



대게, *Chionoecetes opilio* 유생의 형태 및 수온별 성장

임영수* · 이종관 · 이종하 · 이복규¹⁾ · 허성범²⁾

국립수산진흥원 울진수산종묘시험장

¹⁾동의대학교 생물학과 · ²⁾부경대학교 양식학과

Morphology of Snow Crab, *Chionoecetes opilio* Larvae and Larval Growth at Different Water Temperatures

Young-Soo Lim*, Jong-Kwan Lee, Jong-Ha Lee, Bok-Kyu Lee¹⁾ and Sung-Bum Hur²⁾

National Fisheries Research & Development Institute, Ulsan 767-860, Korea

¹⁾Department of Biology, Donggeui University, Busan 614-174, Korea

²⁾Department of Aquaculture, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

At 5°C incubation of the brooded eggs of the snow crab, *Chionoecetes opilio* lasted for 297 days; freshly hatched prezoaea molted to become the first zoea in one hour. Length (from the tip of the rostral spines to the tip of the dorsal spines) of the first and second zoeae measured 4.8 and 6.4 mm, respectively. Experimental rearing of the larvae at 5, 10, 15 and 20°C indicated that the upper limit of thermal tolerance is 15°C, as all the reared larvae succumbed at 20°C. Intermolt period from the first zoea to the second was 57, 32 and 23 days at 5, 10 and 15°C, respectively and that of the second zoea was 52, 29 and 90 days, respectively. Largest number of larvae survived at 10°C.

Key words: Snow crab, Zoea, Megalopa, Intermolt period, Survival

서 론

대게, *Chionoecetes opilio*는 한국 동해안에 서식하고 있는 냉수성 종으로서 분류학적으로 갑각강(Crustacea), 십각목(Decapoda), 물맞이게과(Majidae)에 속하는 갑각류이다(Kim, 1973). 이 종은 붉은대게, *C. japonicus*와 더불어 우리나라 동해를 비롯해 캐나다 대서양 연안, 미국 알래스카, 베링해 및 일본 서·남해 등지에서 수심 200~500 m 해역에 주로 서식하며, 분포지역 전역에서 산업적으로 매우 중요한 종으로 취급되고 있다(Fukataki, 1965; Haynes et al., 1976; Bailey and Elner, 1989; Kobayashi, 1989; Yamasaki and Kuwabara, 1991, 1993).

따라서, 캐나다에서는 갑폭(carapace width: CW) 95 mm 이하(Comeau and Conan, 1992), 한국(법제처, 1995)과 일본(Yamasaki, 1996)은 갑폭 90 mm 이하의 수컷에 대한 어획을 법으로 규제하고 있으며, 암컷은 우리나라의 경우 연중 어획이 금지되어 있다. 그리고, 일본, 캐나다, 미국 등의 나라들은 그들 천연 서식지역에서의 자원확보를 위하여 어장보호와 더불어 효율성이 높은 생산성 증대를 위한 기술개발을 집중적으로 수행하고 있으며, 종묘생산에 관한 연구(Kuwatani et al., 1971; Motoh, 1973)는 일본에서 주로 시도되어 왔으나, 유생의 사육조건에 대해서는 많은 부분들이 아직 정확히 밝혀지지 못하고 있는 실정이다.

*Corresponding author : limys@nfrdi.re.kr

일반적으로 대게의 서식환경은 깊은 수심으로 연중 극히 안정적이며, 그 분포는 5°C 이하의 수온에서 염분 변화가 거의 없는 지역으로 제한되어 있다 (Squires, 1966; Williams, 1984). 우리나라에서 대게의 주 서식지인 동해의 수심 200 m 이상 해역도 연중 수온이 3°C 이하의 저수온이고, 염분도 33.99~34.18 psu로 계절적 변화가 거의 없어 (National Fisheries Research and Development Institute, 1995), 유생의 기초생태 및 생리에 관한 연구를 수행하기 위해서는 실내사육에 따른 환경조건의 구명도 시급히 해결되어야 할 과제다.

따라서, 본 연구에서는 우리나라 동해에 서식하는 대게의 효율적인 종묘생산 기술개발의 기반을 마련하기 위해서, 실내사육을 통한 수온별 부화유생의 성장과 생존 등에 대한 특징을 밝히고자 하였다.

재료 및 방법

실험에 사용된 어미는 1997년 8월 25일부터 1997년 10월 27일 동안 총 3회에 걸쳐 경상북도 영덕군 축산면 근해 수심 약 200 m 해역에서 저자망으로 채포된 것을 수온 4~5°C로 조절된 실내사육수조에 수용하였다. 수조는 약 3 m³용량의 FRP 원형수조를 사용했으며, 사육수온은 5±0.5°C로 조절하였다.

수정란 관리는, 측면에 200 μm 망목으로 처리된 원형 깔대기 속에 수정란을 넣고 깔대기 가운데 부분에서 해수를 유수시켜 알이 계속 유동하도록 설치했다.

부화유생의 관찰은 부화직전의 난을 포란하고 있는 어미를 별도 수용하여 유생이 부화된 직후 관찰하였다. 유생의 측정 (Rho et al., 1992)은 현미경하에서, 마이크로미터로 갑장 (carapace length), 배극 (dorsal spine), 액극 (rostral spine) 등의 길이를 측정하였다. Zoea 유생의 갑장은 갑각의 눈 앞부분 이마에서부터 갑각의 후연변까지, megalopa의 경우 갑장은 이마 뿔 끝에서부터 갑각의 중앙 후연변까지를 측정하였다.

부화유생의 사육은 50 L 플라스틱 수조에 100마리씩 3반복구로 수용하였고, rotifer 와 *Artemia* 부화유생을 2회/1일, 20~30 개체/ml씩 혼합, 공급하였다. 또, 사육수의 저온으로 인해 먹이생물이 바닥에 가라앉는 것을 방지하기 위해 air를 다소 강하게 주입하였으며, 환수는 매일 1회 실시하였다.

유생의 사육을 통해 얻어진 각 변태 단계별 소요일수와

생존율 결과는 SPSS for Window program (SPSS Inc., 1997)으로 ANOVA-test를 실시하여 Duncan's multiple range test (Duncan, 1955)로 처리, 평균간의 유의성을 유의수준 5%에서 검정하였다.

결 과

1. 외포 난

실내수조에서 사육한 어미가 산란하여 외포 난된 것의 크기는 580~600 μm로서, 색깔은 밝은 주황색이며 발생이 진행될수록 짙은 갈색으로 변하게된다. 산란된 난은 수온 5°C에서 약 297일이 경과한 후 부화하였다.

2. 부화 후 유생 (zoea~megalopa)의 형태 변화와 특징

부화 후 실내사육을 통한 prezoa, zoea - I, zoea - II, megalopa 유생의 모양은 Fig. 1과 같다.

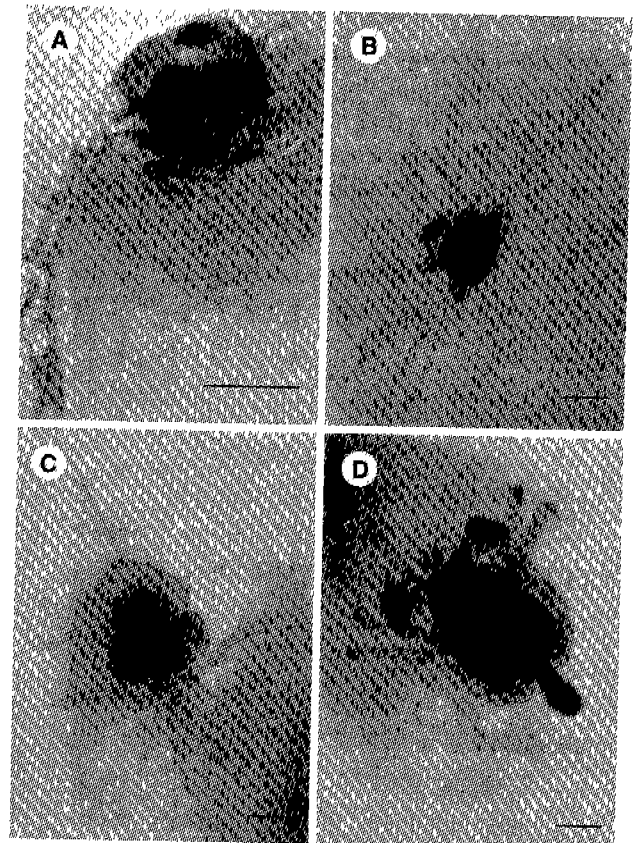


Fig. 1. Laval development of the snow crab, *C. opilio* reared in the laboratory. A: prezoa, B: first zoea, C: second zoea, D: megalopa. Scale bar is 1 mm.

가. Prezoea

모든 부화유생은 prezoea 상태로 부화했고, 30분~1시간 후 zoea - I 기로 변태하였다 (Fig. 1 - A).

나. Zoea - I

두흉부 (cephalothorax)는 길이가 비슷한 배극 (1.9~2.1 mm), 액극 (1.6~1.7 mm)과 양 측면에 측극 (1.0~1.1 mm) 등 4개의 spine을 가지고 있으며, 액극 끝에서 배극 끝까지 길이는 4.6~5.1 mm, 양쪽 측극의 폭은 3.2~3.5 mm였다. 또, 양쪽 눈의 바깥쪽 끝의 거리는 0.9~1.0 mm, 두흉갑장은 1.1~1.2 mm였다.

몸통 (abdomen)은 5개의 분절과 2갈래로 나누어진 미절 (telson)로 나누어져 있으며, 갈라진 미절 안쪽으로 각각 3개씩의 강모와 측면에 작은 spine이 있다. 몸통 분절의 3, 4, 5번째 분절의 끝에는 긴 측면 spine이 있으며, 3, 4분절의 spine은 다른 분절의 끝까지 길게 내려와 있고, 2, 3분절의 측면에는 흑 모양의 작은 돌기가 있다. 제 1 소악지 (first maxilliped)와 제 2 소악지 (second maxilliped)의 끝에 각각 4개의 유영 부속지가 있다 (Fig. 1 - B).

다. Zoea - II

배극, 액극, 측극의 길이는 각각 2.4~2.8 mm, 2.0~2.5 mm 및 0.8~0.9 mm였다. 액극 끝에서 배극 끝까지 길이는 6.0~6.7 mm이었으며, 양쪽 측극의 폭은 2.6~3.0 mm였다. 또, 양쪽 눈의 바깥쪽 거리는 1.2~1.4 mm였다.

몸통은 6개의 분절과 2갈래로 나누어진 미절 (telson)로 나누어져 있으며, 미부의 형태는 zoea - I 기와 비슷하나 양쪽으로 갈라진 안쪽에 1쌍의 spine이 새로 형성되었다. 제 1, 2악각의 각 분절과 강모 수는 zoea - I 유생과 같고,

외지의 끝에 6개의 유영부속지가 있다 (Fig. 1 - C).

라. Megalopa

두흉부 위 부분의 중앙돌기 끝에서 미절의 끝까지 전장은 4.9~5.1 mm이었으며, 갑장과 갑폭의 길이는 각각 2.8~3.1 mm, 1.7~1.8 mm였다. 복절은 미절을 포함해서 7절로 나누어져 있고, 측면의 돌기는 없어졌다. 또, 미절의 끝 부분은 둥근 모양을 나타내었다 (Fig. 1 - D).

3. 각 유생의 수온별 탈피 소요 일수

Zoea - I 기에서 megalopa 유생까지 수온별 사육결과 는 Table 1과 같다. 5°C에서 zoea - I 기 유생은 평균 57일 경과 후 zoea - II 기 유생으로 탈피했으며, 10°C에서 사육하였을 때 탈피기간은 평균 32일, 15°C에서는 평균 23일이 소요되었다. 그러나, 20°C에서는 7~13일만에 전부 폐사하였다.

Zoea - II 기 유생으로 탈피한 개체 수는 10°C에서 평균 11마리로 가장 높았고, 15°C에서는 평균 9마리로 10°C 경우와 유의적 차가 없었다. 5°C의 경우는 평균 4마리로 나타났다. Zoea - II 기에서 megalopa 유생으로 탈피할 때까지 소요기간은 5°C에서 52일, 10°C에서 29일, 15°C에서는 19일이었다. Megalopa 유생까지 평균 탈피개체 수는 10°C에서 6마리, 5°C에서 2마리, 15°C에서는 4마리였다.

각 수온과 따른 탈피 소요일수와의 관계는 Fig. 2에 나타낸 바와 같다.

고 찰

우리나라에서 대게의 서식지인 동해 근해 수심 200 m

Table 1. Intermolt period of the larval stages of the snow crab, *C. opilio* reared at different temperatures

Larval stage	Temperature (±0.5 °C)	Reared larvae (No)	Larvae reaching next stage (No)	Intermolt period (day)
First zoea	5	100	4 ± 0.88 ^b	57 ± 1.15 ^a
	10	100	11 ± 1.53 ^a	32 ± 1.53 ^b
	15	100	9 ± 0.58 ^a	23 ± 0.88 ^c
	20	100	0 ± 0.00 ^c	-
Second zoea	5	10	2 ± 0.88 ^B	52 ± 0.88 ^A
	10	10	6 ± 1.00 ^A	29 ± 0.58 ^B
	15	10	4 ± 0.33 ^{AB}	19 ± 0.88 ^C
	20	10	0 ± 0.00 ^C	-

The values in the same column not sharing a common superscript are significantly different (P>0.05).

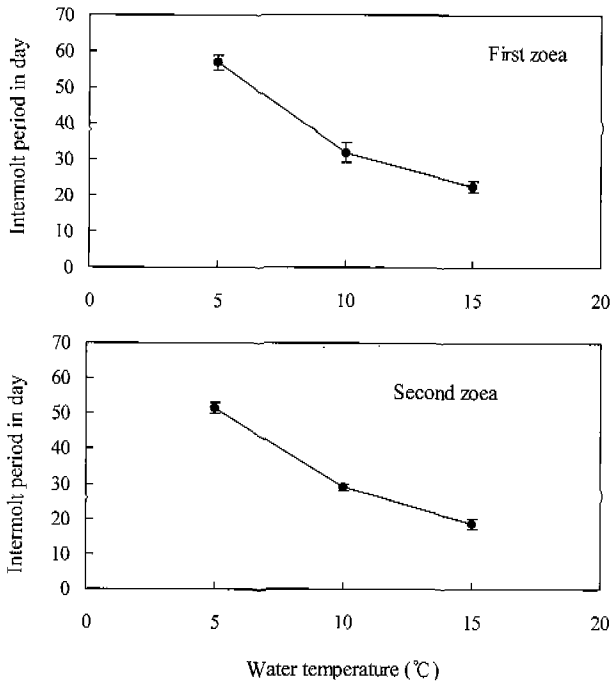


Fig. 2. Relationship between rearing water temperature and intermolt period for the first and second zoeae of the snow crab, *C. opilio*.

이상의 해역은 연중 수온이 3°C이하의 저수온이다 (National Fisheries Research and Development Institute, 1995). 또 일본 서·남해역에서는 산란에서 부화까지 요하는 기간이 1년 이상으로 알려져 있으나 (Fukataki, 1969; Ito and Ikehara, 1971), 사육에 따른 장기간 및 저수온 관리 등으로 부화유생의 사육에 대한 연구에 어려움이 많다.

대게屬에 속하는 5種 중에서, 부유기 유생 형태의 일부 또는 전부를 연구한 것은 *Chionoecetes opilio*, *C. bairdi* 및 *C. japonicus*의 3종이다. 이 중 *C. bairdi*에 대해서는 Haynes (1973)가 *prezoea*에서 *megalopa*까지를, *C. japonicus*에 대해서는 Motosh (1976)가 *zoea* - I에서 *megalopa*까지를 설명했다. 또, *C. opilio*에 대해서도 위의 두 사람에게 의해 *C. bairdi*와 *C. japonicus*가 비교되어 있으며, Motosh (1973)에 의해서도 연구가 된 바 있다.

일반적으로 게류 *zoea* 유생의 구분은 두흉갑의 spine, 제 2촉각의 특징 및 미부의 특징 등으로 구분한다. 본 연구에서 *zoea* - I기 유생은 액극 끝에서 배극 끝까지 길이가 4.6~5.1 mm로 Motosh (1973)의 4.8~5.4 mm 보다 약간 작게 나타났으며, 양쪽 촉각의 폭은 3.2~3.5 mm로, Motosh (1973)의 3.3~3.6 mm와 약간의 차이가 있었다. 또 본 연구에서는 두흉갑장이 1.1~1.2 mm로 관찰되었으나 다른 연구

에서는 언급이 없었다. 형태적 특징에서 보면, 양쪽으로 갈라진 미부의 안쪽에 있는 강모의 수가 본 연구 결과에서는 3개, Motosh (1973)의 경우는 2개, Haynes (1973)은 3개로 나타났으며, 몸통 2~3 분절의 측면에 흑 모양의 작은 돌기가 있는 것과 소악에 같은 길이의 6개 spine과 1개의 분리된 spine이 있는 것 등, 몸통과 촉각 등에 대한 특징은 거의 같은 것으로 나타났다.

Motosh (1973)에 의하면, *zoea* - II기 유생의 액극 끝에서 배극 끝까지 길이는 6.2~7.1 mm, 양쪽 촉각의 폭은 3.6~3.9 mm로 보고했다. 그러나, 본 연구에서는 각각 6.0~6.7 mm, 2.6~3.0 mm로 나타나 Motosh (1973)의 결과와 약간의 차이를 보였다.

이와 같은 유생의 크기 차이나 미세한 형태적 차이는, 어류와 달리 갑각류 유생의 복잡한 형태 때문에 관찰자에 따라 약간의 차이를 나타낼 수 있을 것으로 생각된다. 또, 미세강모의 길이는 40~50 μm에 불과하기 때문에 유생의 상태나 샘플 취급에 의해 유실되는 경우에 확인이 곤란할 수도 있을 것으로 판단된다. 그러나, 어미의 서로 다른 서식지나 지역에 따른 종간 변화도 있을 수도 있어, 앞으로 이 5종의 대게 어미나 유생 분류에 대한 종합적인 비교 연구가 더 필요할 것으로 판단된다.

Fukataki (1969)와 竹内 (1969)에 의하면, 자연해역에서 채집된 대게 유생은 *zoea* - I기 유생이 수온 4~16°C, *zoea* - II기 유생이 4~17°C, *megalopa* 유생은 1~17°C로 폭넓게 출현했고, 채집비율이 비교적 높은 수온층은 각각 4~7°C, 4~14°C, 10~11°C로 보고했다. 본 연구의 유생사육 실험에서 *zoea* 유생의 사육 적수온은 5~15°C로 나타났으며, 10°C에서 탈피개체 수가 가장 많이 나타났다. 또, 20°C에서는 *zoea* - I, II기 유생 모두 7~13일에 폐사한 것으로 볼 때, *zoea* 유생의 생존한계수온은 17~18°C로 추정된다.

Kon (1970)에 의하면 수온 12°C에서 *zoea* - I기 유생은 19.0일, *zoea* - II기 유생은 20.4일이 소요된다고 하였고, 山洞 (1972)은 각각 27~37일, Ito (1968)는 각각 1개월 정도가 소요된다고 보고하였다. 본 연구에서도 수온 10°C에서 *zoea* - I, II기 유생기간이 각각 32일과 29일로 다른 연구결과와 큰 차이는 보이지 않았다. 그러나, *megalopa* 유생기간은 Ito (1968)의 7~8개월, Fukataki (1969)의 3~6개월, Kon (1970)의 1개월 등으로 서로 많은 차이가 있다. 본 연구에서는 *zoea* - II기에서 *megalopa* 유생으로 탈피한 후 7~12일에 전부 폐사하여 *megalopa* 유생에서 치게

까지 기간을 정확히 알아낼 수는 없었다.

따라서, 대게의 부유 유생과 치게의 생활사를 추정하기 위해서, 실내사육에 의한 종묘생산기술의 확립과 자연해역에서 부유 유생의 채집 등을 통한 비교, 검토가 더 필요할 것으로 보인다.

요 약

경북 영덕군 축산면 근해 수심 약 200 m해역에서 채포된 대게, *C. opilio* 어미를 실내 수조에서 사육, 부화시켜 유생의 실내사육을 통해 유생의 발달단계별 형태적 특징, 수온별 탈피 소요일수 등을 조사하였다.

모든 부화 유생은 prezoa상태로 부화했고, 30분~1시간 후 zoea-I 유생으로 변태했다. Zoea-I 유생 두흉부의 크기는, 액극 끝에서 배극 끝까지 길이가 4.6~5.1 mm였고, 몸통은 5개의 분절과 끝이 2갈래로 나누어진 미절로 나누어져 있었다. Zoea-II 유생은 액극 끝에서 배극 끝까지 길이가 6.0~6.7 mm였으며, 몸통은 6개의 분절과 미절로 나누어져 있다. 제1, 2 약각 외지의 끝에 6개의 유영부속지가 있었다. Megalopa 유생의 갑장과 갑쪽은 각각 2.8~3.1 mm, 1.7~1.8 mm이었고, 복절은 미절을 포함해서 7절로 나누어져 있으며 미절 끝 부분은 둥근 모양을 나타냈다.

Zoea-I 유생이 zoea-II 유생으로 변태하기까지 평균 소요일수는 5°C, 10°C, 15°C에서 각각 57일, 32일, 23일이었다. 또, zoea-II 유생이 megalopa 유생으로 변태하기까지 각각 52일, 29일, 19일이 경과하였다.

참 고 문 헌

- Bailey, K. F. J. and R. W. Elnor, 1989. Northwest atlantic snow crab fisheries: Lessons in research and management. pp. 261-280. (in) Marine Invertebrate Fisheries. Their Assessment and Management, (ed.) J. F. Caddy. John Wiley & Sons, New York.
- Comeau, M. and G. Y. Conan, 1992. Morphometry and gonad maturity of male snow crab, *Chionoecetes opilio*. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 49: 460-468.
- Duncan, D. B., 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics, 11: 1-42.
- Fukataki, H., 1965. Comparative studies on the external features of female specimens of the edible crabs belonging to the genus *Chionoecetes* obtained from the Japan Sea. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 15: 1-11.
- Fukataki, H., 1969. Occurrence and distribution of planktonic larvae of edible crabs belonging to the genus *Chionoecetes* (Majidae, Brachyura) in the Japan sea. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 21: 35-54.
- Haynes, E., 1973. Description of prezoa and stage I zoea of *Chionoecetes bairdi* and *C. opilio*. Fish. Bull., 71: 769-775.
- Haynes, E., J. F. Karinen, J. Watson and D. J. Hopson, 1976. Relation of number of eggs and egg length to carapace width in the brachyuran crabs, *Chionoecetes bairdi* and *C. opilio* from the Southeastern Bering Sea and *C. opilio* from the Gulf of St. Lawrence. J. Fish. Res. Bd. Can., 33: 2592-2595.
- Ito, K., 1968. Ecological studies on the edible crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) in the Japan Sea. II. Description of young crabs, with note on their distribution. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 19: 43-50.
- Ito, K. and K. Ikehara, 1971. Observations on the occurrence and distribution of the planktonic larvae of the queen crabs, *Chionoecetes* spp. in the neighbouring waters of Sado Island. Bull. Jap. Sea Reg. Fish. Res. Lab., 23: 83-100.
- Kim, H. S., 1973. A Catalogue of Anomura and Brachyura from Korea. pp. 524-527. (in) Encyclopedia of Fauna & Flora of Korea, Vol. 14. Anomura and Brachyura. Samwha Publishing Company, Seoul.
- Kobayashi, K., 1989. Temperature influence on growth of the zuwai crab, *Chionoecetes opilio*. Suisanzoshoku, 37: 35-41.
- Kon, T., 1970. Fisheries biology of the tanner crab-IV. The duration of planktonic stages estimated by rearing experiments of larvae. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 36: 219-224.
- Kuwatani, Y., T. Wakui and T. Nakanish, 1971. Studies on the larvae and the post-larvae of a tanner crab, *Chionoecetes opilio elongatus* Rathbun. I. On the protozoal larvae. Bull. Hokkaido Reg. Fish. Res. Lab., 37: 32-40.
- Motoh, H., 1973. Laboratory-reared zoeae and megalopae of zuwai crab from the sea of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 39: 1223-1230.
- Motoh, H., 1976. The larval stages of benizuwai-gani, *Chionoecetes japonicus* Rathbun reared in the laboratory. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 42: 533-542.
- National Fisheries Research and Development Institute, 1995. Annual Report of Oceanographic Observations for 1994. Vol. 43. Yemun Publishing Company, Pusan, Korea, 131-150.
- Rho, Y. G., Y. H. Lee and M. W. Park, 1992. Rearing of larvae and ecology of the horse-hair crab, *Eri-*

- macrus isenbeckii* (Brandt). Bull. Nat'l. Fish. Res. Dev. Agency, Korea, 46 : 109-127.
- SPSS Inc., 1997. SPSS Base 7.5 for Window, SPSS Inc., 444N. Michigan Avenue, Chicago, IL, 60611.
- Squires, H. J., 1966. Distribution of decapod crustacea in the northwest Atlantic. pp. 4. (in) Serial Atlas of the Marine Environment, (ed) W. Webster. American Geographical Society.
- Williams, A. B., 1984. Shrimps, lobsters and crabs of the Atlantic coast of the United States, marine to Florida. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 550 pp.
- Yamasaki, A., 1996. Legal minimum size of male snow crab *Chionoecetes opilio* in the Sea of Japan. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 62 : 623-630.
- Yamasaki, A. and A. Kuwahara, 1991. The terminal molt of male snow crab in the Japan Sea. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 57 : 1839-1844.
- Yamasaki, A. and A. Kuwahara, 1993. Distribution pattern and terminal molt size of snow crab *Chionoecetes opilio* in Yamato-tai. Nippon Suisan Gakkaishi, 59(12) : 1977-1983.
- 법제처, 1995. 대한민국현대법령집. 제29권, 수산자원보호령. 한국법제연구원, 서울, 461-462.
- 山洞仁, 1972. 즈웨이가니의生態, 特に幼生期育成と環境. 水産海洋研究會報, 20 : 81-83.
- 竹内勇, 1969. 北海道北東部および東部海域におけるオオクリガニおよびズワイガニ幼生の分布について. 北水研報告, 35 : 20-43.

(접수 : 2001년 3월 19일, 수리 : 2001년 3월 30일)