

# 쥐노래미 *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks에 대한 염산리도카인-중탄산나트륨과 MS-222의 마취효과



박인석 교수  
한국해양대학교 해양과학부  
TEL)051-410-4321  
E-mail) ispark@kmaritime.ac.kr

## 연구의 필요성

채란·채정, 표식, 계측 및 수술을 위하여 수산생물을 공기 중에서 취급시 대상 생물체가 받는 피해를 최소화하기 위해서나, 일정 용기로 다량의 어류를 장시간에 걸친 효율적인 운반을 위하여 마취는 매우 중요시 된다(Sado, 1985; 박 등, 1988). 마취제(anaesthetic)로는 화학 물질과 더불어 저온 처리 및 전기 처리와 같은 물리적 요소가 있으며, 이들의 농도 및 노출 시간을 증가 시킴으로서 대상 동물의 운동성, 균형성 자각(consciousness) 증상 및 반사작용을 잃게 한다(Bell, 1987; 박 등, 1998a).

어류를 대상으로 한 마취제로는 1942년의 urethane 사용(Hasler and Meyer, 1942)을 시초로 하여 ether, chloroform 등이 사용되어 왔으나 이들 모두 발암 물질로 판명되어 현재는 사용이 규제되고 있는 실정으로서, 그 독성이 가장 적어 미국의 식량 및 의약품청(FDA)에 식용어의 마취제로 인정된 tricaine methanesulfonate (MS-222) 조차도 MS-222의 어류 처리 후 식용까지 최소한

21일간의 정지기간(withdrawal period)이 의무적으로 요구되고 있다(Summerfelt and Smith, 1990). 염산리도카인 [Lidocaine-HCl: 2-(diethylamino)-N-(2, 6-dimethyl phenyl acetimide hydrochloride)]은 수용성 백색 분말로서 수용액은 인체의 국소 혹은 국부 마취용으로 사용되고 있으며, 그 농도를 달리하여 표면 마취에도 사용되는 amide형의 마취제이다(Considine and Considine, 1984).

이와같은 인체 마취용 리도카인을 사용한 어류에서의 마취 적용은 1984년 Carrasco 등이 염산리도카인에 CO<sub>2</sub>를 첨가 사용하여 잉어(*Cyprinus carpio*), 틸라피아(*Oreochromis mossambicus*) 및 메기(*Ictalurus punctatus*)를 대상으로 마취를 시도한 바 있다(Carrasco et al., 1984). 국내에서의 염산리도카인에 의한 어류 마취에 관한 현재까지의 연구로는 1988년에 김 등이 수종의 양식대상 담수어류에서 염산리도카인 마취 효과를 파악한 바 있고(김 등, 1988), 박 등(1988)은 다수의 양식대상 해산어류에서 염산리도카인 마취 효과를 조사한 바 있다. 이후 염산리도카인 마취에 의한 잉어 혈액 성분 조사(정 등, 1994), 버들치

(*Rhynchocypris oxycephalus*)와 버들개(*R. steindachneri*)에 대한 염산리도카인의 마취 효과(박 등, 1998) 및 버들개 운송을 위한 염산리도카인의 효과(박 등, 1998)가 조사된 바 있다.

쥐노래미 *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks는 쥐노래미 과(Family Hexagrammidae)에 속하고 연안 암초 지역에 서식하는 정착성 어류로서, 본 종은 최근 고급 횡감으로 비싸게 팔리고 있으며 이들의 양식이 활발히 시도되고 있다(최 등, 2000). 본 연구는 쥐노래미의 공기중에서의 효과적인 취급과 쥐노래미를 대상으로 한 양식생물학적 연구시 필수적인 마취를 파악하기 위하여, 쥐노래미를 대상으로 인체에 무해하여 안전성이 높은 염산리도카인-중탄산나트륨(lidocaine HCl/NaHCO<sub>3</sub>)을 사용시 그 수온별 마취 효과를 MS-222의 수온별 마취 효과와 비교 평가하였으며, MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨의 혼합 사용시 이들의 마취 효과를 조사하였다. 아울러 어류 마취후의 어체 취급이 주로 공기 노출 상태에서 이루어지고 있다는 점을 고려하여, 염산리도카인-중탄산나트륨 마취 후 쥐노래미의 공기 노출에 따른 효과를 평가하였다.

## 연구 재료 및 연구 방법

쥐노래미 *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks를 부산광역시 영도구 동삼동 하리 포구의 해산어 수집소로부터 2001년 12월에 구입 하였으며, 이들을 한국해양대학교 수산유전육종학 연구실의 임해양식장에 수용 후 순응시켰다. 실험에 사용된 쥐노래미의 평균 체장 및 평균 체중은 각각 21.0±1.4cm (n=50), 152.4±38.1g (n=50) 이었으며 실험은 2002년 1월과 2월에 걸쳐 실시하였다. 실험

협의의 사육 수온은 12°C이었다.

마취 처리수의 중화와 마취 효과 증대를 위해 (Carrasco et al., 1984; 박 등, 1988), 중탄산나트륨(NaHCO<sub>3</sub>) 최종 농도를 1,000ppm으로 한 후(DO: 8.8ppm; pH: 8.26) 각 염산리도카인(lidocaine-HCl, 친화약품 Co.) 농도를 설정하였다. Tricaine methanesulfonate (MS-222, Fluca)는 직접 해수에 녹여 그 농도를 설정하였다.

마취 판정 기준은 Table 1의 stage III와 같이 어체 운동 정지, 아가미덮개 운동(호흡)은 규칙적이나 유영 정지, 어체가 측면으로 누움과 동시에 어체의 취급 및 마취액으로 부터 제거 가능, 그리고 회복수에서의 회복 가능 상태로 정하였다. 회복수에서 완전 회복의 판정 기준은, 충분한 공기 공급 하에서 어체가 기우는 증세 없이 완전히 정상 체위를 유지하며 활력을 가진 상태로 판정하였다.

### 1. 염산리도카인-중탄산나트륨(lidocaine HCl/NaHCO<sub>3</sub>)의 농도별, 마취 수온별 마취 효과 조사

염산리도카인-중탄산나트륨 농도는 100~1,200 ppm 에서 100ppm 단위로 하여 12 단계로 정하였다. 각 농도별 12, 18, 24°C의 마취 수온에서의 쥐노래미의 마취 시간(exposure time)과 회복시간(recovery time)을 timer를 사용하여 초 단위로 측정하였다. 마취 수온별 각 농도에 사용된 쥐노래미는 각 10마리씩 이었다. 각 실험 결과의 통계적 유의성 검정을 위하여 t-test를 사용하였으며 P 값이 0.05보다 작은 경우를 유의하다고 판단하였다.

### 2. 마취 수온 18°C에서의 MS-222에 의한 마취 효과 조사

Table 1. Stages of fish anaesthesia, their description and significance\*

Stage	Behavior and comments
I . Losing equilibrium	After some agitation and head snapping, fish begin to lose equilibrium but still actively evade capture.
II . Loss of equilibrium	Swimming on sides or upside down but still evade capture.
III . Immobilization	Swimming ceased but regular opercular movements (respiration) continuing. Fish lying on their sides and can be handled and removed from water. Recovery in anaesthetic-free water routine. A desirable level of anaesthesia.
IV . Immobilization and cessation of oper - cular movement	A dangerous level of anaesthesia that should be avoided. However, fish can frequently be revived by gently flushing gills with a hose or by pulling fish backwards through the water. Once regular, shallow opercular movements begin, recovery should follow unaided.

\*After Bell (1987).

마취 수온 18°C 조건에서 MS-222 농도 50ppm ~200ppm에서 25ppm 단위로 7 단계로 농도를 설정하여 실험하였다. 각 농도에서 쥐노래미의 마취 시간과 회복 시간을 timer를 사용하여 초 단위로 측정 하였으며 각 농도별 20마리의 쥐노래미를 사용하였다.

### 3. 염산리도카인-중탄산나트륨과 MS-222의 혼합 사용시의 마취 효과 조사

염산리도카인-중탄산나트륨과 MS-222의 혼합 사용시의 마취 효과를 염산리도카인-중탄산나트륨 및 MS-222 단독 사용시의 마취 효과와 비교 조사하였다. 마취 수온은 18°C에서 마취 시간 1분을 조금 경과하는 MS-222 농도를 기준으로 하였으며, 마취 시간 1분을 상회하는 염산리도카인-중탄산나트륨 여러 농도와 기준된 MS-222 농도를 혼합 처리시, 각각의 마취 시간과 회복 시간을 측정하였다. 각 혼합 처리 실험군당 30마리의 쥐노래미를 사용하였다.

### 4. 염산리도카인-중탄산나트륨에 의한 쥐노래미 마취 후 공기 노출시 사망률 조사

마취 수온 18°C에서 마취 시간 약 1분을 보이는 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도로 쥐노래미를 마취 후, 18°C 기온 조건의 노출에 따른 사망률을 조사하였다. 공기 노출 시간 4~20분에서 4분 간격으로 5 단계의 노출 시간을 정하였으며, 노출 시간 경과 후 사육수에서의 회복 여부 및 사망을 대조군과 비교하였다. 실험은 2 반복으로 하였으며 그 결과를 평균하였다.

### 연구결과

쥐노래미 *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks를 대상으로 한 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도별, 마취 수온별 마취 및 회복 결과는 Table 2와 같다. 마취 수온 12°C인 경우 100ppm과 200ppm에서는 마취 효과가 나타나지 않았으며, 300~1,200ppm에서는 304~172초의 마취 시간과

Table 2. Exposure and recovery time for greenling *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks anaesthetized with lidocaine HCl/NaHCO<sub>3</sub> at different temperatures of 12°C, 18°C and 24°C

Dose (ppm)	Temperature (°C)					
	12*		18*		24*	
	Exp. time	Rec. time	Exp. time	Rec. time	Exp. time	Rec. time
100	-	-	215±29 <sup>a</sup>	100±8 <sup>a</sup>	128±15 <sup>b</sup>	86±7
200	-	-	163±21	142±10 <sup>b</sup>	78±6	149±10 <sup>b</sup>
300	304±53	46±3	122±15 <sup>b</sup>	172±12	66±4	208±16 <sup>c</sup>
400	294±50	78±6	116±10	210±15 <sup>c</sup>	52±5	238±15
500	278±41	84±7	112±11	217±14 <sup>d</sup>	-	-
600	254±35	98±9 <sup>a</sup>	94±8	230±16	-	-
700	242±34	115±9	78±7	232±15	-	-
800	219±24 <sup>a</sup>	149±12 <sup>b</sup>	62±4	237±17	-	-
900	183±20	200±15	49±3	240±20	-	-
1000	179±15	215±17	-	-	-	-
1100	175±11	217±20 <sup>d</sup>	-	-	-	-
1200	172±10	222±19	-	-	-	-

\*Exp. time : Exposure time (Sec); Rec. time : Recovery time (Sec). Means±SD (n=10).: Same superscripts are significantly different (P<0.05).

46~222초의 회복 시간을 나타내었다. 마취 수온은 18°C인 경우 100~900ppm에서는 215~49초의 마취 시간과 100~240초의 회복시간을 나타내었으며, 1,000~1,200ppm에서는 마취 효과가 나타나지 않았다. 마취 수온 24°C인 경우 10~400ppm에서는 128~52초의 마취 시간과 86~238초의 회복시간을 보였으며, 500~1,200ppm인 경우 마취 효과가 나타나지 않았다. 각 마취 수온에서 공통적으로 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도가 높아질수록 마취 시간은 짧아지는 반면, 그 회복 시간이 길어지는 농도 의존성을 나타내었다.

각 마취 수온에서 공통적으로 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도가 높아질수록 마취 시간은 짧아졌으며, 회복 시간은 길어지는 경향을 보였다.

유사한 마취 시간들을 서로 비교시, 마취 수온이 높을수록 마취 시간 및 회복 시간에서 각각의 마취 농도는 낮아졌다(P<0.05). 적정 마취 시간 1분 내외와 이에 따르는 회복 시간을 고려시, 마취 수온 18°C인 경우 800ppm, 마취 수온 24°C인 경우 300ppm이 쥐노래미의 마취 적정 농도로 판명되었다.

마취 수온 18°C조건에서 MS-222에 의한 쥐노래미에서의 마취 효과는 Table 3과 같다. MS-222의 농도 50~200ppm에서 123~47초의 마취 시간과 70~144초의 회복 시간을 보였다. 쥐노래미에서의 MS-222의 마취 효과는 염산리도카인-중탄산나트륨에 의한 마취 결과와 마찬가지로 마취 농도가 높아질수록 마취 시간은 짧아지고 그 회

Table 3. Exposure and recovery time for greenling *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks anaesthetized with MS-222 at temperatures of 18°C

Dose (ppm)	Exposure time (Sec)*	Recovery time (Sec)*
50	123 ± 15	70 ± 6
75	98 ± 9	74 ± 7
100	79 ± 8	82 ± 8
125	58 ± 6	103 ± 8
150	56 ± 5	112 ± 10
175	49 ± 4	134 ± 9
200	47 ± 3	144 ± 20

\*Means ± SD (n=20).

복 시간은 길어지는 경향을 보였다. 적정 마취 시간 1분 내외와 이에 따르는 회복 시간을 고려시 125ppm과 150ppm의 MS-222가 마취 적정 농도로 판명되며, MS-222는 염산리도카인-중탄산나트륨에 비해 18°C 조건에서 약 1분을 보이는 마취 시간에 따른 회복 시간에 있어 짧게 나타났다.

마취 수온 18°C 조건에서 마취 시간 1분을 조금 경과하는 MS-222 농도인 100ppm을 기준으로 하여, 마취 시간 1분을 상회하는 염산리도카인-중탄산나트륨 농도인 200, 300, 400, 500ppm을 쥐노래미에 각각 혼합 처리한 마취 효과는 Fig. 1과 같다. 100ppm MS-222와 200ppm 염산리도카인-중탄산나트륨, 100ppm MS-222와 300ppm 염산리도카인-중탄산나트륨, 100ppm MS-222와 400ppm 염산리도카인-중탄산나트륨 및 100ppm MS-222와 500ppm 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취 시간은 각각 76, 66, 52, 47초 이었으며 회복 시간은 각각 59, 67, 98, 114초 이었다. 100ppm MS-222 기준시 염산리도카인-중탄산나트륨의 농도가

높아질수록 마취 시간은 짧아지는 반면 회복 시간은 길어졌다. 적정 마취 시간 1분 내외와 이에 따르는 회복 시간을 고려시 100ppm MS-222와 300ppm 염산리도카인-중탄산나트륨, 100ppm MS-222와 400ppm 염산리도카인-중탄산나트륨이 쥐노래미의 마취 적정 농도로 판명되었다. 마취 수온 18°C에서 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨의 혼합 처리시의 마취 효과는 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨의 각각 단독 처리시의 마취 효과에 비해 짧은 마취 시간과 회복 시간을 보여, 마취 효과에 있어 상승(synergy) 효과가 나타났다.

마취 수온 18°C에서 마취 시간 약 1분을 보이는 염산리도카인-중탄산나트륨 농도 800ppm으로 마취 후 18°C기온의 공기 노출에 따른 사망률 조사 결과는 Fig. 2와 같다. 대조군은 18°C 공기 노출 16분까지 모두 생존 하였으나 공기 노출 20분에 21.5%의 사망을 보였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800ppm 마취 후 공기 노출군은 노출

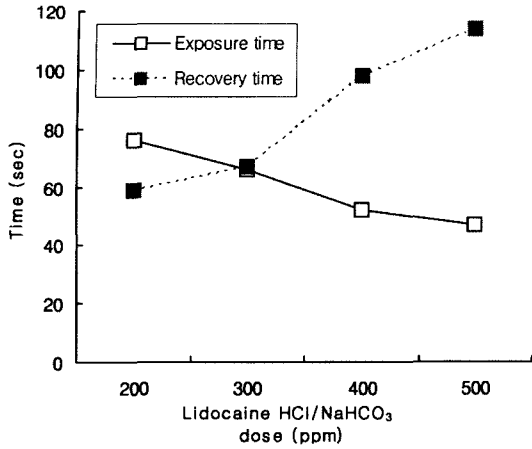


Fig 1. Anaesthetic effect of lidocaine HCl/NaHCO<sub>3</sub> at various concentrations for greenling *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks within 100 ppm MS-222 at temperature of 18°C (n=30).

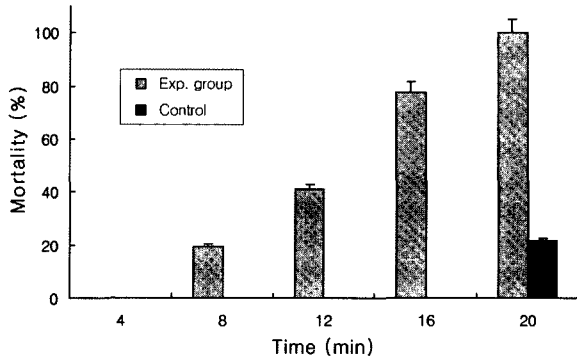


Fig 2. Mortality of greenling *Hexagrammos otakii* Jordan and Starks exposed to air after anaesthesia with 800 ppm lidocaine HCl/NaHCO<sub>3</sub> for 1min (n=50). Vertical bars indicate means ± SD.

후 4분까지는 모두 생존한 반면, 공기 노출 8분에 19.5%, 공기 노출 12분에 41.0%, 공기 노출 16분에 77.5%의 사망률을 보였으며 공기 노출 20분에는 모두 사망하였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800ppm으로 마취 후 18°C 조건으로 공기 노출시의 생존 개체 회복 시간은, 마취된 후 즉시 회복시킨 실험군의 회복 시간 237초와 유사하였다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800ppm으로 마취 후 18°C기온의 공기 노출 상태의 쥐노래미 취급은, 공기 노출 4분 이내가 안전하며 적당한 조건임이 판명되었다.

## 고찰

어류를 대상으로 한 마취는 어체에서의 체중과 체장의 측정, 표식과 Tag의 부착, 생리학적 및 행동학적 연구, 수술 실험, 채집, 사진 촬영, 인공 채란, 백신과 항생 물질의 주사와 채혈 및 활어 상

태로의 운반을 비롯한 여타 조직의 표본을 가능케 함으로써, 어류의 생물학적 연구와 아울러 수산 양식학적 연구와 양식 산업에 기본적으로 필요한 기법이다 (Summerfelt and Smith, 1990).

본 연구결과, 쥐노래미 *Hexagrammos otakii*를 대상으로한 염산리도카인-중탄산나트륨의 12°C마취 수온에서 300ppm, 18°C에서 900ppm 및 24°C에서 400ppm은 각각의 마취 수온에 따른 염산리도카인-중탄산나트륨의 안전 범위(safety margin)로서, 이러한 안전 범위는 종과 이들 종의 크기, 마취 방법 및 마취시의 환경적 요소에 좌우된다 (Gilderhus and Marking, 1987; Son et al., 2001).

마취 시간(exposure time)은 마취 대상 어류가 마취 용액에 접촉한 시간으로서 일정 마취 판정 기준까지 마취 후 마취 용액으로 부터 마취 대상 어류를 제거하는데 까지 소요되는 시간이며, 회복시간 (recovery time)은 마취 대상 어류가 회복수에서의 완전한 활력 회복에 소요되는 시간이다

(Summerfelt and Smith, 1990).

쥐노래미에서의 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취 효과는 마취 농도가 높을수록, 마취 수온이 증가할수록 마취 시간은 길어지는 반면, 회복 시간은 짧아지는 농도 의존성과 수온 의존성을 보이고 있다. 염산리도카인-중탄산나트륨에 대한 이러한 마취 효과에 있어서의 농도 의존성은 김 등(1988)과 박 등(1988)에 의해 담수 양식어류와 해산어 양식대상 어류에서 각각 파악된 바 있으며, 염산리도카인-중탄산나트륨에 대한 마취 효과에서의 수온 의존성은 박 등(1998)이 버들치 (*Rhynchocypris oxycephalus*)와 버들개(*R. steindachneri*)를 대상으로 조사한 바 있다. 마취 시간이 길어질수록 회복 시간이 연장되며, 이에 따라 어체는 저산소증에 노출될 수 있으므로, Gilderhus and Marking (1987)은 어류 마취제로서는 마취 효과에서 3분 이내의 마취 시간과 10분 이내의 회복 시간이 요구된다고 한정된 바 있다.

이러한 점을 고려시 쥐노래미에서의 염산리도카인-중탄산나트륨은 효과적인 어류 마취제로 적절하며, 박 등(1988)이 마취 수온만 22°C로 달리 하여 본 실험과 유사한 조건으로 쥐노래미를 대상으로 한 마취시 염산리도카인-중탄산나트륨 20ppm과 300ppm에서 각각의 57초와 36초의 마취 시간 결과를 본 실험의 24°C조건에서의 20ppm과 300ppm에서의 각각 마취 시간 78초, 66초와 비교 시, 본 실험에서의 마취 수온이 높음에도 불구하고 다소 높은 마취 시간을 보였다. 이러한 마취 수온 변화에 따른 마취 효과에서 다소의 차이는 마취 시 마취 수온이 대상 어류의 생태적 환경 수온과의 적합성 및 사용된 마취 수용액의 화학적 성상과 마취에 사용된 쥐노래미 자체의 생리적 차이에 기인된 것으로 사료된다(Summer-

felt and Smith, 1990).

MS-222는 어류 마취제로서의 마취 효과, 그 안전성과 더불어 수용액으로서의 안정성으로 인해 현재까지 가장 많이 사용되고 있다(Massee et al., 1995). 본 연구의 쥐노래미에서의 MS-222의 마취 효과는 쥐노래미에서의 염산리도카인-중탄산나트륨의 마취 효과와 마찬가지로, 마취 농도가 높아질수록 마취 시간은 짧아지고 회복 시간은 길어지는 마취 농도 의존적 경향을 보였다. MS-222의 마취 효과는 마취시 환경적 요인, 마취제 농도와 처리 시간 및 어종과 크기에 좌우됨으로 인하여 직접 비교는 어려우나, 본 실험의 MS-222 농도 100~200ppm의 마취 효과는 milkfish (*Chanos chanos*) 자어에서도 입증된 바 있다(Murai and Catacutan, 1981).

마취 수온 18°C에서 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨의 혼합 처리시의 마취 효과는 MS-222와 염산리도카인-중탄산나트륨 각각의 단독 처리시의 마취 효과에 비해 민감한 마취 효과를 보여 상승 작용이 나타났다. 이러한 마취제의 혼합에 의한 마취 효과는 Gilderhus et al. (1973)이 MS-222와 quinaldine sulfate를 혼합 사용하여 담수어류의 마취에 필요한 각 마취제의 농도를 감소시킨 바 있으며, 박 등(1988)은 참돔 *Pagrus major*을 대상으로 50ppm MS-222와 25ppm 염산리도카인-중탄산나트륨을 혼합 사용하여 뚜렷한 마취 효과 증가인, 약 150초의 마취 시간을 파악한 바 있다.

어류에서의 마취제는 진정(sedative) 역할을 함으로서 버들개 운송을 위한 효과적인 한 방법임이 판명된 바 있으며(박 등, 1998b), 이러한 마취제의 사용시 마취된 어류가 공기 중에 노출되어 취급 된다는 점을 고려시, 취급후의 안전성을 유

지시하기 위해 사망을 없애는 공기 노출의 최대 안전 시점 파악은 필수적이다. 본 연구 결과 대조군은 공기 노출 후 16분까지는 사망이 없는 반면, 800ppm 염산리도카인-중탄산나트륨으로 1분간 마취 후 마취 수온과 동일 기온인 공기 노출 실험군은 공기 노출 4분 후까지는 사망이 없었으나, 공기 노출 시간이 길어질수록 사망이 증가하여 공기 노출 20분 후에는 모두 사망하였다.

이와 유사한 결과로 조피볼락, *Sebastes schlegeli* 인 경우 100ppm MS-222로 2분간 마취 후 공기 노출 10분 부터는 40%의 사망이 나타난 반면, 마취 없이 공기 노출시킨 대조군은 공기 노출 15분부터 50%의 사망이 나타난 바 있다 (Son et al., 2001). 마취군이 대조군에 비하여 이와같이 공기 노출시 노출 경과에 따른 사망률이 증대되는 이유는 마취군에서의 마취제 처리에 의한 진정작용에 따른 마취군의 생리적 활성 저하에 기인된 것으로 사료된다. 염산리도카인-중탄산나트륨 800ppm으로 마취 후 18°C 조건으로 공기 노출시 생존 개체들의 회복 시간과 동일한 조건으로 마취 후 즉시 회복시킨 개체들 간의 회복 시간에 있어 서로 유사함을, 마취 후 공기 노출은 회복 시간에는 별다른 영향을 주지 않음을 시사한다.

어류 마취제로 사용시 독성(사용자나 어류에서의 안전성), 효율성, 가격성, 사용시의 규제와 사용 정도를 고려하여야 하며, 어류의 이상적 마취제로서의 여러 제반 특성을 구비하여야 한다 (Marking and Meyer, 1985): 1, 마취 시간은 15분 미만이거나 3분 미만이면 마취제로 더욱 좋다: 2, 마취 후의 회복 시간은 5분 혹은 그 미만으로 짧아야 한다: 3, 대상 어류에는 무독성이어야 한다: 4, 취급하기 쉽고 사용시 사용자에게는 무해

하여야 한다: 5, 대상 어류의 생리나 행동에 영향을 주지 말아야 한다: 6, 마취제가 빠르게 배출되거나 물질대사 되어 체내에 잔존하지 않아 사용정지 기간이 요구되지 않아야 한다: 7, 마취제의 반복 사용에 따른 누적 효과나 문제점들이 없어야 한다: 8, 가격이 값싸야 한다.

이러한 관점에서 본 연구에서 사용된 염산리도카인-중탄산나트륨은 쥐노래미의 마취시 어류 마취제로서의 제반 조건을 적절히 갖추고 있으며 특히, 염산리도카인이 인체에 국소 혹은 국부 마취용으로 사용된다는 점을 고려시 “generally recognized as safe” (GRAS)로서 그 안정성 또한 높다고 사료된다 (Schnick et al., 1986). 현재까지 염산리도카인-중탄산나트륨이 어류에 미치는 생리적 효과에 대한 충분한 자료는 부족한 실정으로서(정 등, 1994), 차후 염산리도카인-중탄산나트륨을 마취제로 사용시 쥐노래미에서의 생리적 영향에 관한 조사가 필요하다.

본 연구는 2002년도 한국학술진흥재단 지원인 「2002년도 한국해양대학교 해양과학기술연구소 중점연구소 지원사업(KRF-2002-005-F00004)」에 의하여 수행되었음.

## 참 고 문 헌

- Bell, G. R., 1987. An outline of anesthetics and anesthesia for salmonids, a guide for fish culturists in British Columbia. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences, No. 1534, 16 pp.
- Carrasco, S., H. Sumano, and R. Navahro-Fierro,



1984. The use of lidocaine-sodium bicarbonate as anaesthetic in fish. *Aquaculture*, 41: 395-398.
- Considine, D. M. and G. D. Considine, 1984. Van Nostrand Reinhold encyclopedia of chemistry, 4th ed., Van Nostrand Reinhold, New York.
- Gilderhus, P. A. and L. L. Marking, 1987. Comparative efficacy of 16 anesthetic chemicals on rainbow trout. *North. Am. J. Fish. Manage.*, 7: 288-292.
- Gilderhus, P. A., B. L. Berger, J. B. Sills and P. D. Harman, 1973. The efficacy of quinaldine sulfate : MS-222 mixtures for the anesthetization of freshwater fish. *U. S. Fish Wild. Serv., Invest. Fish Control*, 59 pp.
- Hasler, A. D. and R. K. Meyer, 1942. Respiratory responses of normal and castrated goldfish to teleost and mammalian hormones. *J. Exp. Zool.*, 91: 391-404.
- Massee, K. C., M. B. Rust, R. W. Hardy and R. S. Stickney, 1995. The effectiveness of tricaine, quinaldine sulfate and metomidate as anesthetics for larval fish. *Aquaculture*, 134: 351-359.
- Murai, T. and M. R. Catacutan, 1981. Effect of 20-phenoxy ethanol and MS-222 on milkfish fingerlings (*Chanos chanos*) as anesthetic agents. *O. Res. Rep. Aquacult., Dep. south-east Asia Fish. Dev. Cent.*, 5: 19-21.
- Sada, E. K., 1985. Influence of the anesthetic quinaldine on the some tilapia. *Aquaculture*, 46: 55-62.
- Schnick, R. A., F. P. Meyer and D. F. Walsh, 1986. Status of fishery chemicals in 1985. *Prog. Fish Cult.*, 48: 1-17.
- Son, M.-H., M.-W. Park, J.-I. Myeong, D.-J. Kim, B.-H. Kim, Q. T. Jo and I.-G. Jeon, 2001. Anaesthetic tolerance of juvenile black rockfish *Sebastes schlegeli*, produced for wild stock enhancement. *Ocean Pol. Res.*, 23: 285-290.
- Summerfelt, R. C. and L. S. Smith, 1990. Anesthesia, surgery, and related techniques. In : *Methods for Fish Biology* (eds., C. B. Schreck and P. B. Moyle). American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, pp. 213-272.
- 김동수 · 방인철 · 전세규 · 김연환, 1988. 인체용 마취제인 리도카인이 수 종의 양식어류에 미치는 효과. *한국어병학회지*, 1: 59~64
- 박인석 · 김정혜 · 정장방 · 임재현, 1998a. 버들치 *Rhynchocypris oxycephalus*와 버들개 *R. steindachneri*에 대한 리도카인의 마취효과. *한국양식학회지*, 11: 59-66.
- 박인석 · 김종만 · 김연환 · 김동수, 1988. 해산어류에 대한 염산리도카인의 마취효과. *한국어병학회지*, 1: 123-130.
- 박인석 · 임철호 · 최문술, 1998b. 버들개 *Rhynchocypris steindachneri* 운송을 위한 마취제 lidocaine-hydrochloride의 평가. *한국수산학회지*, 31: 785-790.
- 최윤 · 이완옥 · 이태원 · 김지현, 2000. 강태공을 위한 낚시물고기(도감). *지성사*, 서울, 318pp.