는 것이 설파제이다. 설파제의 사용초기에는

Table 1. 養殖 魚貝類의 주요 질병의 原因別 分類

1) 理化學的 環境 因子 異常에 의한 질병	
紫外線 過剩	연어과 稚魚의 sunburn disease
機械的 衝擊, 打擊, 圧迫	脊椎骨折
	송어類 親魚의 內臟 癒着
水中 溶存 過飽和 가스	窒素가스病, 酸素가스病
重金屬이온	아가미의 病変과 그에 따른 異常
化學 藥品	아가미의 病変과 그에 따른 異常
	그외의 中毒死
窒素 化合物	아가미의 病変, 연어과 稚魚의 水腫症
農藥類	脊椎湾曲, 骨折
2) 食餌(榮養)性 因子에 의한 질병	
欠乏症	各種 비타민 欠乏症
	(비타민 B 欠乏症, 비타민 C 欠乏症)
酸化 脂肪 中毒症	잉어의 등여윔병, 腸炎, 貧血
發癌性物質에 의한 腫瘍	무지개송어 등의 肝癌
3) 바이러스에 의한 질병	
rhabdo virus group	
VHN virus	무기개송어의 바이러스성 出血性敗血症
IHN virus	연어과 稚魚의 傳染性 造血器 壞死症
SVC virus	잉어의 바이러스血症
SBI virus	잉어의 부레병
PFRD virus	창꼬치 稚魚의 rhabdo virus병
reo virus group	
IPN virus	연어과 稚魚의 傳染性 膵臟 壞死症
herpes virus group	
CCVD virus	channel catfish virus disease
herpesviru salmonis	각시송어, 무지개송어의 바이러스병
OMV virus	연어과 稚魚의 腫瘍
icosahedral cytoplasmic DNA virus group	
LD virus	여러 어종의 lymphocystis disease
PEN(VEN) virus	대구, 청어 등의 赤血球 壞死症
EVE	뱀장어의 腎臟病
EVA	viral disease of American eel
EVEX	viral disease of European eel
4) 세균에 의한 질병	
Gram negative anaerobic bacteria	
Vibrio anguillarum	송어, 은어, 뱀장어 등의 비브리오병
Vibrio parahemolyticus	海產魚의 腸炎비브리오증
Aeromonas hydrophila	뱀장어의 鰭赤病, 잉어의 赤斑病
Aeromonas salmonicida	연어과 어류의 절창병
Edwardsiella tarda	뱀장어의 에드워드병
Yersinia ruckeri	연어과 어류의 red mouth disease
Klebsiella cyprini	잉어의 klebsiella disease
Pasteurella piscicida	방어의 類結節症
Flavo, branchiophila	연어과 어류의 세균성 아가미병

Table 1. Continued

Gram negative aerobic rod bacteria	
Pseudomonas fluorescens	방어, 돔 등의 pseudomonas 병
P. anguilliseptica	뱀장어의 赤点病
Gram negative aerobic gliding bacteria	
Flexibacter columnaris	아가미, 지느러미 腐蝕病
Flexibacter marinus	참돔 등의 潰瘍
Gram positive streptococcus	
Streptococcus sp.	방어의 連鎖球菌病
Streptococcus faecalis	무지개 송어의 病魚로부터 分離
放線菌, 類線菌	
Corynebacterium sp.	연어과 어류의 細菌性 腎臟病
Mycobacterium sp.	海產魚 mycobacterium증
Norcardia kampachi	방어, 잿방어의 norcardia증
Norcardia asteroides	연어과 및 그외 어종의 病魚에서 分離
5) 真菌에 의한 질병	
眞正菌門, 鞭毛菌亞門, 卵菌綱	
Saprolegnia 屬真菌	연어과 어류의 水生菌病
Achlya屬真菌	淡水魚의 achlyasis
Aphanomyces piscida	은어와 그외 어종의 真菌性肉芽腫症
Sirolpidium 屬真菌	甲殼類의 幼生에 寄生
Atkinsiella 屬真菌	甲殼類의 幼生에 寄生
鞭毛菌亞門	
Branchinomyces sanguinis	淡水魚의 아가미 腐副蝕病
Ichthyoponus hoferi	무지개송어의 ichthyohonus증
Labyrinthomyxa marina	미국에서의 굴의 真菌病
真正菌門, 接合菌亞門, 接合菌綱	
Mucor sp.	자라의 mucor症
真正菌門, 不完全菌亞門	
Fusarium solani	새우의 鰓黑病
Exophiala salmonis	미국의 cutslot trout의 脳寄生
Phoma herbarum	연어과 어류의 부레, 腎臟에 寄生
Candida sake	연어과 어류의 鼓張症
分類位置不明	
Dermocystium anguillae	유럽 뱀장어의 鰓寄生
Dermocystidium salmonis	연어과 어류의 鰓寄生
Dermocystidium koi	잉어의 피부寄生
6) 鞭毛虫에 의한 질병	
Amyloodinium ocellatum	海水魚의 oodinium증
Oodinium limneticum	淡水魚의 oodinium증
Trypanosoma spp.	여러 어종의 血液에 寄生
Ichthobodo necator	costia증
Hexamita salmonis	연어과 稚魚의 hexamita증
7) 鞭毛虫에 의한 질병	
Chilodonella cyprini	잉어과의 chilodonella증
Ichthyophthirius multifillis	淡水魚의 白点病

Table 1. Continued

Cryptocarion irritans	海水魚의 白点病
Epistylis longicorpora	비단잉어, 금붕어의 epistylis증
8) 球胞子虫에 의한 질병	
Eimeria spp.	腸寄生의 eimeria증
9) 粘液胞子虫에 의한 질병	
Myxidium matsui	뱀장어의 白点病
Ceratomyxa shasta	연어과 어류의 内臟 寄生
Mitraspora cyprini	금붕어의 腎腫大
Kudoa pericardialis	방어의 囲心腔 寄生
Myxosoma cerebralis	무지개송어의 旋回病
Myxobolus koi	잉어의 幼稚魚, 금붕어의 myxobolus 증
Thelohanellus sp.	잉어의 腸結節症
10) 微胞子虫에 의한 질병	
Nosema takedai	연어과의 肝臟 glugea증
Glugea plecoglossi	은어의 glugea증
Pleistophora anguillarum	뱀장어의 pleistophora증
11) 単生類에 의한 질병	
Dactylogyrus spp.	잉어과 幼稚魚의 아가미 吸虫症
Pseudodactylogyrus spp.	뱀장어의 아가미 吸虫症
Gyrodactylus spp.	여러 淡水魚 幼稚魚의 皮膚吸虫症
Tetraonchus spp.	연어과 幼稚魚의 tetraonchus 증
Benedenia seriolae	방어의 benedenia 증
Heteraxine heterocerca	방어의 아가미충증
12) 二生類에 의한 질병	
Metagonimus yokogawai	은어의 黑点病
Diplostomum spp.	연어과 어류의 寄生虫性白内障
Galactostosomus spp.	방어 幼魚의 旋回病
13) 條虫에 의한 질병	
Bothriocephalus opsarlichthydis	잉어의 吸頭條虫症
Callotefrarhynchus nipponicum	방어의 嚢虫症
14) 線虫에 의한 질병	
Philometroides cyprini	잉어의 糸状虫症
Philometroides seriolae	방어의 糸状虫症
Anguillicola crassa	뱀장어의 부레 線虫症
15) 鉤頭虫에 의한 질병	
Acanthocephalus spp.	연어과 어류의 腸内寄生
Longicollum pagrosomi	참돔의 腸寄生
16) 甲殻類에 의한 질병	
Lernaea cyprinacea	淡水魚의 닻벌레병
Pseudergasilus zacconis	은어의 ergasilus 증
Caligus spinosus	방어의 caligus 증
Salmonicola californiensis	산천어의 salmonicola 증
Argulus japonicus	잉어과 등의 물이병
Argulus coregoni	연어과 어류의 물이병
Roxinela maculata	은연어에 寄生

※ 注 : 편의상 학명은 이탈릭체로 기재하지 않았음.

副作用이 많고 지속력도 짧았지만, 현재에는 그들의 단점을 개선한 좋은 제품이 생산되고 있다.

대표적인 것에는 Sulfamonomethoxine, sulfadimethoxine, sulfamerazine, 그리고 sulfisoxazol이 있다.

둘다 세균의 엽산 합성을 저해하여, 靜菌的 작용에 의한 치료효과를 얻을 수 있는 것이다.

치료효과를 얻기 위해서는 약제의 농도가 물고기의 체내에서 항상 일정한 농도 이상을 유지해야만 할 필요가 있다. 그 때문에 도중에 투약을 중지하거나 물고기가 약해져서 자신의 치유력을 별로 기대할 수 없을 때는 그 효과가 없을 수도 있다.

抗生劑 : 항생물질은 미생물이 생산하는 물질로서 그것이 다른 미생물의 증식을 억제하거나 죽여 버리는 물질을 말한다. 원칙적으로는 천연에 존재하는 물질로서 다른 항균제와는 크게 다르다. 항생제는 설파제에서 耐性菌이 출현하여 치료효과가 없어지게 되어 사용하게 되었다.

설파제와 마찬가지로 그 작용은 정균적이지만 고농도에서는 殺菌的 작용을 갖고 있다. 수산용동물 약품으로서 항생물질은 tetracycline hydrochloride, doxycycline hydrochloride, chlortetracycline hydrochloride, oxytetracycline hydrochloride, ampicillin, chloramphenicol, colistin sulfate, erythromycin, spiramycin enbonate의 9종류가 사용되고 있으나 무지개송어에서는 염산옥시테트라사아클린이 사용규제의 대상이 되고 있다. 테트라사이클린계의 항생물질은 세균의 단백질 합성을 저해하는 항균작용을 나타낸다.

푸란제 : 푸란제는 한 군의 나이트로푸란(nitrofuran)기를 갖고 있는 합성항균제의 총칭이다. 설파제나 항생물질과 비교하여 항균력이 강하며 내성균이 생기기 어려운 것이 그 특징이다. Sodium nifursthylate를 제외하고는 소화관에서의 흡수가 어렵기 때문에 주로 藥浴劑로서 사용되어 왔다.

송어류에서도 nifurpyrinol이 세균성 아가미병의 치료나 活魚 운반시 스트레스 방지에 사용되어 왔지만, 동물용 의약품 재평가의 결과 유용성을 나타내는 근거가 확실히 밝혀지지 않고 있다. 푸란제의 항균작용은 세균의 DNA 합성을 방해함에 의한 것이라고 보고 있다.

그외의 푸란제로는 furazolidone, difurazone, nitrafrazone, nifurpyrinol hydrochloride, dihydroxymetyl furatrizine이 사용되고 있다.

合成抗菌劑 : 합성항균제에는 그 이름 그대로 인공적으로 만들어낸 약제이다. 항생물질을 제외한 모든 약제가 합성항균제이나 그 중에서도 설파제나 푸란제를 제외한 약제를 말한다. oxolinic acid, nalidixic acid, thiamphenicol, 그리고 piromidic acid가 의약품으로서 제조되고 있다.

그 작용은 세균의 DNA 합성을 방해함으로서 살균적 작용을 나타내는 것이 많고, 더우기 抗菌範圍가 넓기 때문에 여러 종류의 세균감염증에 유효하다. 사용할 때의 비용도 비교적 싸기 때문에 쉽게 이용하게 되지만 내성균이 생기기 쉬우므로 주의가 필요하다. 모든 약제에 공통적으로 말할 수 있는 것으로 어떤 약제에 내성균이 생기면 그 계열의 모든 약제가 효과를 잃게 되는 것이다. 예를 들면 설파모노메톡신에 내성균이 생기면 모든 설파제에 내성이 나타나 그 효과를 잃게 된다.

옥소린산이라면 같은 구조를 가진 날리딕스산과 피로미드산이 그 효과를 잃게 된다. 따라서 값싼 투약은 그 당시의 치료 뿐만 아니라 그 후의 치료도 곤란하게 된다. 때문에, 절대로 피하지 않으면 안된다. 예방을 위해서 소량의 약제를 계속해서 투약하는 것도 내성균이 생기게 할 위험이 있으므로 결코 하여서는 안된다.

구충제 : 구충제는 주로 외부기생충의 구제에 이용되고 있다. 수산용 의약품으로서는 몇 제품이 만들어지고 있으나, trichlorfon 이외에는 거의 사용되고 있지 않다. 溫水魚의 물이(*Argulus gaponicus*)나 닻벌레(anchor worm : *Lernaea cyprinacea*)의 구충에 사용되고 있다. 트리크로르폰의 작용은 기생충의 신경기능을 정지시키게 한다.

소독제 : 소독제는 여러 종류가 있으나 그 중에서 수산용 의약품으로서 중요한 것은 povidone-iodine이다. IHN(infectious hematopoietic necrosis) 바이러스를 비롯하여 각종 병원균에 대하여 높은 살균력을 갖고 있다.

IPN(infection pancreatic necrosis)과 BKD(bacterial kidney disease)에서는 병원균이 알속에 침입하는 경우가 있기 때문에 완전히 발병을 막을 수가

없다. 그러나, 알 표면의 병원균을 죽임으로서 알의 오염을 조금이나마 경감시키는데 유효하다. 受精卵을 다른 곳으로 이동시키거나 搬入할 경우에는 반드시 요오드제로 소독을 행하여 병원균의 전파를 막도록 해야 한다. 요오드제는 빛에 약하고 유기물의 혼입에 의해서도 효과가 경감되기 때문에 사용함에 있어서 직사광선을 피하고 사란을 완전히 골라내어 모든 魚卵에 약제가 균등히 사용되도록 때때로 섞어서 사용하는 것이 중요하다.

그 밖의 약제 : 그외에도 양식현장에서 사용되는 약제로는 식염, malachite green, formaline 등이 있다. 그중에서 말라카이트 그린과 포르말린은 환경에 미치는 영향이 크기 때문에 될 수 있으면 사용을 피하고 사용량도 최소필요량으로 한다. 또한, 식염은 평상시에도 얼마 정도는 물에 함유되어 있으므로 날씨가 습한 때에는 필요량의 10% 정도 늘려서 사용하는 것이 바람직하다.

수산용 의약품의 使用法

어류질병에 있어서 투약법에는, 經口法과 浸漬法(藥浴法), 주사법, 噴霧法, 塗布法의 5종류가 있으나, 어군을 치료대상으로 할 때에는, 약제를 사료에 섞는 경구법이나 못에 살포하는 침지법중 어느 하나를 택하는데, 이러한 용이한 투약법이 양어장에서의 항균제 濫用을 조장하고 있다.

경구법 : Capsule의 강제투여와 飼料混合의 2가지 방법이 있는데, 전자는 비단잉어에서만 사용되는데, 아가미 등을 손상하거나 스트레스를 줄 위험이 있다. 사료에 약제를 섞어 투여하는데는 분말사료나 生魚에 섞어 주거나 飼料添加油나 물을 사용해 입상사료를 흡착시켜 투여하는 방법이 있다. 그러나, 이 경구투약법은 간편하기는 하여도, 다음과 같은 결점이 있다.

(1) 발병집단의 魚體總重量(수십마리의 평균체중×추정마리수)을 정확히 파악할 수 없기 때문에, 투여량의 산출이 곤란하다. 과량으로 투여를 하면 약해가 생기기 쉽고, 적으면 효과가 없거나 내성균의 문제가 생긴다.

(2) 사료에 약제를 均等하게 혼합하기가 곤란하며, 약물농도의 차이가 생기기 쉽다.

(3) 투약시에 확실히 섭취시키기 위해, 투약전 수일간 絶食을 시키거나, 給食量을 줄이거나 하는데, 이때 성장이 정지되어 경제적 손실이 있다.

(4) 약물애 의한 이상하거나 나쁜 냄새나 맛에 민감하므로, 투약시의 신중한 관찰이 필요하며, 균등히 섭취시키기 위해서는 시간을 들여 주의깊게 관찰할 필요가 있다.

(5)그외에, 약품의 수중손실이나 개체간의 섭취량의 차이 그리고 病漁의 식욕감퇴로 인한 건강어의 약제 과다섭취로 藥害가 생기는 등의 문제가 있다.

浸漬法 : 아가미나 피부로부터 백신이나 화학요법제를 흡수시켜, 감염증을 예방, 치료 하거나, 체표에 증식한 진균의 소독 및 체표에 부착된 해충(원충, 단생흡충, 갑각충 등)을 구제하기 위해, 약제의 수용액에 어패류를 침지시키는 방법이다.

양식업계에서는, 이 방법을 藥浴法이라 부르나, 실제는 넓은 저수지에 약제를 살포하거나(池中撒布), 流水池의 注水口에 고농도 용액을 떨어뜨리거나, 가두리의 주위를 비닐로 둘러싼 후 약물을 투입하는 등 그 방법이 다양하다. 또한, 백신의 투여와 같이, 발병개체 및 집단을 별도의 용기에 수용하여 약액에 침지하는 방법도 있다.

침지법은 식욕이 저하된 病漁의 처치에 최선의 방법이며, 어체중의 계산 등의 작업이 필요없다는 이점이 있다. 그러나, 약효농도와 안전농도가 수온, pH, 광선 등에 의해 민감하게 변동하므로, 수질의 배려가 필요하며, 저수지에 살포할 경우 수량계산이 곤란하며, 특히 다량의 약물이 필요하다는 결점이 있다. 또한, 유수지에서 사용된 고농도 약액이 그대로 하천에 放流되므로 환경파괴의 원인이 되며, 양어장 자체에서 약제내성균의 增產 및 水質惡化를 초래하는 문제가 있다.

注射法 : 양식업계에서는 주사법이 별로 사용되지 않으나, 개체별 가치가 높은 비단잉어나 대형어에서의 백신투여시 사용되고 있다. 그러나, 이 방법은 한마리씩 주사하게 되므로 엄청난 수고와 시간이 들게 되고, 어체는 스트레스를 심하게 받는 결점이 있다.

기타 : 분무기로 백신이나 마취제를 물고기의 아가미에 분무하는 분무법과 체표의 창상이나 眞菌叢, 原蟲叢 등의 치료시 항균제를 환부에 도포하는 도포법 등이 있다.

Table 2. 養殖水産動物別 動物用醫藥品의 使用基準(使用可能한 醫藥品)

規制魚種		방어	도미	은어	뱀장어	잉어	송어	은연어
규제의약품 Alkyltrimethyl-ammonium Ca. OTC	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
(유효성분) Oxytetracycline HCl	飼料添加劑	○	○	×	○	×	○	○
Chlortetracycline HCl	飼料添加劑	○	×	×	○	×	×	×
Erythromycin	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Spiramycin enbonate	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Kitasamycin	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Ampicillin	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Thiamphenicol	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Florfenicol	飼料添加劑	○	×	×	×	×	×	×
Oxophosphate	飼料添加劑	○	×	○	○	○	○	○
	藥浴劑	×	×	○	○	×	×	×
Sulfamonomethoxine & Na.	飼料添加劑	○	×	○	○	×	×	×
	藥浴劑	×	×	×	×	×	○	×
Sulfadimethoxine & Na.	飼料添加劑	×	×	×	×	×	○	×
Sulfamonomethoxine + *Ormetoprim*	飼料添加劑	×	×	○	×	×	×	×

○: 當該規制動物에 規制醫藥品(有效成分)임.
×: 當該規制動物에 使用不可의 規制醫藥品(有效成分)임.
*: 나트륨만 使用可.

藥劑耐性菌과 수산용의약품의 濫用에 대한 문제점

양식어의 세균감염증을 치료하기 위해서 여러 종류의 화학요법제가 치료목적으로 개발되어, 양식장에서 많이 사용되고 있다. 그러나, 이러한 약품은 질병 발생시 치료 뿐만이 아니라, 예방의 목적으로 사료와 함께 경구투여되거나, 포르말린 등의 화합물을 무분별하게 사용하므로서 많은 문제가 야기되고 있다. 이와같은 화학요법제의 남용은 여러 약품에 대한 내성을 나타내는 약제내성균이 증가하게 되어, 어류질병의 치료가 곤란하게 된다. 약제내성균의 대부분은 R. plasmid에 의해 내성이 생기는 것이 많고, 어류병원균에 있어서도 여러 종류의 균, *Aeromonas hydrophila, A. salmonicida, Edwardsiella tarda, Streptococcus seriolicida, Pasteurella piscicida* 및 *Vibrio*로부터 검출되고 있다. 이들 R. plasmid에 의한 내성균은 양식장에서 널리 분포되어 있다. 어류병원균의 R. plasmid는 일정한 규칙을 가지고 구축되어온 것으로, 다른 人畜病原細菌 유래의 R. plasmid와는 성상이 다르다. 각 어류 병원균으로부터 검출된 R. plasmid의 DNA 구조는 由來 宿主菌에 의해 달라, 種特異性이 인정된다. 그러나, *A. hydrophila*와 *A. salmonicida* 사이나, *A. hydrophila*와 *E. tarda*사이에 있어서는 동일한 구조의 것도 발견되었다. 동일 어류 병원균으로부터 검출된 R. plasmid는 약제내성 유전자 영역이 달라도, 기본적인 複製領域 및 接合傳達 유전자 구조는 R. plasmid의 분리년도, 지역이 달라도 동일하다.

약제내성균의 양식장에서의 출현에 있어서 커다란 요인은 화학요법제가 널리 사용되고, 남용되는데 있는데, 내성균만이 선택되어 증가하게 된다. 새로운 화학요법제가 개발되어도, 2~3년 이내에는 반드시 그 약제에 대한 약제내성균이 출현하게 된다. 약제를 많이 사용하는 양식장과 그렇지 않은 양식장에는 내성균의 出現頻度가 확실히 다르다. 화학요법제를

양식장에서 사용하는 한 내성균의 출현은 피할 수 없다고 할 수 있겠다.

올바른 질병 진단과, 감염균에 대한 유효약제의 검토, 나아가서 화학요법제의 올바른 사용을 철저히 함으로서, 내성균의 출현을 늦출 수가 있다. 또한, 질병이 발생하지 않도록 환경조성과 豫防을 중시하는 양식이 바람직하다.

藥物의 殘留 방지 대책

현재 국내에는 20여종의 동물용 의약품이 양식 어류의 세균성 질병을 예방하거나 치료할 목적으로 사용되고 있다. 이들 製劑는 대부분 합성항균제이거나 항생물질제제로서 劑型은 대부분 사료첨가제의 형태이며 간혹 약욕제의 형태 혹은 erythromycin 처럼 수정란을 위한 약욕제도 다수 있다. 국내에서는 아직 어류에서의 약제 잔류허용량이나 안전휴약기간을 설정하지 않고 있으나 식품위생법에 의하여 식품중에는 항균성물질이 잔류하여서는 아니된다. 安全休藥期間의 경우 양식 수산동물용 의약품의 認許可 과정에서 휴약기간을 명시하게 함에 따라서 외국의 문헌 등을 근거로 하여 대상 양식 수산동물, 약물 투여용량, 투여기간과 투여경로에 따라서 안전휴약기간을 약물의 사용 설명서에 명시하도록 권장하여 왔다. 그러나 참고한 문헌 등의 근거에 따라서 동일한 약제와 대상 동물에 대하여도 투여용량과 휴약기간 등이 서로 다른 경우가 있어 사용하는데 혼동을 초래하고 있기 때문에 농림수산부는 이에 대한 정비작업을 현재 진행 중에 있다.

Table 3에서 보듯이 국내에서 허가되어 시판되고 있는 합성항균제와 항생제는 sulfadimethoxine, sulfamonomethoxine, sulfadiazine 등의 설파제류, oxytetracycline, tetracycline, doxycline 등의 테트라사이클린류, ampicillin, amoxicillin 등의 페니실린계, oxolinic acid, nalidixic acid, flumequine, piromidic acid 등의 4-quinolone계, erythoromycin, kitasamycin, spiramycin 등의 macrolide계 그리고 thiamphenicol, fumagillin, neomycin, trimethoprim 등이 단독 혹은 複合劑의 형태로 市販되고 있다. 이들 약제의 사용 용량 범위중 낮은 용량은 예방 목적으로 사용할 경우 이며, 사용 용량 범위중 큰 용량은 치료 목적으로 사용할 때의 사용 용량이다. 사용 용량과 투여 기간에 따라서 다소 휴약기간이 다르게 나타나 있다. 현재 농림수산부에서는 독성이 크기 때문에 안전성에 문제가 있다고 판단되는 chloramphenicol과 nitofuran 계열 등의 약물은 그 사용을 엄격히 제한하고 있으며 약물의 안전성에 대한 海外정보가 입수되는 대로 신속히 대응하여 잔류약제에 따른 식품의 안전성을 확보함으로서 국민 건강을 지키기 위하여 힘쓰고 있으나 수산식품중의 약제잔류로 부터 연구는 더욱 활발히 진행되어야 할 것으로 사료된다.

일본의 경우 양식어업이 발달되어 있고 수산식품에 대한 기호도가 크기 때문에 수산식품 중의 잔류약제의 안전성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 따라서 수산동물별 동물용 의약품의 안전 사용기준을 마련하여 시행하고 있다. 즉 수산동물의 종류와 의약품의 종류를 지정하여 그 대상동물에 대상의약품을 사용할 경우에는 사용규제를 받도록 하고 있다. 또한 축산물이나 양식수산동물에 항균물질이 잔류하지 않도록 動物用醫藥品의 使用規制에 관한 省令(부령)에 따라 제조·판매·사용의 각 단계에 걸친 규제를 가하고 있다. 즉 의약품의 제조자는 의약품의 잔류를 방지하기 위하여 그 사용에 관한 정보를 사용자에게 제공하도록 의무화하고 있다. 또한 Table 3의 내용과 같이 사용대상 어류의 종류, 사용방법, 하루 사용량, 휴약기간(사용금지기간)을 정하고 있으며, 사용자는 이러한 규제를 이행하도록 약사법상에 강제 규제가 되어 있다.

1990년 10월 현재 일본에서 규제하고 있는 양식 수산동물은 7종류(방어, 도미, 은연어, 잉어, 뱀장어, 송어, 은어)이며, 규제대상의약품은 총 13종의 항균성물질을 원재로 하고 있다(Table 2). 휴약기간이 이미 설정되어 있는 약제는 oxytetracycline, chlortetracycline, oxytetracycline 삼급암모니움염, sulfamonomethoxine, sulfadimethoxine, spiramycin, kitasamycin, florfenicol, thiamphenicol, ampicillin, ormethoprim 등이며, 약제에 따라서 방어, 도미, 뱀장어, 송어, 은어 등에 사용할 수 있도록 허용되어 있다(Table 3). 이들 약제 외에도 amoxicillin(방어), colistin(은어), tetracycline(방어), doxycycline(방어), lincomycin(방어), josamycin(방어), noboviocin(방

Table 3. 양식 수산 동물별 동물용 의약품의 사용 기준

약물명 및 제형	대상어류	한국		대상어류	일본	
		용량	휴약기간		용량	휴약기간
Oxytetracycline HCl(사료첨가제)	방어	50~75 mg	20,30일	방어	50 mg	20일
	도미	50~75 mg	30일	도미	50 mg	30일
	뱀장어	50~75 mg	30일	뱀장어	50 mg	30일
	송어	50~75 mg	30일	송어	50 mg	30일
	잉어	50~75 mg	14,30일			
	보리새우	50 mg	25,30일			
	은어	50 mg	10일			
	전복	50 mg	30일			
	메기	50~75 mg	30일			
Oxytetracycline HCl(약욕제)	방어	5~30 mg	20,30일			
	도미	5~25 mg	7,30일			
	뱀장어	5~30 mg	7,30일			
	송어	5~30 mg	7,30일			
	잉어	5~30 mg	7,30일			
	전복	5~30 mg	7,30일			
	메기	5~25 mg	30일			
Alkyl triammonium Ca OTC(사료첨가제)				방어	50 mg	20일
Chlortetracycline HCl(사료첨가제)				방어	50 mg	10일
				뱀장어	50 mg	15일
Tetracycline HCl (사료첨가제)	은어	6~30 mg	10일			
	송어	6~30 mg	10일			
	방어	6~30 mg	10일	방어	*	--
	전갱이	6~30 mg	5일			
	뱀장어	30~60 mg	10일			
	미꾸라지	30~60 mg	10일			
	도미	60~120 mg	10일			
	연어	60~120 mg	10일			
Tetracycline HCl (약욕제)	은어	12~24 mg	10일			
	송어	12~24 mg	10일			
	방어	12~24 mg	5,10일			
	전갱이	12~18 mg	5일			
	뱀장어	12~24 mg	5,10일			
	미꾸라지	12~24 mg	5,10일			
	연어	12~24 mg	10일			
Doxycycline hyclate (사료첨가제)	병어	20~50 mg	70일			
	방어	20~50 mg	30일	*	--	
OTC HCl+Neomycin sulfate(사료첨가제)	어류	OTC 2.5~6.2	5일			
	방어	OTC 25~37.5 NM 25~37.5 mg	30일			
	송어, 잉어	OTC 5.4~2.1	7일			

Table 3. Continued

약물명 및 제형	한국 대상어류	한국 용량	한국 휴약기간	일본 대상어류	일본 용량	일본 휴약기간
	뱀장어	NM3.6~14.5 mg				
	도미, 방어					
OTC HCl+Neomycin sulfate(약욕제)	어류	OTC 2.5~7.5 NM 1~3.0 mg	5일			
	송어, 잉어	OTC 9~18	7일			
	뱀장어	NM6~12 mg				
	도미, 방어					
Sulfamonomethoxine	방어	100~200 mg	10,15일	방어	200 mg	15일
(혹은 Na염)	뱀장어	100~200 mg	15,30일	뱀장어	200 mg	30일
(사료첨가제)	송어	100~200 mg	15일	송어	150 mg	15일
	은어	100~200 mg	15,30일	은어	100 mg	15일
	잉어	100~200 mg	10,15일			
	붕어	100~200 mg	10일			
	연어	100~150 mg	30일			
Sulfamonomethoxine (혹은Na여)(약욕제)				송어	10g (1%식염수)	15일
Sulfadimethoxine	송어	100~200 mg	15,30일	송어		*
Na(사료첨가제)	뱀장어	100~200 mg	30일			
	기타어류	100~200 mg	15일			
Sulfadimethoxine	송어	40~200 mg	15,30일			
Na(약욕제)	뱀장어	40~200 mg	30일			
	기타어류	40~200 mg	15일			
Sulfamonomethoxine +ormethoprim(사료첨가제)				은어	SMM 15 mg OMP 5 mg	15일
Sulfadiazine+	어류	KM3.24~6.48	5일			
Erythromycin+		SD2.7~5.4				
Trimethoprim		TMP 0.54~1.08 mg				
Ampicillin trihydrate	방어	5~20 mg	5일	방어	20 mg	5일
(사료첨가제)						
Amoxicillin	방어	20~40 mg	5,7일	방어	*	–
(사료가제)						
Amoxicillin+	방어	AMC 5~20 mg	7일			
Guaifenesin(사료첨가제)						
Amoxicillin+	잉어	AC10-15	21일			
Spiramycin	뱀장어	SPM 2~3 mg				
(사료첨제 및 약욕제)						
Erythromycin	방어	25~100 mg	7,30일	방어	50 mg	30일
(사료첨가제)	연어	25~100 mg	30일			
	뱀장어	25~50 mg	30일			
	송어	25~50 mg	7일			
Spiramycin embonate	방어	25~40 mg	7일	방어	40 mg	30일
(사료첨가제)	은어	25~40 mg	7일			

Table 3. Continued

약물명 및 제형	한국 대상어류	한국 용량	한국 휴약기간	일본 대상어류	일본 용량	일본 휴약기간
Kitasamycin	방어	80 mg	20일		80 mg	20일
(사료첨가제)	기타어류	80 mg	30일			
Oxolinic acid	방어	10~30 mg	20일	방어	30 mg	16일
(사료첨가제)	잉어	5~20 mg	20,28일	잉어	10 mg	28일
	뱀장어	1~20 mg	18,20일	뱀장어	20 mg	20일
	송어	4~20 mg	20,21일	송어	20 mg	21일
	은어	5~20 mg	7,14일	은어	20 mg	14일
Oxolinic acid	방어	10~20 mg	14일	방어	20 mg	16일
(수성현탁제)	송어	5~10 mg	28일			
	뱀장어	4~20 mg	25일			
Oxolinic acid	뱀장어	1~10g	18일	뱀장어	5 mg	25일
(약욕제)	은어, 방어 송어, 잉어	1~10g	5일	은어	10 mg	14일
Nalidixic acid	어류	2 mg	7일	향어, 은어	*	–
(사료첨가제)				송어		
Thiamphenicol	방어	2~5 mg	15일	방어	*	*
(사료첨가제)						
Flumequine	광어, 방어	6~12 mg	7일	방어	*	–
(사료첨가제)	송어, 잉어 붕어, 뱀장어					
Piromidic acid	어류	10~20 mg	20일	뱀장어	*	–
(사료첨가제)						
Fumagillin	잉어, 송어	0.75~2.5 mg	28일			
(사료첨가제)	뱀장어					
Fumagillin	잉어, 송어	3 mg	28일			
(약욕제)	뱀장어					
Florfenicol(사료첨가제)				방어	*	–

사료첨가제 단위: 고기 체중 kg당 일일 용량, 약욕제 단위: 약욕액 *l*당 용량
* 사용이 허용되어 있으나 자료 부족으로 용량 및 휴약기간을 모르는 경우임
–아직 휴약기간이 설정되어 있지 아니한 경우임.
@한국에서는 관계부처에서 휴약기간 설정에 대한 작업을 수행 중이며, 제시된 휴약기간은 동물약품업체의 제품 사용설명서에서 발췌한 것임.

어), oieandomycin(방어), piromidic acid(뱀장어), flumequine(방어), nalidixic acid(향어, 송어, 은어), sulfisoxazole(방어, 잉어, 송어, 은어), trichlorfon(뱀장어, 잉어) 등이 시판되고 있으나 휴약기간은 아직 설정되어 있지 않은 실정이며, 현재 이들 약물의 안전성에 관한 연구가 활발히 진행되고 있는 것으로 알려져 있다. 일본에서는 1990년 10월 이후 oxytetracycline 약욕제, chloramphenicol, diflazone와 furazolidone은 모든 양식용 수산동물에 사용할 수 없게 하였다.

약제별 휴약기간은 수산동물의 종류, 투여경로, 투여용량, 투여기간에 따라서 달라지기 때문에 양식 수산동물의 약제 잔류에 따른 안정성을 확보하기 위하여는 대상 동물의 질병에 따라서 적절한 약제를

선정하여야 할 것이고, 선정된 약제는 투여 용량, 투여기간 등의 투여방법을 정확히 지키고 아울러 휴약기간을 준수하여야 할 것이다.

참고문헌

1. 江草周三 著: 魚の感染症, 恒星社厚生閣, 1984.
2. 伊況久夫, 福田芝生, 阿部勳雄, 中島健次, 長林俊彦 共著: 水生動物疾病學, 朝倉書店, 1988.
3. 吉田讙三 著: 魚病の診斷と治療(錦鯉·金魚). 文永堂. 1982.
4. 尾崎久雄 著: 魚類藥理學. 綠書房, 1984.
5. 富況正雄 著: 魚の病氣と治療法, 綠書房, 1983.
6. William, E.M. Lands: Fish and Human Health. Academic Press, Inc., 1982.
7. Kafuku, T. and Ikenoue, H.: Modern Methods of Aquaculture in Japan. Kodansya LTD. Tokyo, 1983.
8. Robert, R. Stickney: Principles of Warmwater Aquaculture, John Wiley & Sons, Inc. Canada, 1977.
9. Ronald, J. Roberts: Fish Pathology, Bailliere Tindall. London, 1984.
10. Ellis, A.E.: Fish Vaccination, Academic Press, Inc., 1988.
11. 日本動物藥事協會: 動物用藥事關係法令集, 1990.
12. 日本總務廳行政監祭局: 動物用醫藥品, 飼料 및 農藥의 安全使用等 確保, 1991.
13. 岡本 章: 水產養殖에 있어서 動物醫藥品使用의 現狀에 관하여. 食品衛生研究, **48**(6), 43 (1991).
14. 한국동물약품공업협동조합: 동물약품편람, 1990.