「The Sea」 Journal of the Korean Society of Oceanography
Vol. 8, No. 2, pp. 199 — 202, May 2003

<Note>

하계 한국 남해안 보름달물해파리(Scyphozoa: Ulmariidae: *Aurelia aurita*)의 출현 및 먹이섭취 습성

강영실*[1] · 박미선[2]
[1]국립수산과학원 동해수산연구소, [2]중식부

Occurrence and Food Ingestion of the Moon Jellyfish (Scyphozoa: Ulmariidae: *Aurelia aurita*) in the Southern Coast of Korea in Summer

KANG, YOUNG SHIL* AND MI SEON PARK
East Sea Fisheries Research Institute and Aquaculture Department of National Fisheries Research and Development Institute
#8-6 Dongdeok-ri, Yeongak-myeon, Gangeung, 210-861 and 408-1 Sirang-ri, Kijang-up, Kijang-gun, Busan 619-902, Korea

하계 한국남해안에서 보름달물해파리(Scyphozoa: Ulmariidae: *Aurelia aurita*)의 월별 출현 및 크기와 중량간의 상관성을 연구하였다. 또한 Rotifer와 *Artemia* sp.를 먹이생물로 하여 먹이섭취 습성을 분석하였다. 보름달물해파리는 크기와 중량간에 상관성이 매우 높았으며(r=0.930, P<0.001), 6월에는 크기가 6~9 cm, 7월에는 7~16 cm, 8월에는 16 cm인 개체가 우점하였다. 먹이섭취율은 크기와 먹이농도에 따라 유의한 차이가 있었다(ANOVA test: P<0.001).

Monthly occurrence of the moon jellyfish (Scyphozoa: Ulmariidae: *Aurelia aurita*) was investigated in the southern coast of Korea in summer. The relationships not only between weight and length but also between length and food (rotifer and *Artemia* sp.) ingestion were also studied. *Aurelia aurita* was monthly sampled 5 or 6 times at the coastal area between Jinhae and Geoje-do with a landing net (mouth: 30 cm, mesh size: 2 cm) at surface from June to August, 2001. *Aurelia aurita* was dominated by 6–9 cm in June, 7–16 cm in July and 16 cm in August in bell diameter. The bell diameter was significantly related with weight (r=0.930, P<0.001). The ingestion rate was significantly different according to bell diameter and food density (ANOVA test: P<0.001).

Key words: Moon jellyfish, *Aurelia aurita,* Southern coast of Korea, Occurrence, Food ingestion

전 세계적으로 우점 분포하는 보름달물해파리(Scyphozoa: Semaeostomae: Ulmariidae: *Aurelia aurita*)가 최근 남해 및 서해 연안역을 중심으로 한반도 주변해역에서 하계에 다량 출현하면서 연안어장 및 생태계에 직 · 간접적으로 영향을 미치고 있는 실정이다. 그러나 이에대한 사실은 일부 방송매체에서 보도한 바 있으나, 분류학적 재기재 보고(Park, 2000)외에는 구체적인 보고서나 연구는 전무한 실정이다. 국외의 경우, 보름달물해파리가 트롤어업시 부수적으로 어획되어 어획에 영향을 미치는 것으로 보고된 바 있으며(Walther, 1995), 또한 정치망에 부수어획되어 다른 어획물의 신선도를 저하시킨다는 보고도 있다(Hayashi, 1998). 이외에도 대구, 빙어류, 청어등의 난 및 자치어를 포식함에 따라 이들 어족자원에 영향을 미치는 것으로 밝혀진바 있다(Elliot and Leggett, 1997; Moller, 1980; Bailey and Batty, 1983; Bailey and Yen, 1983; Bailey, 1984; Moller, 1984). 이와같이 보름달물해파리는 소형일 때는 동물플랑크톤 중 요각류나 소형 갑각류를 먹다가 성장하면서 소형어류를 먹는 것으로 밝혀져 있다(Purcell, 1985; Sullivan *et al.*, 1994; Mutlu, 2001). 또한, 보름달물해파리는 먹이섭취량에 따라 성장이 급격히 달라지며(Ishii and Bamstedt, 1998), 먹이 크기에 대한 선호성이 있는 것으로 밝혀진 바 있다(Graham and Kroutil, 2001). 이러한 먹이섭취습성이나 분포생태에 대한 연구는 이들 종이 생태계에 어떻게 영향을 미치며, 더 나아가서는 연안어장에 미치는 영향을 예측하는데 있어 매우 중요하다. 따라서 본 연구는 보름달물해파리에 대한 생리 및 생태학적 특성을 밝히기 위한 일환으로 하계 남해안에서 출현하는 보름달물해파리의 크기와 무게와의 관계를 분석하였다. 또한 보름달물해파리 크기별 먹이섭취율을 밝히기 위하여 실내 실험을 하였다.

보름달물해파리는 2001년 6~8월에 매월 1회씩, 주간에 한국남해안의 진해만~거제도간 연안역 표층에서 뜰망네트(망구 30 cm, 망목 2 cm)로 5~6회 반복 채집하였다. 채집된 보름달물해파리는 즉시 5~10% 중성 호르말린에 고정하여 실험실에서 무게(습중량

*Corresponding author: yskang@nfrdi.re.kr

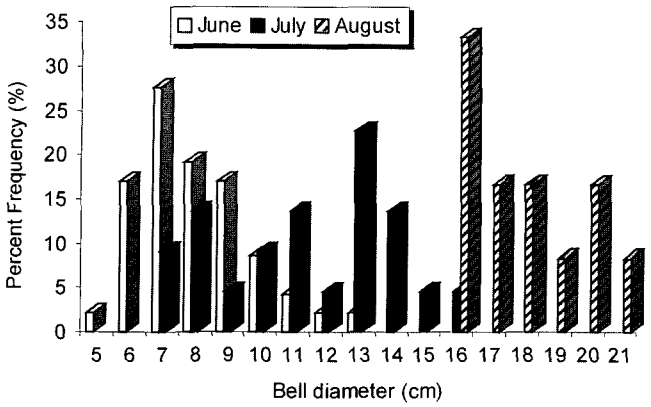

Fig. 1. Monthly variation in frequency of bell diameter of *Aurelia aurita* from June to August, 2001 in the southern coast of Korea.

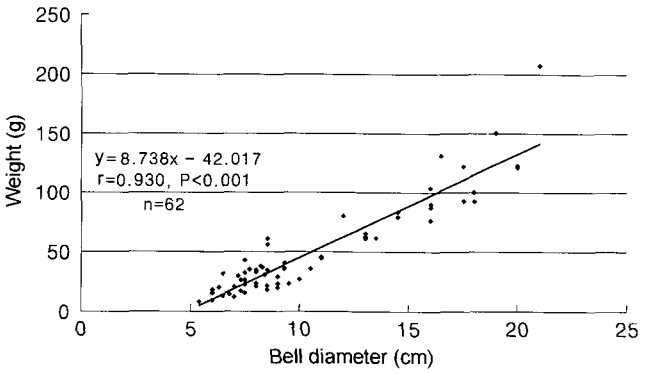

Fig. 2. Relationship between individual weight (g) and bell diameter (cm) of *Aurelia aurita* from June to August, 2001 in the southern coast of Korea.

및 직경(bell diameter: cm)을 측정하였다. 습중량은 여과습식지로 수분이 흡수되어 나타나지 않을 때까지 반복하여 수분을 제거한 후 측정하였다. 또한 보름달물해파리의 크기별(bell diameter: 1~7 cm)로 *Artemia* sp.와 rotifer를 먹이로 하여 먹이섭취율 및 크기별 먹이 선호성을 실험하였다. 실험용기는 3 l 투명 비이커를 사용하였으며, 1개 용기 당 1개체를 수용하여 3회 반복 실험을 하였다. Sullivan *et al.*(1994)의 인공소형생태계(mesocosm)에서 보름달물해파리의 먹이실험을 하면서 먹이농도 범위를 0~5,000 inds./m^3로 하였다. 따라서 본 연구에서는 5,000 inds./ml이상의 먹이농도를 추가하여 먹이농도 구배는 1,000 inds./ml, 5,000 inds./ml 및 10,000 inds./ml로 하였으며, 밝기는 자연광으로 하여 주야를 조절하였다. 보름달물해파리의 경우, 주야에 의한 먹이섭취율에 차이가 없는 것으로 밝혀진 바 있다(Moller, 1980; Bailey, 1984). 현장과 유사한 환경을 유지하기위하여, 수온은 실온으로 하여 1일 1회 여과해수로 환수하였다. 먹이섭취양은 1일 1회씩 먹이 공급 1~2시간 후 측정하였으며, 실험은 6월 28일~7월 3일간에 실시하였다.

월별 크기 및 무게변동

보름달물해파리의 월별 직경 크기 변동을 보면 6월에 평균 크기는 7.9 cm이며, 범위는 5~12 cm로 이 중 6~9 cm 크기가 전체의 80%를 차지하여 우점적으로 나타났다(Fig. 1). 7월에는 평균 크기가 11.5 cm이며, 범위는 8.5~16.5 cm로 이 중 7~16 cm 크기가 가장 우점적이었다. 8월에는 평균 크기가 17.9 cm이며, 범위는 16~21 cm로 이 중 16 cm 크기가 가장 우점적으로 나타나, 하계에 접어들면서 성장이 빨라지는 것으로 나타났다. 일본 동경만의 경우, 4월에 평균 4.8 cm 직경 크기의 보름달물해파리가 우점하다가 8월이 되면서 평균 크기가 17.7 cm에 이르는 것으로 보고된 바 있다(Toyokawa *et al.*, 2000). 흑해의 경우, 역시 하계인 7월에 접어들면서 직경 크기 10 cm의 보름달물해파리가 우점하는 것으로 나타나(Mutlu, 2001), 동경만 및 흑해에서 출현하는 시기별 보름달물해파리류의 크기 및 성장이 한국 남해안에서 출현하는 보름달물해파리와 유사한 것으로 나타났다.

Ishii *et al.*(1995)은 일본 동경만을 비롯하여 독일 키엘만, 발틱해 등에서 보름달물해파리 개체군 연구에 대하여 고찰하면서, 보름달물해파리는 해역에 따라 그리고 같은 해역일지라도 시기에 따라 성장이 매우 다르다고 보고하였다. 이는 보름달물해파리의 체구성이 다량의 물과 소량의 탄수화물, 단백질로 이루어져 있어 먹이의 양이나 질에 따라 성장이 크게 영향을 받기 때문인 것으로 밝혀진 바 있다(Larson, 1986). Mutlu(2001)는 흑해에서 출현하는 보름달물해파리의 현존량(g/m^2)과 풍도가 늦봄~여름 사이에 가장 높으며 1 cm 미만의 소형은 주로 초봄인 3월에 출현한다고 밝혔다.

보름달물해파리의 크기와 무게와의 상관성을 분석한 결과, [Wet weight(g)=8.74×Bell diameter(cm)-42.0]의 등식을 나타내었으며, 매우 높은 양의 상관성(r=0.930, P<0.001)을 보였다(Fig. 2). 흑해의 경우는 [Wet weight(g)=2.58×Bell diameter(cm)+0.12]로 본 연구결과보다는 크기에 따른 무게의 변동이 작은 것으로 나타났다(Mutlu, 1996). 이는 보름달물해파리의 성장이 먹이의 양과 질에 크게 영향을 받는다는 사실(Larson, 1986)을 고려할 때 흑해와 한국 남해안의 경우 먹이를 포함한 환경의 차이가 성장에 영향을 미쳤기 때문이라 생각된다. 그러나 이러한 사실을 입증하기 위하여서는 해양환경이 성장에 미치는 영향에 대하여 보다 심도 있는 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 또한, Mutlu(1996)는 겨울을 포함한 연 성장에 있어서 크기와 무게의 관계식을 구한 반면, 본 연구에서는 보름달물해파리의 성장이 가장 왕성한 하계에 있어서 크기와 무게의 관계식을 구했기 때문에 차이가 있는 것으로 판단된다.

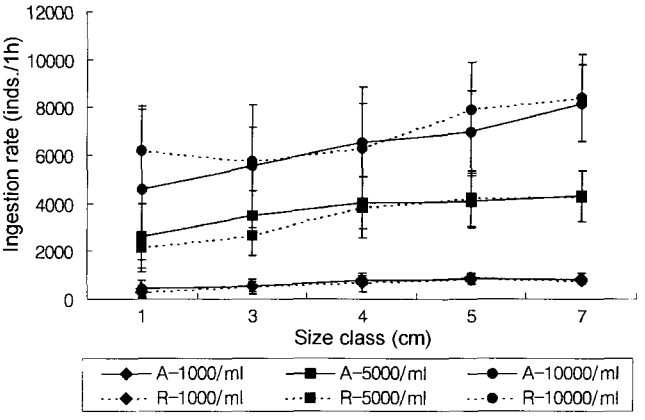

Fig. 3. Variations in ingestion rate of different size classes of *Aurelia. aurita* in different food density. A: *Artemia* sp., R: Rotifer.

Table 1. Determination coefficients(R^2)and regression coefficients(*b*)of food ingestion ratio depending on bell diameter of *Aurelia aurita*

Bell diameter(cm)	No.of *A.aurita*	*Artemia* sp.		Rotifer	
		b	R^2	b	R^2
1	14	0.617	0.529	0.652	0.745*
3	45	0.768	0.774*	0.666	0.664*
4	38	0.717	0.740*	0.66	0.528*
5	38	0.859	0.812*	0.777	0.746*
7	33	0.716	0.653*	0.617	0.520*

(*indicated that the correlation is significant at $P<0.01$)

먹이섭취 습성

Artemia sp.와 rotifer에 대한 보름달물해파리의 먹이섭취 실험 결과, 먹이농도가 1,000 inds.ml^{-1}일 때 *Artemia* sp.에 대한 평균 먹이섭취율이 697 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$이며, rotifer의 경우 684 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$였다. 5,000 inds.ml^{-1} 먹이농도일 때 *Artemia* sp.에 대한 평균 먹이섭취율은 3,788 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$이며, rotifer의 경우 3,490 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$였다. 먹이농도가 10,000 inds.ml^{-1} 일 때, *Artemia* sp.에 대한 평균 먹이섭취율은 6,471 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$이며, rotifer의 경우 6,874 inds.ind.$^{-1}h^{-1}$로 *Artemia* sp.와 rotifer에 대한 먹이섭취율이 비슷하여 이 두 먹이생물에 대한 선호성에 차이가 없는 것으로 나타났다. 보름달물해파리의 직경 크기가 10 cm 이하일 경우에는 운동력이 없는 어란 및 크기가 1 mm보다 작은 갑각류 등을 주로 선호하다가 크기가 10 cm 이상이 되면 1 mm 이상 크기의 갑각류를 선호한다는 사실(Graham and Kroutil, 2001)을 고려할 때, 이는 *Artemia* sp.와 rotifer의 크기가 0.5 mm 내외로 비슷하기 때문인 것으로 판단된다. 또한, 먹이생물에 대한 선호성은 먹이생물의 유영속도와도 관계가 있는 것으로 밝혀진 바 있다(Sullivan *et al.*, 1994). 즉 먹이생물의 유영속도가 느릴 때 먹이섭취율이 증가하는 것으로 나타났다. Ishii and Tanaka(2001)는 먹이선호성은 주변 환경생물에 크게 영향을 받는다고 보고하였다. 따라서 먹이생물의 크기에 대한 선호성을 판단하기 위해서는 먹이생물의 크기가 보다 다양한 종들을 선택하여야 할 것으로 판단된다.

보름달물해파리의 크기에 따른 먹이농도별 먹이섭취율 변동을 분석하였다(Fig. 3). 그 결과 먹이섭취율은 먹이농도변화에 유의한 차이가 있는 것으로 나타났으며, 먹이농도가 증가할수록 먹이섭취율이 증가하는 경향을 보였다(ANOVA test: $P<0.001$).

또한, 먹이섭취율은 보름달물해파리의 크기에 따라서도 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다(Table 1). 이러한 경향은 먹이농도가 1,000 inds.ml^{-1}일 때는 뚜렷하게 나타나지는 않았다. Ishii and Tanaka(2001) 역시 먹이섭취율과 보름달물해파리의 직경크기와의 관계를 carbon함량으로 분석하였다. 그 결과, 크기가 클수록 먹이섭취율이 증가하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 크기 0.5 mm 내외인 *Artemia* sp.와 rotifer를 먹이생물로 실험함에 따라 먹이 크기에 따른 선호성이나 운동력에 따른 먹이섭취 효과 등에 관한 것을 밝힐 수는 없었다.

이상의 결과로부터 한국 남해안에서는 6월에는 6~9 cm, 7월에는 7~16 cm, 그리고 8월에는 16 cm 직경 크기의 보름달물해파리가 우점하는 것으로 나타났다. 또한, 크기와 무게는 높은 양의 상관관계($r=0.930$, $P<0.001$)를 보이며, 크기가 커지면 커질수록 단위 크기당 무게 증가량이 커지는 것으로 나타났다. 먹이생물인 rotifer와 *Artemia* sp. 중 한 종에 대한 선호성은 나타나지 않았으나, 먹이농도가 증가할수록 그리고 보름달물해파리의 크기가 커질수록 먹이섭취율이 증가하였다.

참고문헌

Bailey, K.M., 1984. Comparison of laboratory rates of predation on five species of marine fish larvae by three planktonic invertebrates: effects of larval size on vulnerability. *Mar. Biol.*, **79**: 303–309.

Bailey, K.M. and R.S. Batty, 1983. A laboratory study of predation by *Aurelia aurita* on larval herring (*Clupea harengus*). Experimental observations compared with model predictions. *Mar. Biol.*, **72**: 295–301.

Bailey, K.M. and J. Yen, 1983. Predation by a carnivorous marine copepod. *Euchaeta elongate* Esterly, on eggs and larvae of the Pacific hake, *Merluccius productus*. *J. Plankton Res.*, **5**: 1–64.

Elliot, J.K. and W.C. Leggett, 1997. Influence of temperature on size-dependent predation by a fish (*Gasterosteus aculeatus*) and a jellyfish (*Aurelia aurita*) on larval capelin (*Mallotus villosus*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **54**: 2759–2766.

Graham, W.M. and R.M. Kroutil, 2001. Size-based prey selectivity and dietary shifts in the jellyfish *Aurelia aurita*. *J. Plankton Res.*, **23**: 67–74.

Hayashi, Y., 1998. Detrimental effect of moon jellyfish *Aurelia aurita* on cooling of sea water in the fish hold of set net fishing boat. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **64**: 1046–1052 (in Japanese with English abstract).

Ishii, H. and U. Bamstedt, 1998. Food regulation of growth and maturation in a natural population of *Aurelia aurita*. *J. Plankton Res.*, **20**: 805–816.

Ishii, H., S. Tadokoro, H. Yamanaka and M. Omori, 1995. Population dynamics of the jellyfish, *Aurelia aurita*, in Tokyo Bay in 1993 with determination of ATP-related compounds. *Bull. Plankton Soc. Japan*, **42**: 171–176.

Ishii, H. and F. Tanaka, 2001. Food and feeding of *Aurelia aurita* in Tokyo Bay with an analysis of stomach contents and a measurement of digestion times. *Hydrobiologia*, **451**: 311–320.

Larson, R.J., 1986. Water content, organic content, and carbon and nitrogen composition of medusae from the northeast Pacific. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **99**: 107–120.

Moller, H., 1980. Scyphomedusae as predators and food competitors of larval fish. *Meeresforsch.*, **28**: 90–100.

Moller, H., 1984. Reduction of a larval herring population by a jel-

lyfhis predator. *Science*, **224**: 621–622.

Mutlu, E., 1996. Distribution of *Mnemiopsis leidyi*, *Pleurobrachia pileus* (Ctenophora) and *Aurelia aurita* (Scyphomedusae) in the western and southern Black sea during 1991-1995 period: net sampling and acoustical application. Ph.D. thesis, Middle East Technical University, Erdemli, Turkey., 257 pp.

Mutlu, E., 2001. Distribution and abundance of moon jellyfish (*Aurelia aurita*) and its zooplankton food in the Black Sea. *Mar. Biol.*, **138**: 329–339.

Park, J.H., 2000. First record of two Scyphomedusae (Cnidaria, Scyphozoa) in Korea. *Korean J. Sys. Zool.*, **16**: 79–85.

Purcell, J.E., 1985. Predation on fish eggs and larvae by pelagic Cnidarians and Ctenophores. *Bull. Mar. Sci.*, **37**: 739–755.

Sullivan, B.K., J.R. Garcia and G. Klein-MacPhee, 1994. Prey selection by the Scyphomedusan predator *Aurelia aurita*. *Mar. Biol.*, **121**: 335–341.

Toyokawa, M., T. Furota and M. Terazaki, 2000. Life history and seasonal abundance of *Aurelia aurita* medusae in Tokyo Bay, Japan. *Plankton Biol. Ecol.*, **47**: 48–58.

Walther, Y., 1995. Bycatches of cod in swedish trawl fishery for pelagic species in the Baltic Sea. *Inf. Havasfiskelab. Lysekil.*, **2**: 14 pp.

2002년 10월 22일 원고접수
2003년 2월 26일 수정본채택
담당편집위원: 서해립