

## Isoeugenol의 넙치(*Paralichthys olivaceus*)에 대한 진정, 마취 및 독성효과 검토

신기욱 · 신용승 · 김영립 · 이은영 · 양향희 · 팔락샤 · 허남응 · 연성찬 · 이희천  
오명주<sup>1</sup> · 조성준<sup>2</sup> · 강승원<sup>2</sup> · 정태성\*

경상대학교 수의과대학 동물의학연구소

<sup>1</sup>여수대학교 수산생명의학과

<sup>2</sup>국립수의과학검역원

(게재승인: 2005년 5월 24일)

## Examinations on sedation, anaesthetic and toxic effect of Isoeugenol for olive-flounder (*Paralichthys olivaceus*)

Gee-wook Shin, Yong-seung Shin, Young-rim Kim, Eun-young Lee, Hyang-hee Yang, K.J. Palaksha,  
Nam-eung Huh, Seong-chan Yeon, Hee-chun Lee, Myung-ju Oh<sup>1</sup>, Seong-joon Joh<sup>2</sup>,  
Seung-won Kang<sup>2</sup>, Tae-sung Jung\*

Institute of Animal Medicine, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

<sup>1</sup>Department of Fish Pathology, Yosu National University, Yosu 550-747, Korea

<sup>2</sup>National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-016, Korea

(Accepted: May 24, 2005)

**Abstract :** Olive flounder (*Paralichthys olivaceus*) is the major mariculture fish in Korea. The annual aquaculture production of olive flounder in Korea during the period of 2003 was 300,000 ton (2002 Statistics, Ministry of Maritime Affairs & Fisheries, Korea Government). Anesthetics is very necessary in aquaculture to minimize stress and damage during harvesting, grading, transportation, spawning induction and handling to fish. In the present study, isoeugenol as new anesthetic in marine fish, especially olive flounder, was examined to know the efficacy and proper concentration. As a result, olive flounder adult was exhibited sedation at 5 ppm at 10 and 15°C, and 7.5 ppm at 20°C, respectively. Anesthesia was required at least 10, 7.5 and 10 ppm at 10°C, 15°C and at 20°C, respectively. In case of fry, the effect of sedation was observed from 2.5 ppm at 10°C and 5 ppm at 15 and 20°C, respectively. Anesthesia was observed from 2.5 ppm at 10°C, 5 ppm at 15 and 20°C, respectively. In acute toxicity test, it was impossible to explore LD<sub>50</sub> with the concentration of isoeugenol adult at 15°C used, but over immersion volume of 15 ppm at 15°C was observed mortality in fry. Based on the present study, isoeugenol was identified as a safe and active anesthetic to olive flounder.

**Key words :** Isoeugenol, olive-flounder (*Paralichthys olivaceus*), Anesthetics

### 서 론

한국의 어류 양식산업은 1970년대 무지개송어, 뱀장

어 및 잉어 중심의 담수어 양식으로 시작되어, 1980년  
대 후반 넙치의 인공종묘 생산이 성공된 이후로 1990년  
대에 이르러 넙치를 비롯한 조피볼락, 농어, 참돔 그리

이 논문은 한국과학재단의 연구비 지원(과제번호: R01-2001-000-00242-0)에 의해 수행되었음.

\*Corresponding author: Tae-sung Jung

Laboratory of Fish and Shellfish Diseases, College of Veterinary Medicine, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea  
[Tel: +82-55-751-5822, Fax: +82-55-751-5803, E-mail: jungts@snu.ac.kr]

고 돌돔 등의 해산양식이 본격화되기 시작하였다 [3, 8]. 넙치의 생산량은 양식이 시작된 1988년에는 1,200톤에 불과하던 것이 2001년 100,000여 톤으로 급격히 증가되었고 2003년 현재에는 300,000여 톤 이상을 생산하고 있어, 국내에서 가장 선호되는 중요한 해산 양식어종으로 위치를 점하고 있다 [1].

국내에서 많이 소비되고 있는 넙치를 포함한 다양한 해산양식 어종의 안전한 공급을 위하여 어류에게 선별, 수확, 수송 및 취급시 스트레스를 적게 줄 수 있는 마취제가 필요한 실정이다. 현재, 어류에서 상기의 목적으로 사용되고 있는 어류 마취제로는 benzocaine(ethyl aminobenzoate), MS-222(tricaine methanesulfonate), quinaldine(2-methyluoline), 그리고, 2-phenoxy-ethanol(ethylene glycol monophenyl ether) 등이 알려져 있다. 그 중 가장 많이 사용되고 있는 MS-222와 benzocaine는 포유동물에서 국소 마취제로써 사용하고 있다. 그러나 이러한 마취제들은 전신마취제 또는 최면제로 사용되는 halothane 및 ether 그리고 barbiturate보다 어류의 전신마취제로서 더 적합하다고 보고되어있다. 그 이유는 전신마취제는 물고기에서 안전범위가 좁은 반면 국소마취제는 보다 안전하고, 담겨진 용액으로부터 흡수가 용이하며, 흡수된 약제는 물고기 조직내로의 전달이 빠르기 때문이다 [5, 10, 11, 15].

Clove oil은 약 70~80%의 유제놀(eugenol)이 포함되어 있고 수세기동안 인의용으로 사용되었으며 어류의 마취제로서 그 효용성 및 안정성이 증명되었으나, clove oil 자체로는 호주에서 식용 어류를 위한 마취제로서 허용되어 있지 않다 [6, 9, 10, 12, 16, 17]. 호주 그리고 뉴질랜드에서 어류마취제로써 승인된 isoeugenol은 유제놀의 isomer 형태이고 낮은 독성효과 때문에 어류 섭취를 위한 도살시 휴약기간이 필요하지 않다. 그래서, 이들나라에서는 1994년부터 양식 연어를 수확할 때 사용되었으며 또한, 뱀장어 뿐만 아니라 다양한 어종의 어류 그리고 바다가재의 운반시에 그 효용성이 입증 되었다 [2, 4, 9, 13, 14].

본 연구는 국내 최대 생산 해산 어류인 넙치(*Paralichthys olivaceus*)에 대해서는 isoeugenol의 적절한 용량과 투여시 온도에 따른 마취 유도시간 및 마취 회복시간에 대한 연구가 수행되어 있지 않다. 그래서, 넙치에 대한 isoeugenol의 적절한 용량과 효과에 대하여 검토하기 위하여 본 실험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 마취제

Isoeugenol의 최종 농도가 2.5, 5.0, 7.5 그리고 10 ppm

이 되도록 해수에 희석하여 어류에 대한 진정 및 마취 유도 시간을 측정하는데 사용하였고, 독성 시험에서는 10, 12.5, 15, 17.5, 20 과 22.5 ppm의 농도에서 수행하였다.

### 공시어

넙치 치어인 경우는 평균 5 g의 어체를 경남 남해의 부화장으로부터 구입하여 사용하였고, 넙치 성어인 경우는 평균 450 g의 어체를 경남 남해의 한 양식장으로부터 구입하여 순환여과식 어류배양시설의 실험실에서 일주일간 순치한 후 시험에 사용하였다.

### 넙치에 대한 진정 및 마취 시험

어류는 8-9마리를 그룹하였고 어류의 크기, 수온 그리고 isoeugenol의 농도별로 넙치에 대한 진정 및 마취 시험을 수행하였다. 정확한 진정 및 마취 유도 시간을 판단하기 위해서 세 연구자가 각각 기록하였으며 시험은 2회 반복하였다. 넙치에서 진정과 마취의 판단은 평형각각의 소실 정도 그리고 인위적인 외부자극에 대한 어류의 반응정도로 판단하였다. 그리고, 진정 및 마취가 유도된 넙치의 치어 및 성어에서 회복시간의 측정은 isoeugenol이 없고 공기가 계속 공급되는 회복수조로 이동하여 수행하였다.

### 급성독성시험

Isoeugenol의 독성효과는 수온 15°C에서 다양한 농도에 노출 후 넙치가 폐사된 것으로 판단하였다. 마취제의 농도는 2.5 ppm 단위로 10~22.5 ppm의 농도에서 각각 30분간 노출한 후 회복수조로 이동하였다. 30분 이내에 외부 자극에 의해 아무런 반응이 보이지 않았을 폐사로 판정하였다.

### 해수 조건

넙치의 진정 및 마취를 위해 사용된 모든 해수조건은 특별한 언급이 없으면 아래 Table 1과 같은 조건 하에서 실시되었고, 온도 측정은 수온온도계를 이용하였다.

**Table 1.** The chemical and biological conditions of seawater used to maintain olive flounder

	Temperature (°C)		
	10.07±0.12	15.10±0.17	19.97±0.06
pH	9.11±0.07*	8.64±0.09	8.72±0.02
D.O (mg/l)	4.46±0.22	4.60±0.23	4.52±0.03
Salinity (%)	2.97±0.01	2.99±0.01	3.08±0.01

\*Representative parameters were measured three times

또한, pH, 용존산소량(dissolved oxygen; D.O) 그리고 염도(salinity)는 water cheker U-10(Horiba, Japan)을 사용하여 측정하였다. 또한, 회복수조는 공기펌프(DH-60)를 이용하여 끊임없이 공기를 공급하였다.

### 판단 기준 및 사용 용어

#### (1) 진정(Sedation)

외부자극에 대해 약하게 반응하거나 몸을 뒤집었을 때 바로 돌아오지 못하였을 경우를 진정단계로 판단하였다. 즉, 외부자극에 대한 반응력과 평형각각이 약하게 상실한 단계를 말한다.

#### (2) 마취(Anaesthesia)

꼬리를 자극했을 때 반응이 전혀 없으며, 어체가 수조바닥에 가라앉아 있고, 아가미덮개가 미약하게 움직이는 상태를 마취상태로 판단하였다. 이러한 진정 및 마취의 판단 기준은 Treves-Brown [15]의 어류에서 마취 단계의 구분방법에 따라 수행하였다.

#### (3) 농도(Concentration)

일정량의 isoeugenol을 해수에 희석시켜 ppm으로 표현하였다.

#### (4) 유도시간(Induction time)

진정 혹은 마취 단계에 이르는 시간을 뜻한다.

#### (5) 회복시간(Recovery time)

진정 혹은 마취 후 회복수조에 이동하여 정상적인 상태로 돌아오기까지 걸린 시간을 의미한다.

#### (6) 독성 효과(Toxicity)

진정 혹은 마취 중 치사 혹은 다른 부작용의 발생을 의미한다.

## 결 과

넙치 성어에 대한 진정유도효과는 10°C의 경우 2.5 ppm에서는 나타나지 않았으나, 5 ppm에서는 진정은 평균 12분 전후 그리고, 회복은 평균 4분 전후였고 7.5 ppm에서는 진정은 평균 6분 전후 그리고, 회복은 평균 3분 전후를 보였으며 10 ppm에서는 진정은 평균 6분 전후, 그리고 회복은 평균 8분 전후로 관찰되어졌다. 그러므로, 넙치에서 진정을 위해 사용된 isoeugenol은 용량이 증가함에 따라 평균 진정유도 시간은 짧아졌으나, 넙치의 진정 후 평균 회복시간은 5 ppm 그리고 7.5 ppm에서는 큰 차이가 없었다. 그러나, 10 ppm에서 진정된

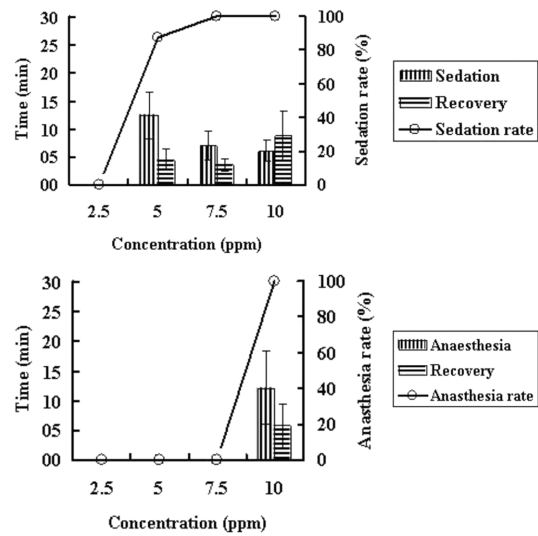


Fig. 1. Sedation and anaesthesia of flounder adult at 10°C.

넙치의 평균 회복시간은 나머지 두 용량에 비해 증가됨을 알 수 있었다. 아울러, 10°C에서 isoeugenol의 넙치에 대한 진정효과는 최소한 5 ppm에서부터 발생하는 것을 알 수 있었다. 10°C에서 넙치 성어에 대한 마취유도는 2.5, 5 그리고, 7.5 ppm에서는 나타나지 않았다. 그러나, 10 ppm에서의 평균 마취유도시간은 12분 전후였으며 평균 회복시간은 5분 전후였다. 따라서 10°C에서 isoeugenol을 이용해 넙치를 마취시킬 경우 최소한 10 ppm의 용량이 필요함을 알 수 있었다(Fig. 1).

15°C에서의 넙치 성어에 대한 진정효과는 2.5 ppm에서는 관찰할 수 없었지만, 5 ppm 이상의 농도에서는 관찰할 수 있었다. 평균 진정유도시간은 5, 7.5 그리고 10 ppm에서는 각각 10, 9 그리고 5분 전후였으며 평균 회복시간은 각각 4, 6 그리고 5분 전후였다. 따라서, 15°C에서의 넙치의 isoeugenol 진정유도효과는 최소한 5 ppm에서부터 발생하는 것을 알 수 있었다. 한편, 15°C에서 넙치 성어에 대한 마취유도효과는 2.5와 5 ppm에서는 나타나지 않았으며, 7.5 ppm에서도 부분적으로만 보였다. 즉, 8마리 중 4마리만 마취효과를 보였고 평균 마취유도시간은 17분 전후였으며, 회복에 걸리는 시간은 7분 전후를 보였다. 그러나 10 ppm에서는 평균 마취유도시간은 13분 전후였고, 평균 회복시간은 7분 전후를 보여 7.5 ppm에서 마취가 유도된 넙치의 회복시간과 차이가 없었다. 따라서 isoeugenol를 이용해 넙치를 15°C에서 마취시킬 경우 최소한 10 ppm의 용량이 필요함을 알 수 있었다(Fig. 2).

20°C에서 넙치 성어에 대한 평균 진정유도시간은 7.5,

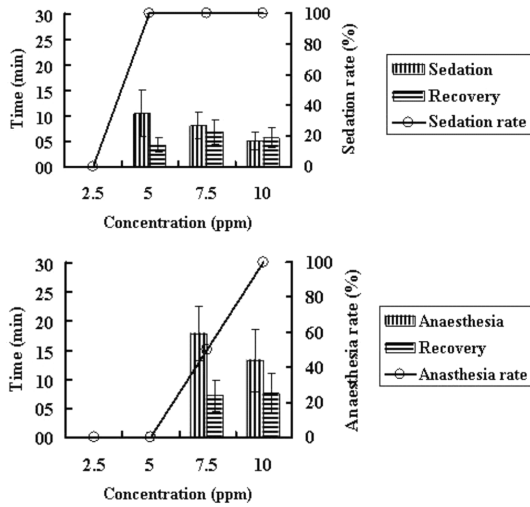


Fig. 2. Sedation and anaesthesia of flounder adult at 15°C.

10, 12.5 그리고 15 ppm에서 각각 6, 3, 6 그리고 4분 전후였으며 평균 회복시간은 4, 1, 4 그리고 4분을 보여서 전체적으로 다소 마취제 용량별 진정 효과는 일정하지 않았다. 20°C에서 넘치 성어에 대한 마취효과는 7.5 ppm에서는 나타나지 않았으나 10 ppm에서는 3마리에서 관찰되었으나 평균 마취유도시간은 29분 전후였지만, 회복시간은 단지 5분 전후였다. 그러나, 12.5와 15 ppm의 마취제 용량에서는 평균마취유도시간은 각각 20과 12분 전후를 보였고, 회복에 걸리는 시간은 각각 6과 8분 전후를 보여 투여용량이 증가함에 따라 마취유도시간은 줄어들었으나 회복시간에는 큰 차이를 보이지 않았다. 아울러 20°C에서 isoeugenol을 이용한 넘치를 마취할 경우 최소한 12.5 ppm의 용량이 필요함을 알 수 있었다 (Fig. 3).

10°C에서 넘치 치어에 대한 평균 진정유도시간은 2.5, 5, 7.5 그리고 10 ppm에서 각각 4, 9, 7 그리고 4분 전후에 관찰 할 수 있었으나, 진정 후 회복에 도달한 평균 시간은 각각 9, 8, 14 그리고 7분 전후를 보였다. 넘치 치어인 경우 진정에 도달하는 시간보다 회복에 걸리는 시간이 길다는 것을 알 수 있었다. 10°C에서 isoeugenol을 이용한 넘치 치어의 진정은 2.5 ppm 미만의 용량부터 가능한 것으로 사료되었다. 그리고, 10°C에서 넘치 치어에 대한 마취유도효과는 2.5와 5 ppm에서는 나타나지 않았고 7.5와 10 ppm에서는 17과 13분 전후에 시작되며, 회복은 모두 마취 후 9분 전후에 이루어 졌다. 그래서 isoeugenol로 넘치 치어를 10°C에서 마취시킬 경우 최소한 7.5 ppm의 용량이 필요하다고 생각되었다(Fig. 4).

15°C에서 넘치 치어에 대한 진정효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았고, 5, 7.5 그리고 10 ppm에서 평균 진

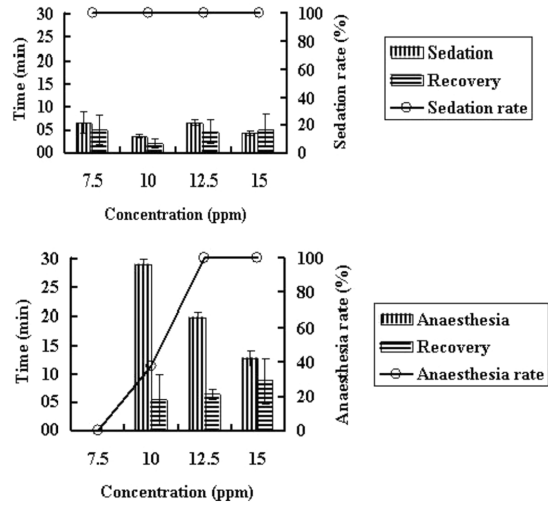


Fig. 3. Sedation and anaesthesia of flounder adult at 20°C.

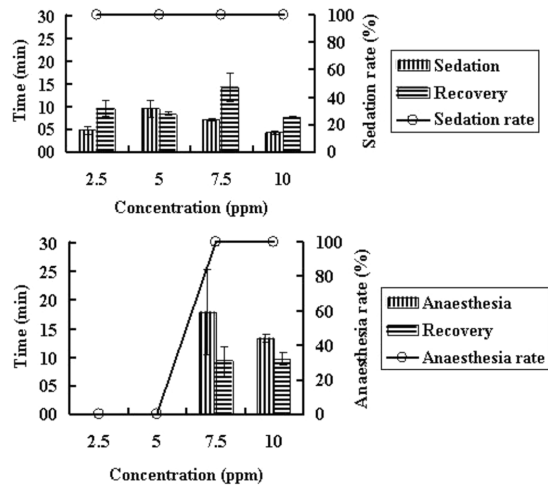


Fig. 4. Sedation and anaesthesia of flounder fry at 10°C.

정유도시간은 각각 7, 10 그리고 6분 전후였으나 평균 회복시간은 각각 6, 3 그리고 3분 전후를 보였다. 그러므로, 15°C에서 넘치 치어에 대한 진정 그리고 진정 후 회복은 용량과 무관한 것으로 사료되어진다. 따라서 isoeugenol을 이용해 넘치 치어를 15°C에서 진정시킬 경우 5 ppm 이상의 용량이면 가능함을 알 수 있었다. 동일수온에서 넘치치어에 대한 마취유도효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았다. 그러나 5, 7.5 그리고 10 ppm의 isoeugenol의 농도에서 평균 마취유도 시간은 각각 20, 18 그리고 8분 전후로 마취효과가 나타났으며 마취후 평균 회복시간은 각각 5, 6 그리고 7분 전후를 보였다. 15°C에서 넘치 치어에 대한 마취 그리고 회복 효과는 용

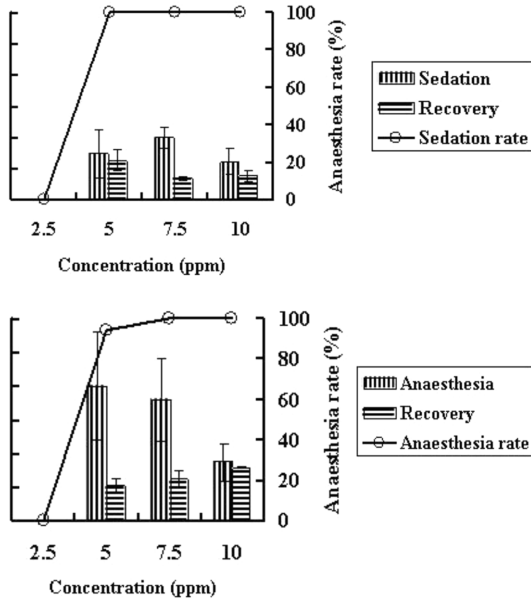


Fig. 5. Sedation and anaesthesia of flounder fry at 15°C.

량과 비례하여 안정하게 나타난 것을 알 수 있었다. 그래서 isoeugenol로서 넙치 치어를 15°C에서 마취 시킬 경우 최소한 5 ppm 이상의 용량이 필요한 것으로 사료되었다(Fig. 5).

20°C에서 넙치 치어에 대한 진정유도효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았고, 5, 7.5 그리고 10 ppm에서 평균 진정유도시간은 각각 5, 5 그리고 4분 전후를 나타냈으나 평균 회복시간은 각각 3, 6 그리고 6분 전후를 보였다. 20°C에서 넙치 치어에 대한 진정유도효과는 다른 온도에 비교하여 빠르게 나타난 것을 알 수 있었다. 그러나 회복 효과는 용량과 비교하여 다소 불안정하게 나타났다. 따라서 isoeugenol로 넙치 치어를 20°C에서 진정 시킬 경우 최소한 5 ppm 이상의 용량이 필요할 것으로 생각되어진다. 그리고, 20°C에서 넙치 치어에 대한 마취유도효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았다. 5, 7.5 그리고 10 ppm의 마취제 용량에서는 평균 마취유도 시간은 각각 20, 9 그리고 7분 전후였으며 평균 회복시간은 각각 8, 9 그리고 6분 전후를 보였다. 20°C에서 넙치 치어에 대한 마취 그리고 회복 효과는 마취제의 용량과 비례하지 않음을 알 수 있었다. 아울러 isoeugenol로 넙치 치어를 20°C에서 마취 시킬 경우 최소한 5 ppm 이상의 용량이 필요로 함을 알 수 있었다(Fig. 6).

15°C에서 넙치치어에 대한 급성독성 시험으로 30분 동안 관찰한 결과는 LD<sub>50</sub> 용량은 15에서 17.5 ppm 사이에 있는 것을 알 수 있었다. 따라서 넙치치어를 마취 시킬 경우는 12.5 ppm 이하에서 사용하는 것이 안정할

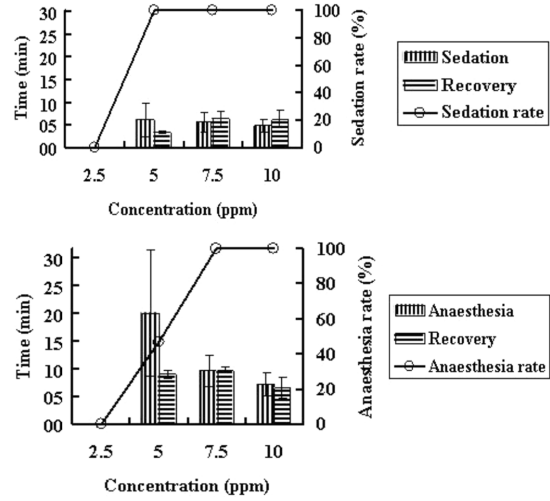


Fig. 6. Sedation and anaesthesia of flounder fry at 20°C.

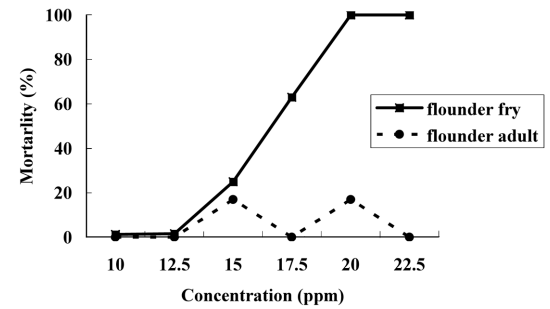


Fig. 7. Acute toxicity examination of isoeugenol for flounder fry and adult at 15°C.

것으로 사료되었다. 넙치성어의 경우 마취 및 진정시험에 사용한 isoeugenol의 농도에서 30분 동안 관찰한 결과 LD<sub>50</sub> 용량이 나타나지 않았다. 다만, 15 그리고 20 ppm의 마취제 용량에서 20% 미만의 폐사율을 보인 반면 17.5 ppm에서는 실험어의 폐사가 유발되지 않았다. 그러나, 22.5 ppm의 마취제를 투여한 실험어에서는 100%의 폐사율을 보였다(Fig. 7).

### 고찰

Isoeugenol은 유제놀(eugenol)의 isomer 형태이다. Eugenol은 clove oil에 약 70~90% 포함되고 있으며 수세기 동안 사람의 치통, 두통 그리고 관절통의 마취제로서 사용되어 왔다. 또한, 이러한 clove oil은 다양한 양식 어류에서 그 효용성이 증명되었다. isoeugenol은 낮은 독성 효과로 인해 휴약기간이 필요없는 것으로 보고되어져 있어 호주 그리고 뉴질랜드 등지의 어류양식산

업에서 사용이 허가된 마취제이다 [2, 4, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 17]. 그래서 현 연구에서는 국내에서 가장 많이 생산·소비되는 넙치에 대해 isoeugenol의 효용성을 조사하였다.

넙치의 성어 및 치어의 진정 및 마취는 동일 온도 조건에서 isoeugenol의 농도가 증가함에 따라 빨리 유발되었다. 송어(trout), 돔(sea bream) 그리고 홍연어(sockeye salmon)에 clove oil을 사용시 농도가 증가함에 따라 마취유도시간이 감소하는 것으로 보고하였으며 [16, 17], 또한, 청돔(goldlined sea bream)에서 quinalidine, quinate, MS-222, benzocaine 그리고 2-phenoxyethanol의 마취제들의 효용성을 검증하기 위한 시험에서도 마취제의 투여량이 증가함에 따라 어류에서 마취 유도는 빨리 일어나는 것으로 보고하였다 [7]. 그러므로, 현 연구의 결과들은 이전 연구들과 유사한 용량의존성인 것을 알 수 있었다.

넙치 성어에서 마취 및 진정유도는 실험이 수행된 해수의 온도가 증가함에 따라 동일 마취제 투여량에서 진정유도시간은 감소함을 보였으나 마취유도시간은 증가하는 것을 알 수 있었다. 그러나 치어에서 수온이 증가함에 따라 진정 및 마취유도시간은 큰 상관성이 없는 것으로 관찰되었다. 온도에 따른 clove oil의 마취효과는 4종의 연어과 어류에서 수행하였으며 그 결과 어종에 따른 마취 유도시간은 차이가 있었으나 온도가 증가함에 따라 마취유도시간은 감소하는 것으로 보고하였다 [6]. 한편, isoeugenol은 미국에서 중요한 여섯 담수 어종, 즉 파랑볼우럭(bluegill), 찬넬메기(channel catfish), 호수연어(lake trout), 무지개송어(rainbow trout), 월라이(walleye) 그리고 농어(yellow perch)의 성어와 치어에서 마취효용성을 검증하기 위하여 사용한 결과, 어종, 어류의 크기 및 연령 그리고 온도에 따른 마취유도시간은 차이가 있는 것으로 보고하였다. 어류의 연령 및 크기에 따른 조사에서 치어에서 마취유도시간은 성어에서 마취유도시간과 큰 차이가 없었으며 오히려, 파랑볼우럭과 찬넬메기에서는 오히려 성어보다 더 오랜 마취유도시간이 필요로 하는 것으로 보고되었다 [14]. 현 연구에서도 온도의 상승에 따른 마취제의 동일 농도에서 진정유도시간은 감소한 것은 이전 연구들과 유사하였다 [6, 14]. 그러나, 마취유도시간의 증가는 아마도 어종의 특징 그리고 마취 판단의 모호함에 의한 것도 작용한 것으로 사료되었다. 넙치는 운동성이 적으며 산소소모량이 적은 어종으로 온도에 따른 대사작용의 차이 또한, 마취 판단을 위한 빈번한 외부 자극은 마취제에 대한 감수성을 감소시키는 요인이 되었을 것으로 사료된다.

현 연구에서 회복시간은 온도 및 마취용량과 무관한 것으로 규명되었다. 홍연어의 경우 clove oil의 농도 증

가에 따른 마취유도시간은 감소하나 같은 실험군내에서 개체적인 차이가 큰 것으로 규명 되었다고 [17], 같은 마취제를 이용하였을 경우 송어는 마취제의 농도가 증가함에 따라 회복시간은 지연되었으나 돔류의 경우에는 투여량과 무관한 것으로 보고되었다 [16]. 또한, 찬넬메기에서 metomidate를 사용하였을 경우 회복시간은 농도와 비례하였지만은 체중에는 무관한 것으로 보고하였다 [12]. 그러므로, 회복시간은 어종 및 개체 그리고 마취제에 따라서 상이한 결과를 관찰할 수 있는 것으로 사료되어진다.

어류에 사용되는 적합한 마취제의 조건은 1970년대 초에 제안되어졌다. 첫째로, 3분내에 4단계의 마취가 일어날 것, 둘째로, 사용되는 30분간 어류에 안전할 것, 그리고 셋째로, 20분 내에 완전히 회복될 것 등이다. 이러한 조건은 어류의 외과수술시 필요한 것이며 상업적인 양식어류의 수송 또는 취급시에는 부적합하다. 즉 양식 어류에서 마취제의 사용은 어류에 백신등을 주사, 친어의 분류 및 수송, 무게의 측정 그리고 어류에 표식시에 사용하여 어류를 쉽게 다루기 위한 것으로 외과적 수술을 위한 것이 아니다 [15]. 그러므로, 현 연구에서는 진정 및 마취의 두 단계로 구분하여 수행하였다. 마취제의 사용은 국내 양식산업에서 수술적 처치를 위한 마취보다는 오히려 수송 및 처치시 스트레스의 감소를 위해 더 필요할 것이다.

본 실험에서는 15°C에서 넙치성어에 대한 급성독성 실험으로 30분 동안 관찰한 결과 사용한 용량에서는 전혀 폐사를 보이지 않았다. 따라서 넙치성어에 대하여서는 isoeugenol이 상당히 안정한 진정 또는 마취효과를 갖고 있음을 보였다. 그러나, isoeugenol은 넙치 도살을 목적으로 사용하기에는 부적당할 것으로 사료되어진다. 또한, 15°C에서 넙치치어에 대한 급성독성 실험으로 30분 동안 관찰한 결과 LD<sub>50</sub> 용량은 15에서 17.5 ppm 사이에 있음을 보였다. 따라서 넙치치어를 마취시킬 경우는 12.5 ppm 이하에서 사용해야 할 것이다.

넙치는 국내에서 가장 많이 생산되는 어종이다. 또한 이 어종은 생산지로 부터 국내의 많은 도시에 수송되어지며 또한 일본등지에 많이 수출되어진다. 이처럼 생산지로부터 소비지로의 이송이 많은 넙치는 수송도중 수온의 상승 등으로 인한 수송 스트레스에 노출된다. Isoeugenol은 휴약기간이 없는 것으로 보고되고 있으며, 다른 마취제에 비해 어류에서 매우 안정적인 마취제로 인식되어지고 있다 [2, 4, 9, 13, 14]. 본 연구의 결과에서도 isoeugenol은 넙치 성어에 대해 매우 안전적이며, 이러한 isoeugenol은 수송 또는 어류의 handling시에 어류의 스트레스를 감소시키는 데 효과적인 진정 또는 마취약으로서 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 론

온도(10, 15 그리고 20°C), 성장단계(치어 혹은 성어)에 따른 isoeugenol 농도별 넘치의 진정 및 마취효과는 차이가 없는 것으로 관찰되어졌다. 회복시간은 개체별로 다소 차이가 보였으나 전체적으로 사용 용량이나 온도에 대해 큰 영향은 없는 것으로 관찰되었다. Isoeugenol의 넘치에 대한 LD<sub>50</sub> 실험에서 성어에서 22.5 ppm의 농도를 사용함에도 불구하고 넘치의 폐사는 관찰되지 않았으며, 치어에서는 15 ppm의 농도에서 폐사가 관찰되었다. 따라서 isoeugenol은 넘치의 수송 및 handling시에 스트레스를 감소시키는 효과적인 진정 또는 마취약일 것이라 사료된다.

## 참고문헌

1. 해양수산부. 어업수산통계. <http://fs.fips.go.kr/main.jsp>
2. **Auperin B, Goardon L, Quemeneur A, Thomas JL, Aubin J, Valotaire C, Rouger Y, Maise G.** Preliminary study on the use of AQUI-S® as anesthetic for handling and sampling of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brown trout (*Salmo trutta*). Bull Fr Peche Piscic 1998, 291-301.
3. **Bai SC, Kim KW.** Present status and future prospects of aquaculture in Korea. World Aquacult 2001, 32, 28-32.
4. **Davidson GW, Davie PS, Young G, Fowler RT.** Physiological responses of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to crowding and anesthesia with AQUI-S® super™. J World Aquacult Soc 2000, 31, 105-114.
5. **Gilderhus PA, Marking LL.** Comparative efficacy of 16 anaesthetic chemicals in rainbow trout. North American J. Fisheries Manage 1987, 7, 288-293.
6. **Hoskonen P, Pirhonen J.** Temperature effect on anaesthesia with clove oil in six temperature-zone fishes. J Fish Biol 2004, 64, 1136-1142.
7. **Hseu JR, Yeh SL, Chu YT, Ting YY.** Comparison of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. Acta Zoologica Taiwanica 1999, 9, 35-41.
8. **Kim IB.** Cage Aquaculture in Korea. In: Proceedings of the first international symposium on cage aquaculture in Asia, pp. 59-73, Busan, 2000.
9. **Kuhlmann H, Muenkner W, Vis, Hvan. De, Oehlenschlaeger J, Koch M.** Investigations of anaesthetic effect of Eugenol ("Aqua-S") and chemical similar structured compounds on eel (*Anguilla anguilla*). Arch Lebensmittelhyg 2000, 51, 60-62.
10. **Pirhonen J, Schreck CB.** Effects of anesthesia with MS-222, clove oil and CO<sub>2</sub> on feed intake and plasma cortisol in steelhead trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture 2003, 220, 507-514.
11. **Sandodden R, Finstad B, Iversen M.** Transport stress in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): anesthesia and recovery. Aquacult Res 2001, 32, 87-90.
12. **Small, BC.** Anesthetic efficacy of metomidate and comparison of plasma cortisol responses to tricaine methanesulfonate, quinaldine and clove oil anesthetized channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Aquaculture 2003, 218, 177-185.
13. **Stehly GR, Gingerich WH.** Efficacy and toxicity of AQUI-S® as a fish anesthetic. In Aquaculture '98 Book of Abstracts, p.518, 1998.
14. **Stehly GR, Gingerich WH.** Evaluation of AQUI-S (efficacy and minimum toxic concentration) as fish anesthetic/sedative for public aquaculture in the United States. Aquacult Res 1999, 30, 365-372.
15. **Treves-Brown KM.** Anaesthetics in Applied Fish Pharmacology. pp. 206-217, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 2000.
16. **Tort L, Puigcerver M, Crespo S, Padros F.** Cortisol and haematological response in sea bream and trout subjected to the anesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. Aquacult Res 2002, 33, 907-910.
17. **Woody CA, Nelson J, Ramstad K.** Clove oil as an anesthetic for adult sockeye salmon: field trials. J Fish Biol 2002, 60, 340-347.