

꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생과 성체에 대한 황화수소의 급성독성

강 주 찬

부경대학교 어병학과

유용 갑각류인 꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생과 성체에 대한 황화수소의 급성독성 실험 결과로부터 이들 갑각류에 대한 독성수준, 독성순위 및 유생과 성체와의 독성차를 검토하였다. 황화수소에 대한 꽃게, 중하 및 징거미새우 유생의 96시간 반수치사농도(96hr-LC₅₀)는 각각 7.3, 9.3 및 9.0 µg/l로 독성순위는 꽃게>징거미새우>중하순으로 나타났다. 한편, 성체에 대한 황화수소의 96hr-LC₅₀값은 꽃게 42.5 µgS/l, 중하 37.8 µgS/l, 징거미새우 56.6 µgS/l로 독성순위는 중하>꽃게>징거미새우 순으로 유생과는 다른 경향을 나타내었다. 황화 수소는 꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생에 대하여 성체에 비해 각각 5.8, 4.1, 6.3배의 강한 독성을 나타냈다.

Key words : Acute toxicity, Hydrogen sulfide, *Portunus trituberculatus*, *Metapenaeus monoceros*, *Macrobrachium nipponense*

내만, 연안, 호 및 양식장 등과 같은 물의 유동이 작고 폐쇄성이 강한 수역, 더구나 유기물 혹은 질소, 인등의 영양염류농도가 높은 부영양화 수역에서는 저질 중의 유기물 분해에 따른 산소소비는 저질환경을 산화상태로부터 환원상태로 이동시켜 황산염 환원에 의해 황화수소가 발생한다. 따라서, 황화수소의 발생은 용존산소의 저하를 나타냄과 동시에 그 자체가 강한 독성을 나타내며, 많은 수역에서 황화수소의 발생을 보고하고 있다(Gunnarsson and Ronnow, 1982 ; Gavis and Grant, 1986 ; Ochi and Takeoka, 1986 ; Imabayashi, 1987 ; Thompson *et al.*, 1989 ; Vetter *et al.*, 1989).

황화수소가 수생생물에 미치는 독성적 영향에 관한 연구는 저서 동물인 다모류 및 패류의 성체에 관한 것이 대부분이다(Theede *et al.*, 1969 ; Theede, 1973 ; Groenendal, 1980 ; Sander and Timothy, 1983 ; Bestwick *et al.*, 1989 ; Levitt and Arp, 1991).

어류 및 갑각류에 대한 연구는 일부 이루어져 있을 뿐이며(Bonn and Follis, 1967 ; Adelman and Smith, 1970, 1972 ; Donavon and Lloyd 1974a, b ; Kang *et al.*, 1995a, b), 갑각류 유생과 같은 부유성 동물에 대한 연구는 극히 미비한 실정이다. 따라서, 본 연구는 산업적으로 유용한 3종의 갑각류인 꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생과 성체에 대한 황화수소의 급성독성 수준, 종간의 독성순위 및 유생과 성체와의 독성차를 검토하였다.

재료 및 방법

꽃게 zoea 유생은 보통 4회의 탈피에 의해 megalopa 기로 변태 하지만, 사육조건에 따라서는 제4기 zoea가 관찰되기도 한다(八塚, 1962). 꽃게 유생은 zoea 1기부터 2기까지의 개체, 중하는 zoea 1기, 징거미새우는 zoea 2기 유생을 사용하였다. 꽃게성

체는 전갑폭 32.5~38.2 mm, 증하는 체장 35.4~41.2 mm, 징거미 새우는 체장 29.6~35.3 mm의 개체를 사용하였다.

실험은 유수식장치에 의해 실시하였다. 즉, 100 ml/mim 유량의 여과 해수가 저수조에서 황화수소 조절장치에 유입되고, 이 조절장치에 의해 황화수소 농도가 설정된 실험해수는 실험수조로 유입된다. 이때 황화수소농도는 황화나트륨($\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$)을 여과해수에 이온화시켜 그 농도와 공급량에 의해 설정 값을 유지하였다. 이상의 실험장치에 대한 개요는 Kang *et al.*, (1995a)의 보고에 상세히 기재되어 있다. 본 실험장치에 의해 황화수소농도는 예비실험 결과를 바탕으로 유생에서는 1.2~114.3 $\mu\text{gS}/\ell$, 성체에서는 10.3~152 $\mu\text{gS}/\ell$ 의 범위에서 각각 5구간이 유지되었다(Table 1). 여기서 황화수소(H_2S)는 HS^- 와 S^{2-} 의 총칭을 말하며, 측정결과는 S의 증량농도인 $\mu\text{gS}/\ell$ 로 나타내었다. 또한, 실험 중의 염분(YSI salinometer, Model 133), 수온(봉상온도계), pH(pH meter, D-11), 용존산소(Winkler 법) 및 황화수소(Methylene blue 법)는 24시간 간격으로 측정하였다.

급성독성실험은 3종의 갑각류 유생과 성체에 대하여 96시간 동안 실시하였다. 실험구별 실험재료의 상황에 따라 유생의 개체수는 50~100개체, 성체는 10~20개체를 사용하여 1~3회 반복실험을 하였다

(Table 1). 실험용액은 꽃게와 증하는 자연해수, 징거미새우는 서식지의 염분을 고려하여 담수와 혼합하여 염분농도 10‰로 조절하였다. 모든 실험은 항온실에서 실시하였으며, 팽주기는 형광등에 의해 평암 14D:10L상태를 유지시켰다. 실험기간동안 먹이공급은 유생에서는 실시하였지만, 성체에서는 실시하지 않았다. 즉, 징거미새우의 유생은 *Chlorella*와 rotifera, *Brachionus plicatilis*, 꽃게와 증하의 유생은 *Chlamydomones* sp.와 rotifera, *Brachionus plicatilis*를 수질 악화를 고려하여 24시간마다 적정량 공급하였다.

급성독성의 결과로서 반수치사농도(LC_{50})는 24시간마다 사망한 개체를 관찰하여 probit-법 (Finney, 1971)에 의해 산출했다.

결 과

꽃게, 증하 및 징거미새우의 유생과 성체에 대한 황화수소의 급성독성 실험에서 각각의 농도구간은 5구를 설정하였다. 이 결과, 유생에서는 실험기간 동안, 황화수소의 농도가 $\pm 0.3 \mu\text{gS}/\ell$ 범위로 조절되었고, 성체에서는 $\pm 0.5 \mu\text{gS}/\ell$ 의 범위로 조절되어 설정목표가 거의 유지되었다. 또한, 염분, pH 및 수온의 변화폭도 거의 일정하게 나타났으며, 용존 산소는 평균 농도가 6.5 mg/l이상으로 유지되었다

Table 1. Summary of bioassay tests conducted with hydrogen sulfide on larvae and adults of crustaceans

Species	Stages	Number of test animals	Number of tests	Duration (hr)	Range of H_2S concentration ($\mu\text{gS}/\ell$)
<i>P. trituberculatus</i>	Larvae	100	3	96	1.2~102.8
	Adult	20	2	96	10.3~134.4
<i>M. monoceros</i>	Larvae	50	2	96	1.2~ 97.3
	Adult	20	1	96	15.6~122.5
<i>M. nipponense</i>	Larvae	50	2	96	3.4~114.3
	Adult	10	2	96	31.2~152.7

(Table 2). 꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생 및 성체에 대한 황화수소의 반수치사농도(LC₅₀)를 Table 3에 나타내었다. 황화수소에 대한 꽃게, 중하 및 징거미새우 유생의 48시간 반수치사농도 (48hr-LC₅₀)는 각각 11.8, 13.2, 12.6 µgS/l였다. 또한, 96시간 반수치사농도(96hr-LC₅₀)는 꽃게 7.3 µgS/l, 중하 9.3 µgS/l, 징거미새우 9.0 µgS/l으로 유생에 대한 황화수소의 독성순위는 꽃게>징거미새우>중하 순으로 나타났다.

꽃게, 중하 및 징거미새우의 성체에 대한 황화수소의 48hr-LC₅₀은 각각 61.2, 57.9, 81.4 µgS/l였고, 96hr-LC₅₀은 꽃게 42.5 µgS/l, 중하 37.8 µgS/l, 징

거미새우 56.6 µgS/l였다. 한편, 성체에 대한 황화수소의 독성순위는 중하>꽃게>징거미새우 순으로 상기의 유생의 독성 순위와는 다른 경향을 보였다(Table 3). 24시간 마다의 황화수소의 LC₅₀값의 변화를 Table 3의 결과로부터 log값으로 Fig 1에 나타내었다. 이 결과에 의하면, 황화수소에 대한 LC₅₀값은 폭로시간이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다.

꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생과 성체 사이의 황화수소에 대한 독성차를 파악하기 위하여 Table 4에 나타내었다. 꽃게, 중하 및 징거미새우 유생은 성체에 대해 48hr-LC₅₀값은 5.2, 4.4, 6.5배, 96hr-LC₅₀값은 5.8, 4.1, 6.3배의 높은 독성을 보였다.

Table 2. Water quality in each experimental chambers during test period

Species	Developmental stages	*Experimental conditions			
		Salinity (%)	Temperature (°C)	pH	DO (mg/l)
<i>P. trituberculatus</i>	Larvae	32.5±0.2	20.1±0.4	8.2±0.2	6.7±0.4
	Adult	32.3±0.3	19.9±0.5	8.3±0.1	6.8±0.5
<i>M. monoceros</i>	Larvae	32.6±0.3	20.0±0.3	8.3±0.1	6.9±0.3
	Adult	32.5±0.2	20.2±0.3	8.2±0.2	6.5±0.4
<i>M. nipponense</i>	Larvae	10.3±0.2	19.8±0.4	7.6±0.2	6.6±0.3
	Adult	10.2±0.1	20.2±0.3	7.7±0.3	7.7±0.5

*Data presented as mean±SD(n=5).

Table 3. LC₅₀ values and 95% confidence limits of hydrogen sulfide for larvae and adult of crustaceans(µgS/l)

Stages	Time(hr)	<i>P. trituberculatus</i>	<i>M. monoceros</i>	<i>M. nipponense</i>
Larvae	24	22.9(20.3~25.2)	25.1(21.4~29.2)	26.3(24.3~ 28.5)
	48	11.8(9.3~13.2)	13.2(11.3~15.4)	12.6(10.6~ 14.8)
	72	88.7(6.5~10.2)	10.1(8.6~11.7)	10.3(8.8~ 12.2)
	96	7.3(6.4~ 8.2)	9.3(7.5~11.2)	9.0(7.8~ 10.9)
Adult	24	82.6(71.4~98.2)	76.4(62.3~89.4)	108.6(82.9~124.2)
	48	61.2(49.8~79.2)	57.9(42.7~73.5)	81.4(68.3~ 94.2)
	72	48.7(39.3~59.2)	43.2(32.5~55.7)	63.3(57.6~ 75.8)
	96	42.5(31.9~53.2)	37.8(29.3~47.2)	56.6(42.5~ 69.6)

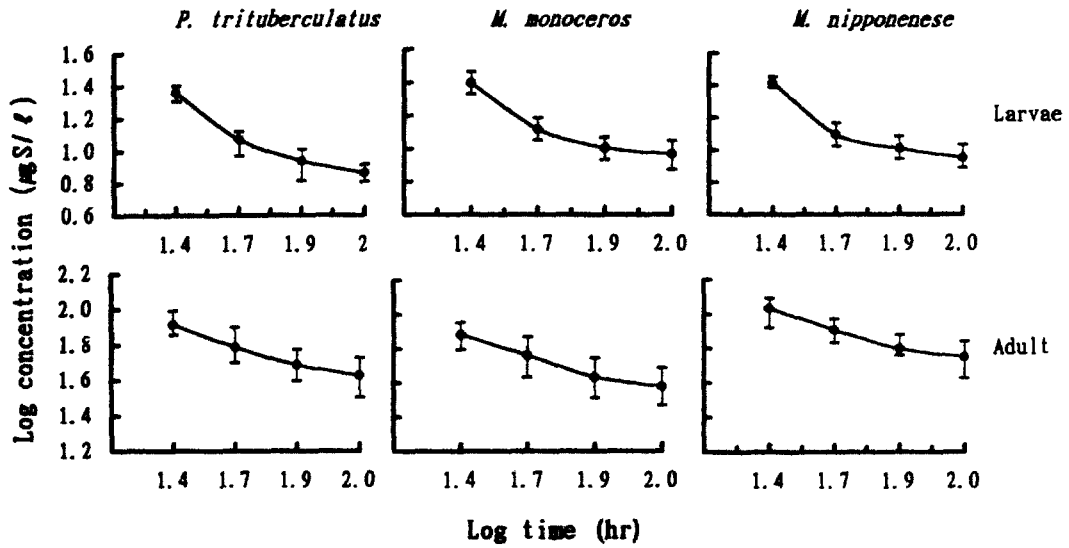


Fig. 1. Toxicity curves for the hydrogen sulfide to larvae and adults of crustaceans.

고찰

수생생물에 대한 황화수소의 독성은 일반적으로 수중의 수온, pH 혹은 용존산소 등에 의해 다르게 나타난다(Adelman and Smith, 1970, 1972 ; Bonn and Follis, 1967). 금붕어 *Carassius auratus*에 대한 황화수소의 독성은 수온이 7°C에서 17°C로 10°C증가함에 따라 5.5배 증가하였고(Adelman and Smith, 1972), 메기 *Ictalurus punctatus*에 대한 황화수소

의 TL_m은 pH가 6.8에서 800 µgS/ℓ인데 비해 pH 7.8에서는 530 µgS/ℓ가 되었다(Bonn and Follis, 1967). 또한, Adelman and Smith(1970)에 의하면, 꼬치고기 *Esox lucius*에 대한 황화수소의 96hr-LC₅₀은 용존산소가 6.0 ppm에서는 26.0 µgS/ℓ를 나타낸 반면 용존산소가 2.0 ppm에서는 9 µgS/ℓ로 저하됨을 지적하였다. 즉, 기존의 연구결과에 의하면 담수어류에 대한 황화수소의 독성은 수온이 10°C증가에 따라 5.5배, pH가 1.0저하에 따라 1.5배, 용존산소

Table 4. Lethal concentrations of hydrogen sulfide for crustacean and adult/larval LC₅₀ ratios

Species	Larvae		Adult		Larval/Adult LC ₅₀ ratio (µgS/ℓ)
	LC ₅₀ (µgS/ℓ)	Time (hr)	LC ₅₀ (µgS/ℓ)	Time (hr)	
<i>P. trituberculatus</i>	11.8	48	61.2	48	5.2
	7.3	96	42.5	96	5.8
<i>M. monoceros</i>	13.2	48	57.9	48	4.4
	9.3	96	37.8	96	4.1
<i>M. nipponense</i>	12.6	48	81.4	48	6.5
	9.0	96	56.6	96	6.3

가 4ppm 이하에 따라 1.5배가 강하게 작용했다고 할 수 있다. 지금까지 몇몇의 연구에서 보고된 담수어류와 갑각류에 대한 황화수소의 LC₅₀값과 본 실험에서 얻은 LC₅₀값을 Table 5에 정리하였다. 꽃게, 중하 및 징거미 새우의 성체에 대한 황화수소의 48hr-LC₅₀값은 각각 61.2, 57.9, 81.4 µgS/ℓ였고, 96hr-LC₅₀값은 각각 42.5, 37.8, 56.6 µgS/ℓ였다. 이들 황화수소에 대한 독성수준을 기존의 연구결과와 비교한다면, 어류에서는 *S. v. vitreum*를 제외하고는 본 실험인 꽃게 및 중하와 비슷한 독성 수준을 나타내었다. 그러나, 갑각류의 96hr-LC₅₀값은 대부분이 100 µgS/ℓ이상으로 본 실험종들보다 높은 값을 나타냈다. 즉, 황화수소에 대한 꽃게, 중하 및 징거미새우의 독성은 어류에 비해서는 종에 따라 비

슷하거나 높게 나타났지만, 갑각류에 비해서는 *G. pseudolimmaeus*를 제외하고는 2.5, 2.8, 1.3배이상 강하게 나타났다. 이와 같은 결과는 Table 5에 나타낸 것 처럼 수온(14.9~20.2℃) 및 용존산소(1.9~6.8 ppm)의 영향이라고 생각할 수 있다. 즉, 앞에 기술한 바와 같이 실험조건에 의한 독성수준을 바탕으로 고려한다면, 본 실험조건의 수온은 약 5℃ 이상 높았기 때문에 독성은 적어도 2배이상, 용존산소는 약 5 ppm 높았기 때문에 독성은 적어도 1/3정도 감소했다고 생각할 수 있다. 하지만, 실험 조건 등을 고려하여도 꽃게와 중하의 성체는 다른 갑각류에 비해 황화수소에 대한 저항성이 낮다고 생각할 수 있다.

유생에 대한 황화수소의 독성순위는 꽃게>징거

Table 5. Literature LC₅₀ values of hydrogen sulfide for some fish and crustacean

Specie	Time (hr)	LC ₅₀ values (µgS/ℓ)	Experimental condition		
			Temp.(℃)	pH	DO(mg/ℓ)
Fish					
² <i>Lepomis macrochirus</i>	96	44.8	20.8	7.9	6.1
³ <i>Stizostedion v. vitreum</i>	48	140.0	12.8	7.5	8.1
⁴ <i>Esox lucius</i>	48	44.0	13.0	7.7	6.0
Crustacean					
⁵ <i>Assellus militaris</i>	96	107.0	14.9	7.4	2.0
⁵ <i>Ephemera simulans</i>	96	316.0	15.0	7.4	1.9
⁵ <i>Hexagenia limbata</i>	96	111.0	15.0	7.7	2.0
⁶ <i>Gammarus pseudolimmaeus</i>	96	20.0	17.6	7.4	7.4
⁷ <i>Portunus trituberculatus</i>	48	61.2	19.9	8.3	6.8
	96	42.5	19.9	8.3	6.8
⁷ <i>Metapenaeus monoceros</i>	48	57.9	20.2	8.2	6.5
	96	37.8	20.2	8.2	6.5
⁷ <i>Macrobrachium nipponense</i>	48	81.4	20.2	7.7	6.5
	96	56.6	20.2	7.7	6.5

¹Data presented as average values.

²Llyod and Donavon(1976), ³Colby and Smith(1967), ⁴Adelman and Smith(1970),

⁵Donavon and Lloyd(1974a), ⁶Donavon and Lloyd(1974b), ⁷Present study

미새우)중하, 성체는 중하)꽃게)징거미새우 순으로 유생의 독성 순위와는 다른 경향을 보였다. 일반적으로 황화수소에 대한 수생생물의 저항성은 종, 크기, 서식환경 등에 의해 영향을 받는다(Sandra and Timothy, 1983). 본 실험의 징거미새우와 기존 연구결과와의 갑각류들은 담수역 혹은 담수역에서 기수역까지의 오염 부하가 강한 저층에 주로 분포하는 종에 대하여 꽃게와 중하는 해수역의 오염 부하가 그다지 진행되지 않은 저층에 서식한다. 따라서, 오염 부하가 강한 수역에 분포하는 종들이 황화수소에 대한 저항성도 크다는 것을 의미한다. 또한, 유생의 독성순위는 96hr-LC₅₀값을 기준으로 하여 등급을 두었으나, 징거미새우(9.0 µgS/l)와 중하(9.3 µgS/l)는 거의 같은 독성수준을 보였다. 이는 새우류의 유생시기에는 황화수소에 대하여 비슷한 독성을 나타내는 것으로 생각된다.

꽃게, 중하 및 징거미새우의 유생과 성체사이의 황화수소에 대한 독성차는 각각 5.8, 4.1, 6.3배로 성체에 비해 유생에서 강한 독성을 보였다. Ahsanullah and Arnott(1978)는 독성물질(중금속)에 대한 새우 및 게류의 zoea유생은 성체에 비해 29~570 배까지의 독성차를 나타낸다고 하였다. 따라서, 황화수소의 독성도 성체보다 유생단계에서 강하게 작용하였으며, 다른 독성물질(중금속)에 비해서는 독성차가 훨씬 적다는 것을 시사한다.

황화수소가 발생하는 수역에 서식하는 저서생물 군집은 그 독성에 의해 집단 폐사가 발생하게 된다(Officer *et al.*, 1984). 따라서, 꽃게, 중하 및 징거미새우가 서식하는 수역에 약 9.0 µgS/l 이상의 황화수소가 발생할 경우, 이들 유생의 생존 가능성은 매우 낮다고 할 수 있다. 또한, 수역에 약 42.0 µgS/l이상의 황화수소의 생성은 꽃게와 중하, 약 55.0 µgS/l이상에서는 징거미 새우의 자원감소를 초래할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Adelman, I. R. and Smith, L. L. : Effect of hydrogen sulfide on northern pike eggs and sac fry. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 3 : 501-509, 1970.
- Adelman, I. R. and Smith, L. L. : Toxicity of hydrogen sulfide to goldfish, *Carassius auratus* as influenced by temperature, oxygen and bioassay techniques. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29 : 1309-1317, 1972.
- Ahsanullah, M. and Arnott, G. H. : Acute toxicity of copper, cadmium and zinc to larvae of the crab *Paragrapsus quadridentatus*(H. Milne Edwards) and implications for water quality criteria. *Aust. J. Mar. Freshwater Res.*, 29 : 1-8, 1978.
- Bestwick, B. W., Robbins, I. J. and Warren, L. M. : Metabolic adaptations of the intertidal polychaete *Cirriformia tentaculata* to life in an oxygen-sink environment. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 125 : 193-202, 1989.
- Bonn, E. and Follis, B. : Effect of hydrogen sulfide of channel catfish, *Ictalurus punctatus*. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 96 : 31-36, 1967.
- Colby, P. and Smith, L. : Survival of walleye eggs and fry on paper fiber sludge deposits in Rainy River, Minnesota. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 96 : 278-297, 1967.
- Donavon, O. and Llyod, S. : Factors influencing acute toxicity estimates of hydrogen sulfide to freshwater invertebrates. *Water Res.*, 8 : 739-746, 1974a.
- Donavon, O. and Llyod, S. : Chronic toxicity of hydrogen sulfide to *Gammarus pseudolimnaeus*. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 4 : 819-822, 1974b.
- Fenchel, T. and Riedl, R. : The sulfide system : a new biotic community underneath the oxidized layer of marine sand bottom. *Mar. Biol.*, 7 : 225-268, 1970.
- Finney, D. J. : Probit analysis, University Press,

- Great Britain, p.333, 1971.
- Gavis, J. and Grant, V. : Sulfide, iron, manganese and phosphate in the water of the Chesapeake Bay during anoxia. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 23 : 452-463, 1986.
- Groenendal, H. : Tolerance of the lugworm, *Arenicola marina* to sulphide. *Neth. J. Sea Res.*, 14 : 200-207, 1980.
- Gunnarsson, L. A. H. and Ronnow, P. H. : Interrelationship between sulfate reducing and methane producing bacteria in coastal sediments with intense sulfide production. *Mar. Biol.*, 69 : 121-128, 1982.
- Imabayashi, H. : Interaction between benthic communities and oxygen-deficiency water mass in eutrophic waters. *J. Coast. Mar. Res. Note.* 26 : 119-128, 1987.
- Kang, J. C., Matsuda, O. and Norifumi, I. : Effect of hypoxia and hydrogen sulfide on survival of the prawn *Macrobrachium nipponense* in Lake Kojima, Japan. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 6 : 821-826, 1995a.
- Kang, J. C., Matsuda, O. and Norifumi, I. : Avoidance and Behavior of prawn *Macrobrachium nipponense* by oxygen depletion and hydrogen sulfide. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 6 : 827-831, 1995b.
- Levitt, J. M. and Arp, A. J. Arp. : The effects of sulfide on the anaerobic metabolism of two congeneric species of mudflat clams. *Comp. Biochem. Physiol.*B, 98 : 339-347, 1991.
- Llyod, S. and Donavon, O. : Toxicity of hydrogen sulfide to various life history stages of bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 3 : 442-449, 1976.
- Ochi, T. and Takeoka, H. : The anoxia water mass in Hiuchi-Nada, Part 1. Distribution of the anoxia water mass. *J. Oceanogr. Soc. Japan*, 42 : 1-11, 1986.
- Officer, C. B., Biggs, R. B., Taft, J. L., Cronin, L. E., Tyler, M. A. and Boynton, W. R. : Chesapeake Bay anoxia : origin, development and significance. *Sci.*, 223 : 22-27, 1984.
- Sander, E. S. and Thmothy, J. : The effects of anoxia and hydrogen sulfide on survival, activity and metabolic rate in the coot clam *Mulinia lateralis*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 71 : 135-146, 1983.
- Theede, H. : Comparative studies on the influence of oxygen deficiency and hydrogen sulfide on marine bottom invertebrates. *Neth. J. Sea Res.*, 7 : 244-252, 1973.
- Theede, H., A. Ponat, K. Hiroki and Schlieper, C. : Studies on the resistance of marine bottom invertebrates to oxygen-deficiency and hydrogen sulfide. *Mar. Biol.*, 2 : 325-337, 1969.
- Thompson, B. E., Bay, S. M., Anderson, J. W., Laughlin, J. D., Greenstin, D. and Tsukada, D. : Chronic effects of contaminated sediments on the urchin *Iytechinus pictus*. *Environ. Toxicol. Chem.*, 8 : 629-637, 1989.
- Vetter, R. D., Matrai, P. A., Javor, B. and Obrien, J. : Reduced sulfur compounds in the marine environment, analysis by HPLC. Biogenic sulfuyin in the environment, edited by E. S. Saltzman and W. J. Cooper, American Chemical Society, Washington D, ACS Symp. Series No. 293, pp.249-262, 1989.
- 八塚 剛 : カニ類, 特にタイワンカザミ *Neptunus pelagicus* LINNAEUS의 幼生の人工飼育に関する研究. 高知大學宇佐臨海實驗所研報, 1 : 1-88, 1962.

Acute toxicity of hydrogen sulfide to larvae and adults of blue crab *Portunus trituberculatus*, white shrimp *Metapenaeus monoceros* and prawn *Macrobrachium nipponense*

Ju-Chan Kang

*Department of Fish Pathology, College of Fisheries Sciences,
Pukyong National University, Pusan 608-737, Korea*

In the present study, acute toxicity data were obtained for hydrogen sulfide to larvae and adults of blue crab *Portunus trituberculatus*, white shrimp *Metapenaeus monoceros* and prawn *Macrobrachium nipponense* under continuous flow through system. The larvae 96hr-LC₅₀ values of hydrogen sulfide were 7.3, 9.3 and 9.0 µgS/ℓ for *P. trituberculatus*, *M. monoceros* and *M. nipponense*, respectively. The larval sensitivity of the three crustaceans studied for the hydrogen sulfide was in the order of *P. trituberculatus* > *M. nipponense* > *M. monoceros*. The adults 96hr-LC₅₀ values of hydrogen sulfide were 42.5, 37.8 and 56.6 µgS/ℓ for *P. trituberculatus*, *M. monoceros* and *M. nipponense*, respectively. The order of toxicity of hydrogen sulfide to adults of the three crustaceans was *P. trituberculatus* > *M. monoceros* > *M. nipponense*. The larval/adult ratios of hydrogen sulfide toxicity were 5.8, 4.1 and 6.3 for *P. trituberculatus*, *M. monoceros* and *M. nipponense* respectively, and larvae were found to be more sensitive to hydrogen sulfide than adults in all cases.

Key words : Acute toxicity, Hydrogen sulfide, *Portunus trituberculatus*, *Metapenaeus monoceros*, *Macrobrachium nipponense*