

## AQUI-S®의 조피볼락(*Sebastes schlegeli*)에 대한 진정 및 마취 효과

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

경상대학교 수의과대학 동물의학연구소  
\*여수대학교 수산생명의학과  
\*\*국립수의과학검역원

(게재승인: 2006년 6월 23일)

## Investigation on Sedation and Anesthetic of AQUI-S® for Black Rockfish (*Sebastes schlegeli*)

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

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

\*Department of Aqualife Medicine, Yosu National University, Yosu 550-747, Korea

\*\*National Veterinary Research and Quarantine Service, Anyang 430-016, Korea

**Abstract :** Along with olive flounder (*Paralichthys olivaceus*), black rockfish (*Sebastes schlegeli*) is another very popular maricultured species in Korea. As there is many difficulties in handling live fish for aquaculturist, use of suitable anesthesia for proper handling of fish is very important in the field. In this view, the effect of AQUI-S® has analysed for its use in the field. AQUI-S®, contains 50% isoeugenol, is a new anesthetics for fish and zero-withdraw time required since it was approved as a safe additives of food. In the present study, black rockfish adult exhibited sedation effect from 5 ppm at 10°C and 15°C, and 7.5 ppm at 20°C, on the other hand, anesthesia was at least required 7.5 ppm at 10°C and 15°C, and 10 ppm at 20°C. The fish was recovered from sedation and anesthesia after approximately 5 and 10 minutes, respectively. In case of black rockfish fry, sedation was recorded from 2.5 ppm at 10°C, and 5 ppm at 15°C and 20°C. The least concentraion of anesthesia was 2.5 ppm at 10°C, 7.5 ppm at 15°C, and 5 ppm at 20°C. The acute toxic test showed that black rockfish adult and fry showed mortality above 12.5 and 15 ppm concentration of AQUI-S®, respectively. In sum, AQUI-S® is considered as useful anesthetic drug for sedation and anesthesia of black rockfish, it is highly availbale to be prevented from a varity of stress.

**Key words :** AQUI-S®, black rockfish (*Sebastes schlegeli*), anesthesia, sedation.

### 서 론

조피볼락(*Sebastes schlegeli*)은 국내에서 넘치 다음으로 많이 생산되고 있으며, 국내 소비자들이 횡감으로 선호하는 해산 양식 어종 중의 하나이다. 조피볼락은 주로 연안에서 멀리 떨어진 해상 가두리에서 주로 양식되어지며, 다른 어종에 비하여 지느러미의 골격이 강하여 취급 및 운송시에 주의를 요한다. 그러므로, 이 어체의 취급 및 운송을 위하여 독성이 없으면서 효과적인 마취제는 상당히 유용할 것으로 사료된다.

어류 마취제로 많이 사용되고 있는 것으로서는 ethyl aminobenzoate (benzocaine), tricaine methanesulfonate (MS-

222), ethylene glycol monophenyl ether (2-phenoxyethanol) 등이 있다(16). 이 중 미국 Food and Drug Administration (FDA)에서 식용어류에 허용된 마취제는 MS-222이다. 그러나, FDA에서는 이 마취제의 잔류독성 때문에 식용 어류에 처치시 반드시 21일 이상의 휴약기간이 필요하다고 명시하고 있다(3,5). 최근, 클로브유(clove oil) 그리고 AQUI-S®의 어류 마취제로서 효용성 및 안전성에 대한 연구가 보고 되고 있다(6,11,17,18). 클로브유는 *Eugenia caryophyllata*라는 나무로부터 추출되어지며 마취효용성을 보이는 성분인 유제놀(eugenol)이 약 70-90%가 함유되어 있다(12). 미국 FDA에서는 “Generally Regarded As Safe” 로서 클로브유를 음식물에 첨가시 1,500 ppm 이하까지는 허용하고 있으며, World Health Organisation (WHO)에서는 일상적으로 사람

<sup>1</sup>Corresponding author.  
E-mail : jungts@gsnu.ac.kr

이 섭취할 수 있는 유제놀의 양을 2.5 mg/Kg으로 허용하고 있다(3,4,11). 그러나, 이러한 클로브유는 어류 마취제로서 허용되어 있지 않다. 반면, 유제놀의 isomer인 isoeugenol이 50% 포함되어 있는 AQUI-S®의 경우 낮은 잔류 독성으로 인해 뉴질랜드 및 호주에서 양식 어종에 대한 안전한 마취제로서 상품화를 허용하였고 다양한 어류에서 이 마취제에 대한 효용성 및 안전성에 대하여 보고 되었다(1,2,15).

본 실험에서는 국내 해산 양식어류에서 중요한 어종인 조피볼락에 대해서 AQUI-S®의 적절한 용량 및 온도에 따른 진정 및 마취 유도시간과 회복시간 그리고, 마취제 농도별 급성폐사율을 알아보고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 마취제

50% isoeugenol이 포함되어있는 AQUI-S® (New Zealand Ltd, Wellington, New Zealand)를 사용하여 최종 농도가 2.5, 5.0, 7.5 그리고 10 ppm이 되도록 해수에 희석하여 어류에 대한 진정 및 마취 유도 시간을 측정하는데 사용하였고, 독성 시험에서는 10, 12.5, 15, 17.5, 20과 22.5 ppm의 농도에서 수행하였다.

### 실험어

평균체중  $5 \pm 0.1$  g의 조피볼락 치어 및 평균체중  $450 \pm 20$  g의 성어를 경남 남해의 종묘생산장 및 육성양식장으로부터 구입하여 사용하였고, 200 L의 원통형수조를 이용한 순환여과식 어류사육시설에서 일주일간 순치한 후 시험에 사용하였다.

### 진정 및 마취 시험

시험에 사용한 조피볼락은 8마리씩을 그룹화하였고 어류의 크기, 수온 그리고 AQUI-S®의 농도별로 이 어류에 대한 진정 및 마취 시험을 수행하였다. 진정과 마취의 판단은 평형감각의 소실 정도 그리고 인위적인 외부자극에 대한 어류의 반응정도로 판단하였으며 진정 및 마취 후 회복의 판단은 진정 및 마취가 유도된 조피볼락의 치어 및 성어를 AQUI-S®가 없고 공기가 충분히 공급되는 수조로 이동하여 정상유영의 유무로 하였다. 정확한 진정 및 마취 유도 시간을 판단하기 위해서 세명의 연구자가 각자 기록하였고 시험은 2회 반복하였다. 진정 및 마취 그리고 회복시간은 세명의 연구자의 진정, 마취 그리고 회복으로 판단된 시점의 시간을 평균화 하였으며 그것에 대한 표준편차를 산출하였다.

### 급성독성시험

AQUI-S®의 독성효과는 수온 20°C에서 조피볼락의 각 시험군을 다양한 농도에 노출시킨 후 폐사된 것으로 판단하였다. 마취제의 농도는 2.5 ppm 단위로 10~22.5 ppm의 농도에서 각각 30분간 노출한 후 회복수조로 이동하였다. 30분 이내에 아가미 덮개의 움직임 그리고 정상 유영을 관찰할 수

**Table 1.** The chemical and biological conditions of seawater used to maintain black rockfishes

	Temperature		
	10.07±0.12°C	5.10±0.17°C	19.97±0.06°C
pH	9.11±0.07	8.64±0.09	8.72±0.02*
D.O	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.

없거나 외부 자극에 의해 아무런 반응이 보이지 않았을 경우 폐사로 판정하였다.

### 해수 조건

우럭의 진정 및 마취를 위해 사용된 모든 해수조건은 아래 Table 1과 같은 조건 하에서 실시하였다. 수온은 냉각기 (Auto cooler, Samhwa engineering)를 사용하여 조절하였다. 실험에 사용한 성어 및 치어의 수온 상승에 따른 스트레스를 감소시키기 위해 1주일 동안 서서히 적정 온도로 조절하였다. 또한, pH, 용존산소량(dissolved oxygen; D.O) 그리고 염분도(salinity)는 water cheker U-10 (Horiba Inc., Oriba, Japan)을 사용하여 측정하였다. 또한, 회복수조는 공기펌프 (DH-60)를 이용하여 충분한 량의 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 평형감각이 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(16)의 어류에서 마취단계의 구분방법에 따라 수행하였다.

#### (3) 농도(Concentration)

일정한 AQUI-S®양을 해수에 희석시켜 ppm (part per million)으로 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.

## 결 과

10°C에서 AQUI-S®의 조피볼락 성어에 대한 진정효과를 조사하였다. 2.5 ppm의 농도에서는 진정효과를 관찰할 수 없

었다. 그러나, 5 ppm에서는 시험에 사용된 군의 50%의 조피볼락에서 진정효과가 관찰되었으며 평균 진정 시간은 22분 전후였다. 7.5 ppm과 10 ppm에서는 시험에 사용된 모든 어체에서 진정효과가 관찰 되었으며 유도된 평균 진정 시간은 각각 10분과 5분이었다. 그러나, 각 농도별 진정된 조피볼락의 회복시간은 5분 전후로 마취제의 농도와는 무관한 것을 알 수 있었다. 따라서, 10°C에서 조피볼락 성어를 진정시키기 위해서는 7.5 ppm 이상의 AQUI-S® 농도가 필요한 것을 알 수 있었다. 10°C에서 조피볼락 성어에 대한 마취효과는 2.5 ppm와 5 ppm서는 관찰되지 않았으며, 7.5 ppm에서는 1 마리(약 10%)에서만 보였다. 그러나 10 ppm에서는 시험에 사용된 조피볼락의 80%가 마취단계에 도달하였으며 평균 마취 시간은 20분 그리고 평균 회복 시간은 9분이었다. 따라서 조피볼락 성어를 10°C에서 마취하기 위해서는 최소한 10 ppm 이상의 농도가 필요하다 (Fig 1).

15°C에서 조피볼락 성어에 대한 진정효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았다. 그러나, 5 ppm에서는 60% 그리고 7.5 ppm에서 50%에서 진정효과를 보였으며 이 농도에서 평균 진정 및 회복 시간은 각각 18분과 2분 그리고, 5분과 3분이었다. 10 ppm에서는 모든 어체에서 진정효과가 관찰되었으며 평균 진정 시간은 4분 그리고 평균 회복 시간은 3분이었다. 조피볼락 성어에 대한 마취효과는 2.5와 5 ppm에서는 나타나지 않았고 7.5 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 25%에서 관찰되었다. 그러나, 10 ppm에서는 모든 어체에서 마취효과가 관찰되었으며 평균 마취 및 회복시간은 15분과 8분 이었다. 따라서 15°C에서 AQUI-S®를 이용하여 조피볼락을 마취 시킬 경우 최소한 10 ppm의 용량이 필요한 것으로 사료되어진다 (Fig 2).

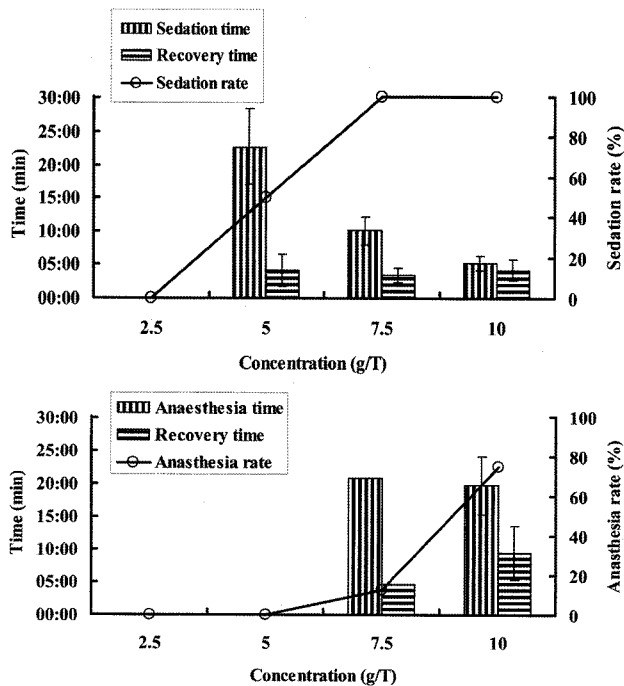


Fig 1. Sedation and anaesthesia of rockfish adult at 10°C.

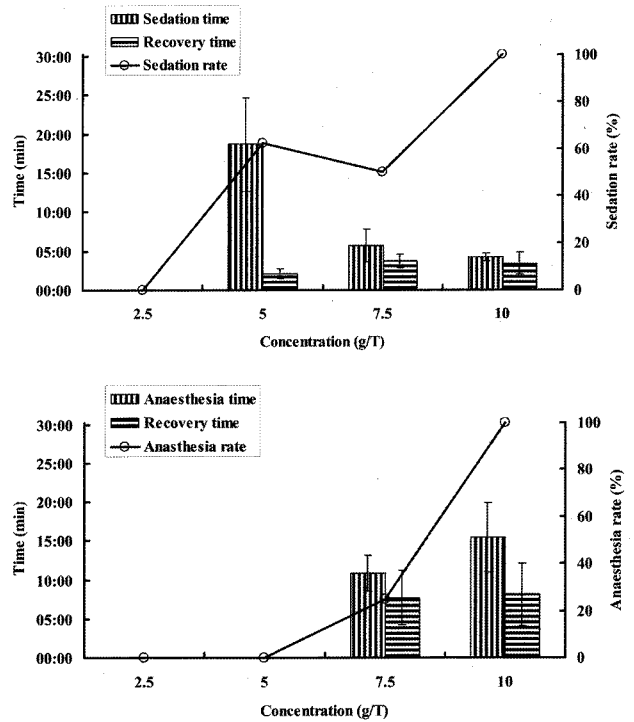


Fig 2. Sedation and anaesthesia of rockfish adult at 15°C.

20°C에서 조피볼락 성어에 대한 진정효과는 7.5 ppm에서 시험에 사용된 어체의 약 80%에서 관찰되어졌으며 진정 유도 시간은 평균 9분이었으며, 한편, 10 ppm, 12.5 ppm 그리고 15 ppm에서는 평균 진정 시간은 각각 4분, 9분 그리고 4분이었으며 전 시험군의 모든 어체에서 진정유도효과가 관찰되어졌다. 그러나 평균 회복 시간은 2분 내지 4분 안에 발생하여 다소 균일하게 보였다. 따라서 20°C에서 조피볼락 성어의 진정시에 최소한 10 ppm의 AQUI-S® 농도가 필요한 것으로 판단되어진다. 20°C에서 조피볼락 성어에 대한 마취효과는 10 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 약 40%에서 마취유도가 관찰되었으며 평균 마취 시간은 20분 그리고 평균 회복 시간은 13분이었다. 또한, 12.5 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 50%에서 마취유도가 관찰되었으며 평균 마취 시간은 22분 그리고, 평균 회복 시간은 10분이었다. 15 ppm에서는 전 어체에서 마취유도가 관찰되었으며 평균 마취 및 회복 시간은 각각 12분 그리고 6분이었다. 이러한 결과는 20°C에서 조피볼락 성어의 마취시에 AQUI-S®의 농도는 최소 15 ppm의 농도가 필요하다는 것을 알 수 있었다 (Fig 3).

10°C에서 조피볼락 치어에 대한 진정효과는 2.5 ppm, 5 ppm, 7.5 ppm 그리고 10 ppm에서 각각 평균 진정 시간은 3분, 3분, 4분 그리고 2분이었고 평균 회복 시간은 각각 16분, 18분, 5분 그리고 4분이었다. 현 수온에서 진정유도는 사용된 마취제의 농도별 모든 어체(전 시험군의 100%)에서 관찰할 수 있었다. 그래서 10°C에서 AQUI-S®를 이용해 조피볼락 치어를 진정시킬 경우 7.5 ppm의 용량이 적합할 것으로 사료되어진다. 10°C의 마취 유도 시험에서는 2.5 ppm,

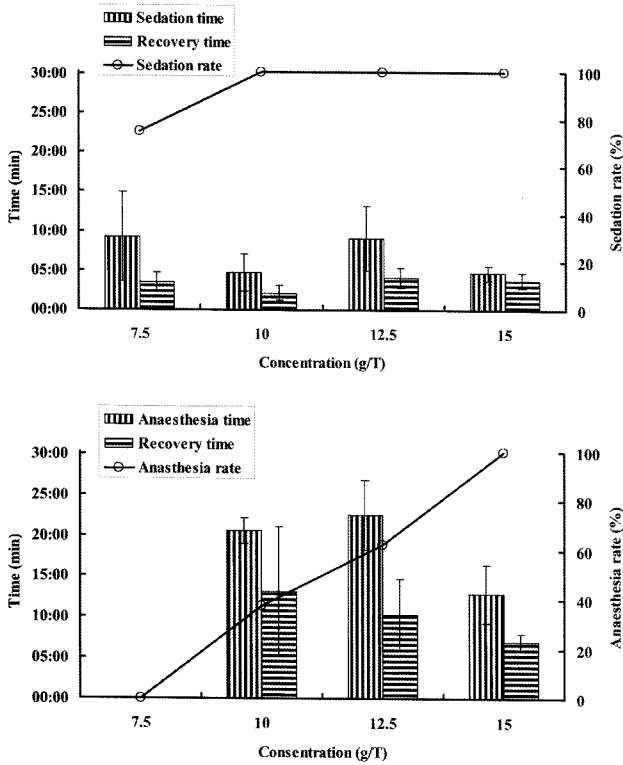


Fig 3. Sedation and anaesthesia of rockfish adult at 20°C.

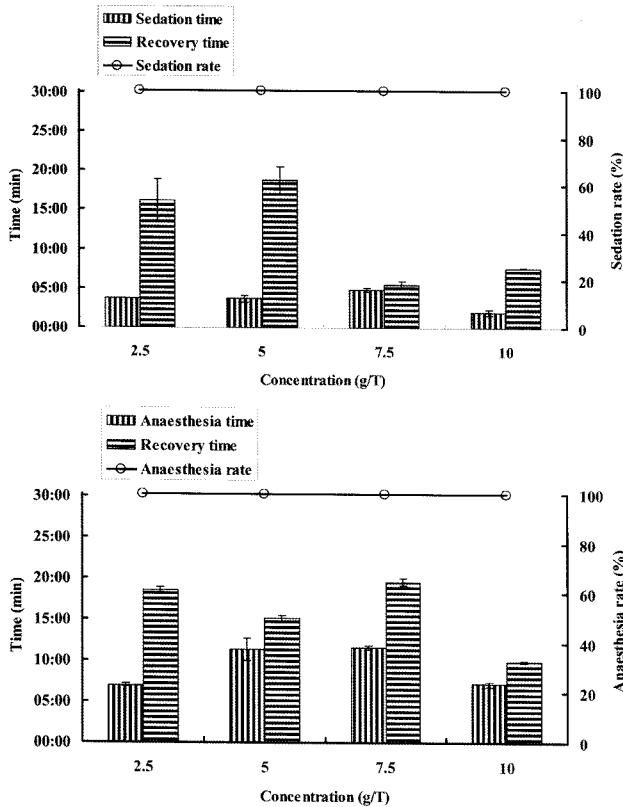


Fig 4. Sedation and anaesthesia of rockfish fry at 10°C.

5 ppm, 7.5 ppm 그리고 10 ppm에서 전 조피볼락 치어에서 마취효과(100%)가 관찰되었으며 평균 마취 시간은 각각 6분, 11분, 11분 그리고 7분으로 관찰되었으며 평균 회복 시간은 각각 18, 15, 19 그리고 9분이었다 (Fig 4).

15°C에서 조피볼락 치어에 대한 진정효과는 2.5 ppm에서 관찰할 수 없었으나 5 ppm, 7.5 ppm 그리고 10 ppm에서는 전 어체에서 진정효과가 관찰할 수 있었고 (100%) 평균 진정 시간 각각 10분, 5분 그리고 2분이었고 진정 후 평균 회복 시간은 각각 3분, 4분 그리고 3분이었다. 한편, 동일온도에서 조피볼락 치어에 대한 마취효과는 2.5 ppm와 5 ppm에서는 나타나지 않았고 (0%), 7.5 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 70%에서 마취 유도가 되어졌으며 평균 마취 시간과 회복 시간은 각각 21분 그리고 11분이었다. 한편, 10 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 100%에서 마취 유도가 관찰되었고 평균 마취 시간은 9분 그리고 평균 회복 시간은 14분이었다 (Fig 5).

20°C에서 조피볼락 치어에 대한 진정효과는 2.5 ppm에서는 나타나지 않았다. 그러나, 5 ppm, 7.5 ppm 그리고 10 ppm에서 시험에 사용된 전 어체에서 진정효과가 관찰되었고 평균 진정 시간은 각각 5분, 4분 그리고 2분이었으며 평균 회복 시간은 각각 2분, 7분 그리고 3분이었다. 20°C에서 마취효과와 시험에서는 동일 온도의 진정효과 시험과 마찬가지로 2.5 ppm 농도의 시험군에서는 마취효과를 관찰 할 수 없었다(0%). 그러나, 5 ppm에서는 시험에 사용된 어체의 80%에서 마취 유도가 일어났으며 평균 마취 및 회복 시간은 20분 그리고 7분이었다. 7.5 ppm 그리고 10 ppm에서 마취유

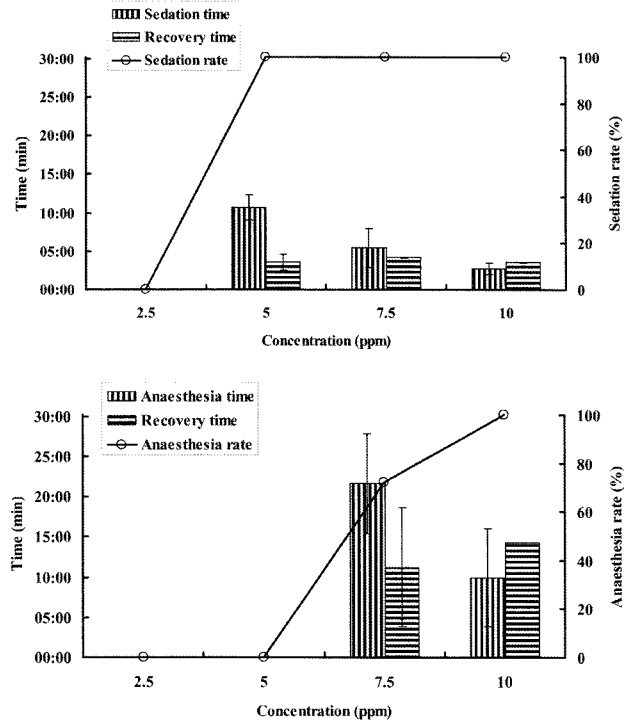


Fig 5. Sedation and anaesthesia of rockfish fry at 15°C.

고찰

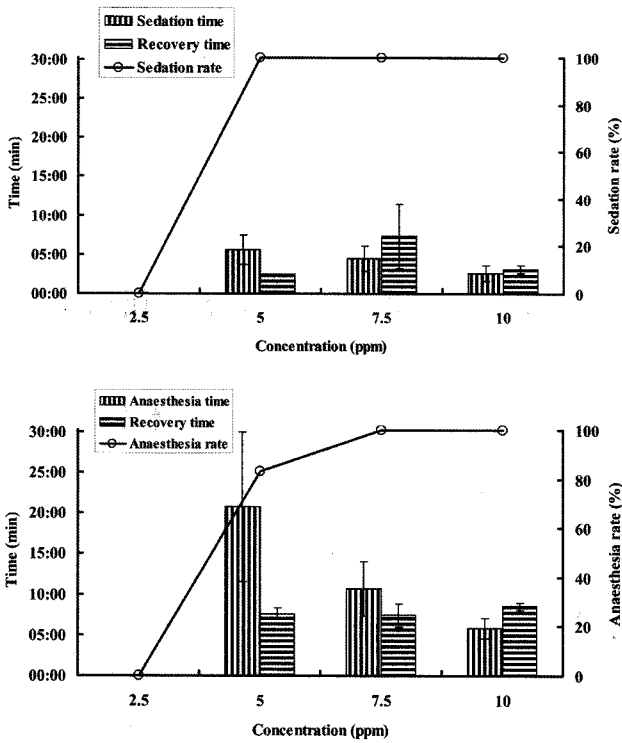


Fig 6. Sedation and anaesthesia of rockfish fry at 20°C.

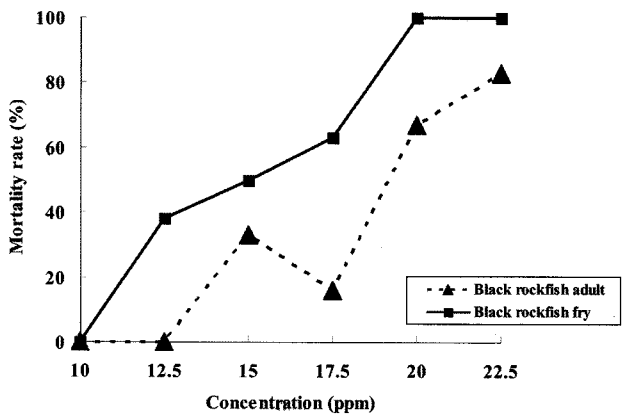


Fig 7. Acuter toxicity examination for rockfish fry and adult at 20°C.

도는 전 어체 (100%)에서 관찰 할 수 있었고, 평균 마취 및 회복 시간은 10분과 7분 그리고 5분과 8분이었다 (Fig 6).

20°C에서 조피볼락성어에 대한 급성독성시험은 마취제의 10, 12.5, 15, 17.5, 20 ppm 그리고 22.5 ppm 농도에서 조피볼락의 폐사유무로 시험하였다. 30분 동안 관찰한 결과 마취제의 농도별로 0, 0, 33, 16, 67 그리고 83%의 폐사율을 보였다. 한편, 조피볼락 치어인 경우 성어와 같은 마취제의 농도에서 0, 38, 53, 60, 100 그리고 100%의 폐사율이 관찰되었다 (Fig 7).

현 연구에서 우리의 진정 및 마취의 판단은 Treves-Brown (16)이 제시한 어류의 마취 단계에 따라 수행하였다. 즉, 진정의 판단은 마취제에 노출된 어류에 외적 자극이 주어졌을 때 반응이 전체적으로 감소되고 아가미 호흡율은 약간 증가 되는 깊은 진정(Deep sedation)인 마취 2단계와 평형감각의 감소(Partial loss of equilibrium)와 근육의 긴장상태가 부분적으로 감소하여 곧추서는 듯한 유행을 보이는 마취 3단계이다. 한편, 마취의 판단은 마취제 투여시 어체는 전체적인 평형 감각의 상실(Total loss of equilibrium), 반사반응의 상실(Loss of reflex ractivity) 및 자극에 대한 반응의 완전 상실등을 보이는 마취 4단계와 5단계에서 이루어 졌다.

어류에서 있어서 진정 및 마취의 유도는 마취제의 사용농도 및 노출시간에 따른다. 또한, 마취제의 약리학적 효력과 독성작용은 수질환경에 따라서 차이가 난다. 즉, 수온의 상승은 물에서의 산소 용존율이 감소하기 때문에 마취제의 효력 및 독성 작용이 증가 할 수 있다. 그리고, 물의 염도와 경도는 마취제의 효력과 독성을 감소시키기 때문에 마취제의 농도를 높여 주어야 한다. 그외, 어류의 크기 및 밀도 또한 어류 마취시에 고려되어야 한다(6-8,14,15,17,18.) 본 연구에서 사용된 어류는 비슷한 크기의 성어와 치어로 나누었고 각 수온별 어류의 수는 8마리로서 밀도는 일정하게 유지된 상태에서 수행하였다.

수온 약 12°C에서 파랑볼우럭(bluegill), 차넬메기(channel catfish), 곤들메기(lake trout), 무지개송어(rainbow trout), 월아이(walleye) 그리고 농어(yellow perch)의 6어종으로 어린 성어(juvenilles-young adults)와 치어(fry-fingerlings)으로 구분하여 AQUI-S®로 마취 시험을 수행한 결과 마취유도시간은 파랑볼볼락과 무지개송어의 어린 성어들이 치어들 보다 짧으며, 회복시간은 파랑볼우럭, 차넬메기 그리고 농어의 어린성어들이 치어들보다 감소하는 것으로 관찰되어져 어종에 따라서 연령 및 크기별로 마취 효용성이 상이하게 나타나는 것으로 보고하였다(15). 본 연구에서 조피볼락의 치어는 동일 수온에서는 조피볼락 성어에 비해 동일 농도에서 진정 및 마취 유도 시간이 감소하여 파랑볼조피볼락과 무지개송어와 상반되었지만은 회복시간은 조피볼락 성어에 비해 늘어난 것으로 관찰되어 파랑볼우럭, 차넬메기 그리고 농어와 유사하였다(15). 이처럼, 어종마다 성어와 치어에서 마취제에 대한 마취유도시간 및 회복시간에 차이를 보이는 이유는 아마도 어종에 따른 성어와 치어의 대사능력의 차이에 기인된 것으로 생각되어진다.

파랑볼우럭, 차넬메기, 곤들메기, 무지개송어, 월아이 그리고 농어에서 AQUI-S®를 사용한 마취 시험에서 마취제의 농도가 증가할수록 마취 유도시간은 감소하는 것으로 관찰되었으며(15) 유제놀이 다량 포함되어 있는 클로브유를 사용한 송어, 소케이어 연어(sockeye salmon) 그리고 농어의 진정 및 마취 시험에서도 유사한 결과를 보고하였다(17,18). 한편, 대서양 연어에서 metomidate, clove oil, benzocaine 그리고

AQUI-S®의 네가지 마취제를 사용한 시험에서도 각 마취제에 대한 마취유도시간에는 차이를 보였지만 전체적으로 용량의존성이었다 (Iversen *et al.*, 2003). 클로브유의 40 mg/L로 대서양 연어(atlantic salmon), 브라운 송어(brown trout), 무지개송어(rainbow trout), whitefish, 농어(perch) 그리고 roach의 어류를 마취시 수온과의 연관성을 규명한 시험에서 수온이 증가할수록 마취유도시간 및 회복시간은 감소하는 것으로 관찰되어졌다(6). 이러한 결과는 무지개송어의 어린 성어(juvenilles-young adults)를 AQUI-S®의 20 mg/L로 마취 실험을 수행한 시험에서도 같은 결과를 보였다(15). 본 연구에서는 조피볼락 성어의 마취시 10°C에서 15°C로 그리고 치어의 경우에는 15°C에서 20°C로 수온이 증가함에 따라 진정 및 마취유도시간은 감소하여 이전 연구와 유사한 것을 알 수 있었다(6,15).

조피볼락 치어의 진정 및 마취 효과는 10°C에서 2.5 ppm, 15°C에서 각각 5 ppm과 10 ppm 그리고 20°C에서는 각각 5 ppm과 7.5 ppm부터서 모든 어체에서 관찰 할 수 있었다. 이처럼 저수온에서 마취제의 낮은 농도에서조차 높은 진정을 및 마취율을 보이는 이유는 어류의 생리 및 대사의 변화에 기인된 것으로 생각되어진다. 저수온시에 어류는 활동성의 저하, 호흡율 및 대사율의 감소된다. 이것은 어류의 진정과 유사한 양상을 보인다(16). 그러므로, 이러한 낮은 마취제의 농도와 저수온은 어류에서 마취제의 효능을 증가 시킨 것으로 생각되어진다.

본 연구에서 20°C에서 조피볼락의 성어 및 치어에 대한 급성독성시험을 수행하였다. 그 이유는 이 수온에서 빈번한 어체의 핸들링은 긴 진정 또는 마취 유지 시간의 확보가 필요로 하며, 또한 이 수온에서 마취 유도 시험은 마취제의 농도에 따른 마취 및 회복 시간 그리고 마취유도율이 높은 상관관계가 있는 것으로 관찰되었다. 그래서, 조피볼락에서 안전한 마취를 위한 최대 마취제의 농도를 구하고자 20°C에서 급성독성시험을 수행하였다. 급성독성시험 결과 조피볼락 성어의 경우 15 ppm에서 폐사가 유발되어 22.5 ppm에서 시험에 사용된 어체의 80%에서 폐사가 관찰되었다. 그러나, 치어의 경우에는 성어에 비해 더 낮은 농도 (12.5 ppm)에서 폐사가 발생하여 22.5 ppm에서 전 어체의 폐사가 관찰되어 조피볼락의 치어가 더 AQUI-S®의 독성에 대해 감수성이 높은 것을 알 수 있었다.

Tricaine methane-sulfate (MS-222)는 원래 코카인을 변형 시켜서 생산하여 국소마취제로 사람에게 사용되었다. 아울러 수생동물에 대한 마취제로서의 가치가 인식되면서 많은 나라에서 물고기를 위한 유일한 마취제로 공인되고 있다(13). 이 마취제는 물고기에 사용될 경우 최대 80 ppm까지 사용될 수 있다(7,14). MS-222의 용액은 pKa는 3.5이기 때문에 Methane-sulfonic acid를 형성할 수 있다. 그래서, pH4의 수질환경에 노출된 무지개송어에 MS-222의 사용은 위험할 수 있으므로 낮은 pH에 민감한 종에서는 수조에 마취제를 투여하기 전에 Sodium barbiturate와 같은 완충액에 마취제를 섞어서 사용한다(10,14,16). 그리고, 이 마취제를 식용을 위한

어류의 마취시에 약 21일 간의 휴약기간이 필요로 하기 때문에 어류의 상품성을 하락시킬 수 있다. 그러나 이 외 마취제의 사용은 어류에서 현재까지 금지되고 있는 실정이다. 그러나, AQUI-S®는 휴약기간이 없는 것으로 보고 되고 있으며, 다른 마취제에 비해 어류에서 매우 안정적인 마취제로 인식되어지고 있다(1-3,15).

조피볼락은 넙치 다음으로 국내에서 가장 많이 생산되는 어종이다. 또한 이 어종은 생산지로 부터 국내의 많은 도시에 수송되어진다. 이처럼 생산지로부터 소비지로의 이송이 많은 조피볼락은 수송 도중 수온의 상승 등으로 인한 수송 스트레스에 노출된다. 본 연구를 통하여 AQUI-S®는 조피볼락 성어 및 치어의 수송 및 선별을 위한 진정 및 마취에 유용한 마취제임을 확인 할 수 있었다.

## 결 론

조피볼락은 넙치와 더불어 국내에서 많이 생산되는 양식 어종의 하나이다. 그러나 우력의 선별 또는 수송을 위한 처리시 스트레스로 인해 경제적 손실을 야기 할 수 있다. 본 연구는 휴약기간이 없어 뉴질랜드 그리고 호주등지에서 상용화되어 있는 AQUI-S®의 효능을 국내에서 많이 생산되고 있는 조피볼락에서 검토하였다. 조피볼락 성어의 경우 수온 10°C, 15°C 그리고 20°C에서 진정을 위해 각각 최소 5 ppm, 5 ppm, 7.5 ppm, 그리고 마취를 위해 7.5 ppm, 7.5 ppm 그리고 10 ppm의 농도가 필요한 것을 알 수 있었다. 한편, 치어의 경우 진정을 위해 각 수온별로 2.5 ppm, 5 ppm 그리고 5 ppm, 그리고 마취를 위해서 2.5 ppm, 7.5 ppm 그리고 5 ppm의 농도가 사용되어져 함을 알 수 있었다. 20°C에서 폐사율로 조사된 급성 독성 시험에서는 조피볼락 치어는 15 ppm 그리고 성어는 22.5 ppm 부터서 독성효과가 관찰되어졌다. 현 연구를 통해 AQUI-S®는 조피볼락의 취급 및 수송 스트레스를 감소하기 위한 유용한 마취제로 사용할 수 있을 것으로 사료되어진다.

## 감사의 글

이 논문은 한동 (주) 지원에 의해 수행되었습니다.

## 참 고 문 헌

1. Davidson GW, Davie PS, Young G, Fowler RT. Physiological responses of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* to crowding and anesthesia with AQUI-S. *J World Aquacult Soc.* 2000; 31: 105-114.
2. Davis KB, Griffin B. Physiological responses of hybrid striped bass under sedation by several anesthetics. *Aquacult.* 2004; 233: 531-548.
3. FDA (US Department of Health and Human Services, Food and Drug Administration). Guidance for Industry: Status of clove oil and eugenol for anesthesia of fish. 2002: Guide 150.
4. Fischer IU, Dengler HJ. Sensitive high-performance liquid

- chromatographic assay for the determination of eugenol in body fluids. *J Chromatogr.* 1990; 525: 369-377.
5. Gilderhus PA, Marking LL. Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *North Am J Fish Manag.* 1987; 7: 288-292.
  6. Hoskonen P, Pirhonen J. Temperature effects on anaesthesia with clove oil in six temperate-zone fishes. *J Fish Biol.* 2004; 64: 1136-1142.
  7. Houston AH, Allen JL. Blood concentrations of tricaine methane sulphate in brook trout, *Salvelinus fontinalis*, during anaesthetization, branchial irrigation and recovery. *J Fish Res Board Canada.* 1974; 29: 1344-1346.
  8. Hseu JR, Yeh SL, Chu YT, Ting YY. Comparison of efficacy of five anesthetics in goldlined sea bream, *Sparus sarba*. *Acta Zool Taiwanica.* 1999; 9: 35-41.
  9. Iversen M, Finstad B, McKinley RS, Eliassen RA. The efficacy of metomidate, clove oil, AQUI-STM and Benzoak as anaesthetics in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts, and their potential stress-reducing capacity. *Aquacult.* 2003; 221: 549-566.
  10. Masee KC, Rust MB, Hardy RW, Stickney PR. The effectiveness of tricaine, quinaldine sulfate and metomidate as anesthetics for larval fish. *Aquacult.* 1995; 134: 351-359.
  11. Nagababu E, Lakshmaiah N. Inhibitory effect of eugenol on non-enzymatic lipid peroxidation in rat liver mitochondria. *Biochem Pharmacol.* 1994; 43: 2393-2400.
  12. Ross LG, Ross B. *Anaesthetic and Sedative Techniques for Aquatic Animals* (2nd ed). Oxford, Blackwell Science. 1999: pp 159.
  13. Roubach R, Gomes L, Val A. Safest level of tricaine methanesulfonate (MS-222) to induce anesthesia in juveniles of matrinxã, *Brycon cephalus*. *Acta Amazonica.* 2001; 31: 159-163.
  14. Ryan S. The dynamics of MS-222 anaesthesia in a marine teleost (*Pagrus auratus*). *Comp Biochem Physiol C.* 1992; 101: 593-600.
  15. Stehly GR, Gingerich WH. Evaluation of AQUI-S® (efficacy and minimum toxic concentration) as fish anaesthetic/sedative for public aquaculture in the United States. *Aquacult Res.* 1999; 30: 365-372.
  16. Treves-Brown KM. *Anaesthetics in Applied Fish Pharmacology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. 2000: 206-217.
  17. Tort L, Puigcerver M, Crespo S, Padros F. Cortisol and haematological response in sea bream and trout subjected to the anaesthetics clove oil and 2-phenoxyethanol. *Aquacult Res.* 2002; 33: 907-910.
  18. Woody CA, Nelson J, Ramstad K. Clove oil as an anaesthetic for adult sockeye salmon: field trials. *J Fish Biol.* 2002; 60: 340-347.