

## 해파리 피해 실태 및 산업적 이용 방향

김대영\* · 이정삼 · 김도훈\*  
(\*한국해양수산개발원 · \*부경대학교)

### A Study on Direction of Industrial Utilization for Jellyfish in Korea

Dae-Young KIM<sup>†</sup> · Jung-Sam LEE · Do-Hoon KIM<sup>\*</sup>  
(<sup>†</sup>Korea Maritime Institute · <sup>\*</sup>Pukyong National University)

#### Abstract

The study aims at suggesting the direction of industrial utilization for harmful jellyfish which appears in large quantities in the Korean coastal areas. If the technology of industrial utilization for the jellyfish is developed, it will be possible to grow the industry to the export industry due to the mass appearance of jellyfish in Korean coastal areas. The industrial utilization of jellyfish should follow the direction of minimizing the damage by the jellyfish blooms and maximizing the resource recycling of the jellyfish. Therefore, Korea needs construction of infrastructure for the industrialization and promotion of R&D in order to activate the industrial utilization. Finally, the study suggested issues and tasks for promoting the industrial utilization of jellyfish as follows. First, Korea should stabilize the high quality raw material supply system. Second, mass processing technology should be developed for the industrial utilization of the jellyfish. Third, research and manual development should follow for the preparation of turning the jellyfish to the food. Fourth, extraction technology of useful non-food substance such as extracting collagen from jellyfish should be developed and accelerate the industrial utilization of non-food area.

**Key words :** Jellyfish blooms, Damage, Edible, Collagen, Industrial utilization

#### I. 서론

국내외적으로 해파리의 대량 출현으로 인해 다양한 사회경제적 문제가 일어나고 있다. 해파리의 대량 발생은 1960년대 이후 연안개발 및 환경오염, 수산자원 감소, 지구온난화 등에 의해 해양환경이 해파리 번식·서식에 양호하게 조성되었기 때문으로 알려져 있다(Parsons, T. R., and Lalli, C. M., 2002). 해파리는 적응력과 번식력이 강한 생물로서 앞으로도 대량 발생과 종의 다양화 및

대형화가 예상되고 있어 수산자원과 해양생태계를 크게 악화시킬 것으로 보인다(Purcell J 2005, Lynam C et al., 2005).

우리나라에서도 1990년대 후반부터 보름달물해파리, 2000년대부터 대형 종인 노무라입깃해파리 등이 대량으로 발생하면서 다양한 피해가 속출했다. 특히 바다에서 생산활동이 이뤄지는 수산업의 경우 자원 감소, 생산 차질로 인한 어업인 소득 감소를 비롯해 해수욕장 쏘임 사고에 따른 국민 피해, 발전소 가동 중단 및 감발에 의한 국가

<sup>†</sup> Corresponding author : 02-2105-2868, kimdy993@gmail.com

\* 이 논문은 농림수산식품기술기획평가원의 과제인 「해파리 대량 처리기술 개발 및 이용방안 연구 1차년도 (2013)」의 일부 내용을 수정·보완한 것임.

기간산업 피해 등의 경제적 손실과 국민의 안전 위협으로 이어졌다. 이에 대응하여 정부에서는 해파리 피해를 예방하는 관점에서 모니터링 강화 및 피해 실태 조사, 피해 방지대책 및 수거사업 추진, 해상에서 절단 및 분쇄방법 개발, 관련 R&D 등이 추진되어 왔다.

한편 아시아에서는 해파리를 식용으로 이용해 왔는데 가장 큰 소비국인 중국과 중화권에서 수요가 늘고 있다. 그 외에도 해파리에서 유용물질을 추출하는 등 비식용 분야의 개척도 시도되고 있다. 우리나라의 경우 지금까지 해파리를 유해생물로 인식하여 단순히 수거 및 제거하는데 중점을 두었고 산업적인 측면에서 활용하려는 노력이 부족했다. 하지만 최근에 수거된 해파리를 자원으로 이용하려는 시도가 이뤄지고 있다.

이러한 배경 하에서 본 연구는 우리나라 수역에서 대량으로 번식·출현하고 있는 해파리를 대상으로 자원화 관점에서 산업적인 활용 방향을 모색하고자 하였다. 이를 위해 먼저 해파리 발생과 피해 실태에 대해 문헌조사를 하였다. 다음으로 해파리 대응책과 이용 현황을 살펴보았는데 특히 이용 현황의 경우 우리나라와 중국 및 일본의 사례, 그리고 국제적 수급 동향을 포함하여 검토했다. 마지막으로 이들 결과를 토대로 해파리를 산업적으로 이용하기 위한 방향과 과제를 제시하였다.

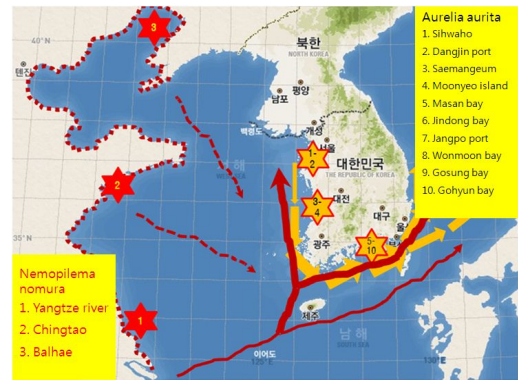
## II. 해파리 발생 및 피해 실태

### 1. 해파리 생태<sup>1)</sup>

해파리는 세계적으로 약 3,000종이 존재하는 것으로 알려져 있으며 암컷과 수컷이 구별되어 있는 자웅이체로 몇 단계를 거쳐 성체로 성장한다(NFRDI 2004).<sup>2)</sup> 해파리는 해류나 바람 등의 영

향을 받아 이동하며 자체적으로도 신경조직을 조절하여 이완과 수축을 반복한다. 해파리는 크기에 상관없이 작은 동물 플랑크톤을 먹지만 일부 독성이 강한 종은 작은 어류나 다른 해파리를 잡아먹기도 한다.

한편 우리나라 수역에서는 매년 30여종의 해파리가 출현하는데 대량 발생으로 많은 피해를 입히는 것은 보름달물해파리와 노무라입깃해파리이다. 보름달물해파리는 1990년대 후반부터, 노무라입깃해파리의 경우 2002년부터 우리나라 주변수역에 대규모로 출몰하기 시작하였다.



Source: Ministry of Oceans and Fisheries(2013), "2013 Comprehensive countermeasures to prevent jellyfish damage", 9.

[Fig. 1] Migration of *Nemopilema nomura* and *Aurelia aurita*

노무라입깃해파리는 중국의 양자강 하구에서 황해 연안을 따라 발생하여 해류를 따라 이동하는데 6월부터 12월 초순까지 우리나라 모든 해역에서 출몰한다. 이 해파리는 우리나라에서 발견되는 것 중 가장 큰 종으로 우산의 직경은 2m, 촉수를 포함한 전체길이는 5m 이상인 개체도 있으며, 무게가 150kg을 넘기도 한다. 동물플랑크톤을 주로 섭취하지만 어류의 알을 먹기도 한다. 이 해파리는 강한 독성이 가지고 있으며 어업활동과 해수욕객에 가장 큰 피해를 끼친다. 한편, 보름달물해파리는 국내 연안에서 볼 수 있는 혼

(Medusa)로 나뉜다.

1) 해파리의 생태는 Kang Y. S., Park, M. S, Park, Y. T., 2009, NFRDI 2008, MOF 2013 등을 참고하였다.

2) 해파리의 성장단계는 알(Egg)→플라눌라유생(Planula)→폴립(Polyp)→스토로빌라(Strobila)→에피라(Ephyra)→메두사

한 종으로 우산의 직경은 15cm 내외이고 촉수는 2~3cm이며, 독성은 매우 약해 인체에는 무해하다 (MLTMA 2011). 이 해파리는 4월말부터 12월까지 관찰되는데 특히 수온이 상승하는 7~8월에 대량으로 출현한다. 집단적으로 모이는 특성 때문에 어구 파손과 발전소 취수 장애를 일으킨다.

이러한 해파리의 대량 발생은 연안오염으로 인한 생태계 변화 및 기후변화, 자원의 무분별한 남획 등으로 인한 해파리의 번식에 양호한 생태 환경 조성 등에서 그 원인을 찾아볼 수 있다.

### 2. 해파리에 의한 피해 실태<sup>3)</sup>

해파리의 대량 발생은 다양한 산업에 피해를 입히고 있다. 해파리로 인한 피해는 크게 어업 분야와 기타 분야로 나눌 수 있다(<Table 1>).

<Table 1> Damages by jellyfish appearance

Category	Damage
Fisheries	fishing gear loss, catch loss, decrease in seafood sales price, catch operation delay, etc.
Others	jellyfish sting in beach areas, blocking nuclear plant intakes and power generation delay

먼저 어업과 관련하여 해파리의 대량 출현은 저인망, 안강망, 낭장망, 유자망, 정치망, 권현망 등의 어업에게 피해를 입힌다. 피해의 형태는 해파리가 대량으로 어구에 유입될 경우 어획량이 감소되거나 어류가 해파리에 쏘여져 상품가치가 떨어진다. 또한 어구에 해파리가 걸리면 어구가 파손되거나 조류의 저항을 받게 되어 해파리 제거에 시간이 걸리므로 조업 지연 및 어획물 선도 저하가 발생한다. 본 연구에서는 어업의 피해 중 어획량 감소 피해와 상품가치 하락 피해에 대해 정량적인 분석을 하였다. 우선 2010년부터 2012

3) 해파리의 피해 실태의 내용은 국립수산물학원에서 수행한 “해파리 대량 처리기술 개발 및 이용방안 연구”에서 본 연구진이 담당한 “해파리로 인한 사회경제적 피해추정 및 타당성 분석”의 결과를 정리하였다.

년까지 3년 동안 해파리에 의한 어획량 감소를 추정한 결과는 <Table 2>와 같다.

<Table 2> Estimation of decrease in annual catch

Year	Catch* (M/T)	Value* (million Won)	Damage value** (million Won)		Damage ratio*** (%)	
			Max	Min	Max	Min
2010	558,173	2,026,464	97,895	55,822	4.58	2.63
2011	543,991	2,219,173	41,685	22,556	1.00	0.55
2012	489,190	2,006,826	225,879	128,268	11.29	6.48

\* Average of catch volume and value from fisheries production yearly statistics

\*\* Monthly catch volume by fishery type×reduction ratio of catch volume×probability of monthly appearance of jellyfish×average monthly market price is summed up.

Reduction ratio of catch volume is surveyed by NFRDI from 2010 to 2012. Probability of monthly appearance of jellyfish used maximum and minimum probability of jellyfish appearance of *Nemopilema nomura*(*Nemopilema nomura*,) and *Aurelia aurita*(*Aurelia aurita*)(16.98% and 2.38 for *Nemopilema nomura*(*Nemopilema nomura*) and 16.64% and 10.18% for *Aurelia aurita*)

\*\*\* Decreased catch value=(catch×average sales price)

분석 결과를 보면, 연도별 해파리 출현량에 따라 피해액이 다르다. 가장 큰 피해는 2012년으로 최소 128,268백만 원에서 최대 225,879백만 원이었고, 가장 적었을 때는 2011년으로 최소 22,556백만 원에서 최대 41,685백만 원이었다. 피해율은 2012년은 6.48~11.29%, 2010년 2.63~4.58%, 그리고 2011년에는 0.55~1.00%로 추정되었다. 또한 2010~2012년 평균 해파리 출현 확률이 최대인 경우 피해금액은 137,180백만 원, 최소인 경우 피해는 50,114백만 원으로 추정되었다. 어업별로 피해율이 가장 큰 업종은 낭장망으로 최대 11.47%에서 최소 4.07%였으며, 피해금액에서는 자망이 최대 73,568백만 원에서 최소 26,963백만 원이었다.

<Table 3>은 해파리 출현에 따른 상품가치 하락에 따른 피해금액을 추정한 결과를 나타낸 것이다. 해파리가 어구에 대량 유입되면 제거에 시간이 걸리고 어획물의 표면에 상처가 생기기 때문에 상품가치가 떨어진다. 여기서는 신선도 저하와 상품가치 하락이 동일한 비중으로 발생하는 가정 하에 분석하였다.

<Table 3> Estimation of decreased annual sales value

Year	Catch (M/T)	Value* (million Won)	Damage value* (million Won)	Damage ratio*(%)
2010	558,173	2,026,464	68,812	3.40
2011	543,991	2,219,173	30,685	1.38
2012	489,190	2,006,826	141,233	7.04

\* Average of catch volume and value from fisheries production yearly statistics

\*\* Monthly catch volume by fishery type×decrease ratio of freshness×probability of monthly appearance of jellyfish×average monthly market price. Decrease ratio of freshness is surveyed by NFRDI.

분석의 결과, 상품가치의 하락 피해는 2012년에 가장 높았는데 피해율 7.04%로서 피해금액이 141,233백만 원이었고, 이어서 2010년에 68,812백만 원이었다. 2010~2012년 평균 상품가치 하락에 따른 피해금액은 83,221백만 원이었고 피해율은 3.99%로 추정된다. 어업별로는 자망어업이 연간 34,916백만 원으로 가장 큰 피해를 받았다. 피해율은 낭장망 6.76%, 통발 6.32%, 정치망 4.90%의 순이다.

한편 어업 외 피해의 경우, 해수욕장 피해와 발전소 피해가 있다. 먼저 해파리로 인한 해수욕장 피해는 휴가기인 여름철에 해수욕객 쏠림이 빈번하게 발생한다. 주로 맹독성인 작은부레관해파리, 커튼원양해파리, 입방해파리 등이 해수욕객에게 피해를 준다. 여기에서는 우리나라에서 전국 최대 해수욕장이 밀집해 있는 부산의 해운대 해수욕장을 사례로 해파리로 인해 해수욕장이 일시 폐장이 될 경우 지역 경제에 미치는 영향을 해파리 피해로 추정하였다. 부산에는 7개소의 해수욕장이 있는데 연간 약 3,400만 명이 방문한다. 이 중 2011년의 해운대 해수욕장은 1,275만 명(6.1~9.30, 기준 개장기간 7.1~8.31에는 1,112만 명 방문)이 방문했다. 해수욕장 이용객 1인당 평균 지출비용 28,000원을 곱하면 3,570억 원으로 추정된다(BDI 2012). 개장 기간(7.1~8.31, 32일) 동안 하루에 약 111.6억 원이 지출된다. 따라서 해파리 출현에 의해 해운대 해수욕장이 1일 폐장하게 되

면 111억 원 이상의 손실이 발생하게 된다.

부산시에서 해파리 쏠림에 의한 해수욕객 피해는 2008년 123명, 2009년 634명, 2010년 479명, 2011년 84명, 2012년 1,400여 명, 그리고 2013년 105명이었다. 특히 해운대 해수욕장의 해파리 쏠림 피해는 2011년 18명에서 2012년에 800여 명으로 급증했다가 2013년에는 해파리 차단망 설치로 인해 전년 대비 90%이상 감소한 105명이었다. 2013년 해운대 해수욕장에서 해파리 쏠림 피해자는 105명으로 이들이 4명에게 쏠림 사고를 전파한다면 1인당 4인 가족이라고 가정할 경우 4인 가족 모두 16명이 방문하지 않게 된다(MLTMA 2009).<sup>4)</sup> 그리고 105명으로 계산하면 1,680명이 방문하지 않는다. 또한 1,680명이 각각 4명에게 해파리 피해를 알리면 4인 가족을 기준으로 해서 27,000여 명이 해수욕장 방문을 기피할 것이다. 세 단계를 거치면 43여만 명이 해운대를 방문하지 않게 되며 연간 손실액은 120억 원 이상에 이를 것으로 추산된다.

다음으로 연안에 위치한 발전소 역시 해파리 피해를 많이 입고 있다. 특히 원자력발전소는 해수를 냉각수로 이용하는데 해수 취수 시 함께 들어온 해파리로 인해 출력감발 등의 피해가 일어난다(KHNP 2009). 울진원전의 경우, 1996년부터 현재까지 2개의 발전기에서 출력감발 및 정지가 11건이 있었는데 이를 화폐로 환산하면 약 45억 원의 손실이다. 냉각수가 원활히 유입되지 못하면서 가동이 중단되는 사태까지 발생하여 피해금액이 확대되었다(MLTMA 2009). 발전소별로 차이는 있겠지만 국내 총 4개의 원전에서 총 26기의 발전기가 운영되고 있다. 이들이 울진원전과 같은 피해가 발생한다고 가정하면 원전 전체에 대한 피해액은 약 585억 원까지 이를 것으로 추산된다. 이러한 발전 정지 및 출력감발 이외에도 해파리를 비롯한 기타 해양생물의 유입을 막기 위한 연구비, 펜스설치비, 추가 노동 및 시간의

4) 동 보고서 p. 32에 적용된 방식에 근거하여 추산하였다.

비용, 해파리 처리 등의 간접비용 또한 상당히 소요되는 것으로 알려져 있다.

### Ⅲ. 해파리 대책 및 이용 현황

#### 1. 해파리 관련 대책

정부에서는 2000년대 중반까지 해파리 관련 연구 및 모니터링을 추진하여 이들 결과를 토대로 2010년대부터 해파리 대량 발생에 따른 피해 최소화, 사전 대응과 사후관리 등 종합적인 대책을 수립·시행하고 있다<sup>5)</sup>. [Fig. 2]는 2013년의 해파리와 관련된 대책을 정리한 것이다. 먼저 해파리 사전대응체제에는 민·관 합동 모니터링 실시와 ‘해파리 대량 발생에 의한 어업피해 위기대응 매뉴얼’에 근거하여 해파리 종합상황실(6~12월)을 운영하고 있다. 모니터링 결과는 국립수산물과학원 해파리 대책반에서 취합·분석하여 공개하고 있다.

Proactive countermeasure system	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Strengthen jellyfish monitoring</li> <li>•Running all-source situation room</li> </ul>
Countermeasures for beach sting	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Running emergency alert system and controlling beach activities</li> <li>•Running jellyfish removing program</li> </ul>
Countermeasures for fisheries damage	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Cooperative removal of jellyfish</li> <li>•Purchasing jellyfish from fishermen</li> <li>•Revision of disaster related laws</li> </ul>
Expansion of industrial utilization	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Expansion of food utilization program</li> <li>•Development of functional material</li> </ul>
Strengthen international cooperation	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Strengthen international cooperative study</li> <li>•Participating international symposium</li> </ul>

[Fig. 2] Government's countermeasures for jellyfish

두 번째, 해수욕장의 해파리 대책으로는 해수욕장 경보체제의 운영과 해수욕객의 입수통제, 유입방지 펜스(차단망) 설치와 선박에 부착한 절

단망을 사용한 해파리 구제작업 실시, 해파리 쏘임사고 발생 시 응급처치와 해수욕객에 안전사고 예방 홍보 등이 있다.

세 번째, 어업피해 대책에는 민·관 합동으로 해파리 폴립 조사와 제거작업 실시, 어획물과 혼획된 해파리 수매사업(100원/kg) 실시, 어구·어망 등 어업용 시설 피해 지원을 위한 “농어업재해대책법” 시행규칙의 개정이 있다.

네 번째, 산업적 활용 방안에는 염장 해파리 제조기술 연구 등 식품으로 활용하기 위한 것이 있고, 추출·정제 및 독성 제거, 화장품 상품화 및 안전성, 독성에 대한 연구가 진행되고 있다. 이들은 최근에 실시되고 있어 지속적인 R&D의 지원이 따라야 할 것이다.

마지막으로, 해파리의 대량 발생은 우리나라뿐만 아니라 세계 각지에서 해양환경 문제와 맞물려 발생하고 있으므로 해파리 관련 국제 협력도 이뤄지고 있다. 주요 내용으로는 한·중·일 해파리 국제 공동 워크숍, 한·일 공동연구 수행 등의 국제 공동연구가 있고, 해파리 관련 국제 심포지엄에 전문가가 참여하여 해파리 출현과 관련된 정보를 각국과 공유하고 있다.

#### 2. 국내외 해파리 이용 실태

##### 가. 국내 이용 실태

우리나라에서 해파리는 주로 식용으로 소비되고 있다. 국내에서 대량으로 발생하는 노무라입깃해파리의 경우 중국에서는 식용으로 이용되지만 우리나라는 가공·유통되지 않는다. 국내에서 식용 해파리 대부분은 중국과 동남아 등지에서 수입되고 있으며, 국내 염장해파리 소량이 미국, 알제리, 캐나다 등으로 수출되고 있다<sup>6)</sup>.

국내에서 소비되는 해파리는 1차 가공(염장)된 해파리 우산(갓) 부위를 냉채, 전채요리, 초밥 등

5) 2010년 이전에는 해파리 분리배출망 개발(2003~2007), 해파리 출원해역 및 발생원인, 이동경로 연구 추진(2005~), 모니터링체제 구축(2006), 절단망 개발 및 어업피해 종합대책반 운영(2009), 위기대응매뉴얼 마련(2010) 등이 개별적으로 추진되어 왔다.

6) 수입산 해파리 종류는 회색의 Sand type와 노란색의 Pearl type이 있는데 표면이 매끄러운 Sand type의 가격이 높다. 이 해파리의 수입단가는 kg당 1~2달러에서 최근에는 약 4.5달러로 상승했다.

의 재료로 사용되는데 지금까지 해파리냉채가 대부분이었으며 전채요리와 초밥용은 일부에 불과했다<sup>7)</sup>. 하지만 최근에 해파리 장조림, 해파리 해물볶음, 해파리 파스타, 해파리 양갱, 해파리 전골 등 다양한 조리법이 등장하였다. 또한 중국, 일본 등에서 해파리 입다리를 전골이나 샐러드로 소비하는 것이 국내에 알려지면서 해파리 소비가 늘고 있다.

한편 국내에서 대량으로 발생하는 해파리의 산업적인 활용에 대한 논의가 활발해지면서 정부에서는 산·학·연 협력을 통해 해파리 콜라겐 화장품 상품화 및 안정성 연구, 해파리 정제 및 생산 연구, 해파리 독성에 관한 연구 등을 추진하고 있다. 특히 최근 대량 발생하고 있는 노무라입깃해파리의 식용 또는 비식용 이용에 관심이 높아짐에 따라 염장 해파리 가공기술 개발, 해파리를 이용한 음식재료뿐 아니라 기능성 제품, 화장품 및 의약품 소재 개발 등의 R&D가 시작되었다. 따라서 앞으로 대량으로 발생하는 해파리의 산업적 이용이 실용화된다면, 해파리 피해로 인한 경제적 손실 감소뿐만 아니라 해파리의 이용으로 경제적 이익 창출도 가능할 것이며, 해파리에 부정적인 어업인들의 인식 개선에도 긍정적인 효과가 있을 것이다.

#### 나. 국외 이용 실태 및 국제적 수급 현황

일본에서는 과거부터 해파리를 초밥 등의 식재료로 사용해 왔으며 세계 최대의 수입국이다. 2000년 이후 노무라입깃해파리와 보름달물해파리가 대량 출현하여 어업에 많은 피해를 입혔다. 이러한 문제에 대응하여 (독)수산종합연구센터에서는 ‘대형해파리의 대량 출현 예측, 어업피해 방지 및 유효이용 기술개발(2004-2007년)’을 수행하였다. 이 프로젝트 중 유효이용 기술과 관련하여 ‘대형해파리 가공매뉴얼’이 발간되었다. 여기에는

해파리 가공원료(염장 및 분말)의 신속한 처리기술과 다양한 시제품이 제시되어 있다. 염장해파리로는 썬러드, 젤리, 곤약, 레토르트 등을 분말(건조 및 탈염)로는 과자, 빵 등을 만들었다. 또한 탈염 및 생물 해파리를 사용한 제품과 가열탈수 해파리를 사용한 제품, 해파리 용해액을 사용한 제품과 조미료 제조방법이 수록되어 있다. 하지만 2009년 이후 노무라입깃해파리의 대량 발생이 없었으므로 해파리 원료가 안정적으로 확보되지 못해 이러한 제품이 산업화까지는 이르지 못한 상황이다. 또한 식용 이외의 해파리 유용물질 추출을 통한 신물질 개발과 산업화는 민간 차원에서 시도되고 있는 것으로 알려지고 있다.

한편, 중국은 세계 최대의 해파리 생산국임과 동시에 소비국이다. 2012년 기준으로 중국의 해파리 생산량은 약 27만 톤(어로 21만 톤, 양식 6만 톤)이다(China Agriculture Press 2013). 중국에서 해파리는 옛날부터 식용하고 있는데 우리나라에서 먹지 않는 노무라입깃해파리를 염장 또는 생물로 소비하고 있다<sup>8)</sup>. 식용 해파리는 대부분 염장 형태로 이용되는데 가공기간은 과거에 3주 걸렸던 것이 지금은 5일이면 끝나기 때문에 훨씬 저비용으로 만들어진다. 중국에서는 주로 일반 가정 및 요리점에서 야채와 같이 볶아서 먹고 있으며 일부 지역에서는 신선냉장된 것을 그대로 먹는 경우도 있다. 업계 조사 결과, 중국은 최근 해파리 생산이 감소하는 반면 소비가 급증하면서 우리나라에 대량 출현하는 해파리에 대한 관심이 높다고 한다. 따라서 만일 경제성을 갖춘 해파리 가공기술이 개발될 경우 해파리 수출 전망은 밝을 것으로 보인다.

한편 FAO 생산통계에 따르면 2011년 기준으로 세계 해파리 생산량은 43만 톤으로 이중 중국이 59.4%, 태국이 25.4%, 인도네시아가 9.1%를 생산

7) 염장해파리는 독이 있는 촉수를 제거한 후 해파리 우산 부위를 깨끗이 씻고 수분을 털어낸다. 그리고 우산 부분을 소금, 명반과 함께 염장한 뒤 2~3일 후 씻은 다음 수분이 제거될 때까지 염장을 반복한다.

8) 2103년 중국 상하이 까르푸매장에서 노무라입깃해파리로 가공한 염장해파리는 1kg당 20,799~53,073원으로 비싸게 판매되고 있다. 우리나라에서 수입산의 도매가격이 1kg당 5,000~6,000원임을 감안할 때 중국 가격이 월등히 높다.

하고 있다. <Table 4>는 세계 해파리의 무역 현황을 나타낸 것이다. 먼저 수출금액을 보면 1980년 전체 수출금액은 3백 2십만 달러, 1990년 2천만 달러, 2000년에는 3천 1백만 달러로 급증하고 있다. 수입금액 역시 1980년에 1천 7백만 달러, 1990년 4천 8백만 달러, 2000년에는 4천 9백만 달러로 대폭 성장했다. 단 2000년대에는 해파리 자연 발생량에 따라 증감하고 있다. 2009년 기준으로 전체 수출금액 중 국가별로는 인도네시아가 40.8%이고 이어서 태국 22.1%, 중국 17.4%, 인도 15.5%의 순이다.

<Table 4> World trade of jellyfish  
unit : Ten thousand dollar

Countries	1980	1990	2000	2009	%	
Export	China	0	11,788	15,063	5,098	17.4
	India	0	0	1,168	4,537	15.5
	Indonesia	2,008	3,552	8,580	11,933	40.8
	Korea	0	8	68	174	0.6
	Myanmar	0	0	0	999	3.4
	Thailand	323	4,363	6,026	6,459	22.1
	Others	916	15	275	67	0.2
Total	3,247	19,726	31,180	29,267	100.0	
Import	China	0	0	263	48	0.1
	Hongkong	0	0	0	663	2.0
	Japan	15,955	34,926	36,701	21,038	62.2
	Korea	250	10,431	9,422	8,711	25.7
	Taiwan	0	2,488	2,280	1,859	5.5
	Thailand	0	3	345	423	1.3
	others	663	0	413	1,098	3.2
Total	16,868	47,848	49,424	33,840	100.0	

source : FAO Fishstat. J.

다음으로 국가별 수입실적을 보면, 일본이 세계 수입의 62.2%로 가장 큰 비중을 차지하고 있고 우리나라는 25.7%로 제2위를 기록하였다. 전 세계 해파리 생산의 약 60%를 차지하는 중국의 경우 수출 실적은 있으나 수입 실적은 거의 없는 것으로 나타났다. 하지만 업계에 따르면 최근 중국은 동남아 생산국으로부터 상당한 물량의 해파리를 대량 구매하면서 시장에서의 영향력을 확대하고 있는 것으로 나타났다.

이상에서 본 것처럼, 해파리는 국제적 상품으로서 활발하게 교역되고 있으며 특히 중국을 비롯한 중화권과 동남아시아를 중심으로 소비가 증가하고 있다. 이들 해파리 식문화가 각국으로 전파되고 있어 세계 해파리의 소비시장은 더욱 넓어질 것으로 전망된다.

## IV. 해파리 산업적 이용 방향

### 1. 기본방향

최근 우리나라 주변수역에서 해파리가 대규모로 광범위하게 출현하면서 어업은 물론 다른 분야에도 피해를 입히고 있다. 본 연구에서는 해파리를 단순한 해적 또는 구제해야 하는 생물이 아닌 자원화의 시각에서 산업적인 활용 가능성을 검토하였다.

옛날부터 우리나라, 중국, 일본을 비롯하여 동남아 지역에서는 해파리를 식용으로 이용해 왔으며 최근에는 소비가 증가하고 있다. 특히 중국에서는 노무라입깃해파리의 염장품이 다른 해파리보다 비싸게 판매되고 있으며 일본에서도 노무라입깃해파리의 가공매뉴얼과 다양한 조리법을 개발하였다. 아울러 FAO에서는 전 세계의 해파리 피해를 최소화하기 위해서는 식용으로 활용하는 것이 최선의 대안 중 하나라고 발표한 바 있다 (FAO 2013). 우리나라의 경우 해파리를 해적생물로 규정하여 예방 및 방제의 관점에서 정책이 이뤄져 왔으며, 산업적 활용에 대해서는 최근에 그 중요성이 인식되어 아직 시작단계에 불과하다. 만일 해파리의 산업화가 달성된다면 앞에서 살펴본 해파리에 의한 어업 피해금액(2010~2012년 평균) 최대 137,180백만 원, 최소 50,114백만 원의 상당 부분을 상쇄할 수 있으며 나아가서는 새로운 소득원으로 활용 가능할 수 있을 것이다.

해파리 산업화를 위해서는 우선 해파리 대량 출현에 의한 피해를 최소화시키면서 해파리를 자원으로 인식하여 효율적 이용으로 전환되어야 할

것이다. 그리고 해파리 산업화를 조기에 달성시키기 위해서는 산업화의 기반조성과 더불어 대규모 R&D 추진이 필요하다.

## 2. 추진과제

해파리 산업화를 추진하기 위한 과제로는 안정적 고품질 원료공급체계 마련, 산업적 이용을 위한 대량 처리기술 개발, 해파리 식용시스템 구축, 비식용 분야의 산업화 기반 등이 따라야 할 것이다. 이들의 구체적인 내용은 다음과 같다.

우선 해파리의 산업화를 위해서는 안정적이고 고품질인 해파리 원료를 공급받아야 한다. 예를 들어, 해파리 염장·가공할 경우 원물 해파리의 가공수율은 대략 5~10%이므로 가공원료를 확보하기 위해서는 상당한 원물 해파리가 필요하다. 우리나라에 해파리가 대량 출현은 여름철 약 3개월에 집중되고 있어 안정적인 가공물량의 확보를 위해서는 대량 출현 시기에 집중적으로 생산되어야 한다. 따라서 해파리 구제 또는 수거시스템을 확립하고 나아가서는 해파리의 포획도 검토해 나간다. 즉 현재 가동되고 있는 해파리 모니터링의 결과를 참고해서 어업 피해가 발생하기 전에 해파리를 포획한다면 그만큼 여러 피해를 줄일 수 있으며 해파리 원료의 대량 확보도 가능하게 된다. 또한 해파리 포획은 어업인들에게 소득원이 될 수도 있다.

둘째, 산업적 이용을 위한 대량 처리기술의 개발이 필요하다. 해파리는 96~97%가 수분으로 구성되어 있어 이를 포획 후 선상에서 1차 가공(분쇄 및 탈수)하지 않고서는 보관·수송 및 선도유지에 어려움이 있다<sup>9)</sup>. 또한 해파리 출현이 단기간에 집중되기 때문에 신속하게 처리하지 않으면 부패하여 품질이 떨어질 수 있다. 일본의 경우 해파리 원물에서 가공원료를 추출하기 위해 전처리, 드럼건조, 스프레이 등 다양한 기술이 개발되

어 있다. 따라서 해파리 산업화를 위해서는 포획 단계에서 해파리 부패 최소화, 운반의 편의성 확보, 부패 방지, 기능성 물질 추출 수율의 최적화가 이뤄져야 할 것이다. 이를 달성하기 위해서는 해파리를 대량 처리할 수 있는 기술과 장치의 개발이 따라야 한다.

셋째, 해파리의 식용 확대에 대응하기 위한 시스템의 구축이 필요하다. 이를 위해서 세계 해파리 시장에 대한 심도 있는 연구와 함께 국내에서의 시스템이 마련되어야 한다. 특히 세계 해파리 최대 소비국인 중국 시장에 대한 연구가 필요하다. 중국에서는 최근 몇 년 동안 해파리의 수입 단가가 3배 가까이 급등했고 국내 가격 역시 빠르게 상승하고 있다. 그리고 해파리 포획 부진에 대응하고 고품질 해파리를 생산하기 위해 양식 확대를 추진하고 있다. 이러한 추세가 이어진다면 해파리는 단순히 유해생물이 아니라 상당한 산업적 가치를 가진 자원으로 변모될 수 있다. 따라서 해파리의 자원화를 위한 시스템 구축이 시급한데, 우선 해파리를 안정적으로 수거에서 가공하는 일관된 체계를 갖추어야 한다. 아울러 해파리 식품개발을 위해 민·관·학·연의 참여로 해파리 식품 파일럿사업도 추진해 나간다. 이를 통해 저렴한 가공기술, 염장 가공품 이외에 다양한 조리법이 포함된 메뉴얼을 개발한다. 이것이 실현된다면 국내산 해파리 가공비용의 절감, 해파리 가공 및 제품의 국제적 경쟁력을 확보할 수 있을 것이다.

마지막으로 해파리의 비식용 분야에 대한 산업화 기반도 마련되어야 할 것이다. 해파리에는 수분이 가장 많고, 단백질의 함량은 0.2~0.3%인 것으로 알려져 있다. 이러한 단백질을 이용해서 만든 유용물질이 콜라겐이다. 세계적으로 콜라겐은 식용, 화장품용, 의료용 등 사용 범위가 넓어지고 있어 향후 콜라겐의 수요는 계속 확대될 것이다. 현재 우리나라는 수분을 제거한 해파리에서 화장품 원료로 사용 가능한 콜라겐을 추출할 수 있는 실험실 수준의 기술이 개발되어 있다. 하지만 해

9) 업계에 따르면 원물 해파리 100kg를 염장할 경우 5~10kg 밖에 되지 않는다고 한다.



파리 콜라겐의 경우 수분을 제외한 나머지 성분 중 콜라겐을 얼마나 추출할 수 있는지 여부가 불투명하고, 제조공정이 매우 복잡하다는 한계가 있다. 따라서 해파리 어획 이후 보관 및 수송을 위한 탈수, 정제 및 콜라겐 추출에 이르는 과정에서의 생산단가를 계산하여 다른 콜라겐 생산단가와 비교하여 사업성을 검증해야 할 것이다.

한편 비식용 분야의 산업화를 위해서는 무엇보다도 해상에서 해파리를 수거하여 저렴한 가격에 육상까지 신속하게 운반하는 시스템이 개발되어야 한다. 또한 해파리 처리장치에서 나온 분쇄물에서 대량의 콜라겐을 추출하기 위한 기술개발도 시급하다. 이러한 해파리 비식용 분야의 산업화 전망이 낮다고 하더라도 원천기술의 확보 측면에서 추진할 필요가 있다. 아울러 생산비 절감 노력, 지속적인 R&D 투자를 통해 경제성을 담보해 나가야 할 것이다.

## V. 맺음말

본 연구에서는 최근 대량 출현하고 있는 해파리를 대상으로 산업적인 활용 방향을 모색하였다. 주요 연구 결과를 정리하면 다음과 같다.

먼저 해파리 발생 및 피해 실태를 검토하였다. 우리나라 주변수역에 출현하는 해파리는 약 30여 종이 있는데 1990년대 후반부터 대량 발생을 통해 많은 피해를 입히는 것은 보름달물해파리와 노무라입깃해파리이다. 특히 해파리는 여름철에 대량 출현하고 있는데 그 원인은 연안오염으로 인한 생태계 변화 및 기후변화, 자원의 무분별한 남획 등으로 인해 해파리 번식에 양호한 생태 환경이 조성되었기 때문이다. 해파리의 대량 발생은 다양한 사회경제적 문제를 야기하고 있다. 즉 어업인들의 어업활동에 경제적 손실, 해파리 쓰임에 의한 피서객들의 피해, 발전소 취수구 유입으로 인한 발전소의 감발 등이 있다.

해파리로 인한 어획량 감소 피해는 2012년의 경우 최소 128,268백만 원에서 최대 225,879백만

원으로 추정되었다. 그리고 상품가치 하락 피해는 2012년에 141,233백만 원이었다. 또한 해운대 해수욕장의 해파리 쓰임에 따른 해수욕객 방문 기피의 연간 손실액은 120억 원, 원전의 출력감발과 정지로 의한 피해액은 약 585억 원으로 추산되었다.

다음으로 해파리 관련 대책과 이용 현황을 분석하였다. 정부에서는 2000년대 중반까지 해파리 관련 연구 및 모니터링을 추진하여 이들 토대로 2010년대부터 해파리 대량 발생에 따른 피해 최소화, 사전 대응과 사후관리 등의 종합적인 대책을 수립하여 시행하고 있다. 특히 최근 산업적 활용과 관련된 연구가 시작되었다. 우리나라에서 해파리의 이용은 주로 식용으로 이용되고 있을 뿐이며 그 외의 이용은 아직 활발하지 않다. 국내에서 대량 발생되는 노무라입깃해파리는 중국의 경우 식용으로 이용되지만 우리나라는 가공·유통되지 않는다. 이웃한 일본과 중국은 해파리를 이용하여 다양한 식품을 개발했거나 또는 유용물질을 추출하여 산업화를 촉진시키고 있다. 특히 중국은 최근 해파리 생산이 감소하고 있지만 소비가 급증하고 있다. 또한 해파리는 국제적 교역상품으로 성장세를 보이고 있다. 이를 고려한다면 우리나라에 대량 출현하는 해파리를 이용할 수 있는 기술개발이 이뤄진다면 새로운 수출 산업으로도 성장할 수 있을 것이다.

지금까지 우리나라는 해파리를 해적생물로 규정하여 예방 또는 방제의 관점에서 정책이 이뤄져 왔으며, 산업적 활용에 아직 시작단계에 불과하다. 따라서 해파리 산업화를 위해서는 해파리를 자원으로 인식하여 효율적 이용으로 정책이 전환되어야 한다. 이를 조기에 달성시키기 위해서는 산업화의 기반조성과 더불어 대규모 R&D 추진이 따라야 한다.

마지막으로 해파리 산업화를 추진하기 위한 과제를 제시하면 첫째, 안정적 고품질 원료공급체계를 구축해야 한다. 둘째, 산업적 이용을 위한 해파리 대량처리 기술의 개발이 필요하다. 셋째,

해파리의 식용 확대에 대응하기 위한 연구와 매뉴얼 개발 등이 따라야 한다. 넷째, 해파리 콜라겐 추출 및 이용 등 비식용 분야에 대한 산업화 기반도 필요하다.

해파리는 지금까지 유해생물로 인식되어 왔으며 2013년 FAO에서는 해파리 피해를 최소화하기 위해서는 식품으로 이용하는 것이 대안 중의 하나라고 발표하였다. 즉 해파리를 식품 또는 자원화를 통해 소비를 늘려 나간다면 해파리에 의해 발생하는 다양한 피해를 감소시킬 수 있으며 또한 새로운 소득원이 될 수 있을 것이다. 현재 우리나라는 해파리 산업화가 초기단계이며 많은 시행착오가 예상되지만 원료조달 및 1차 가공, 식품 및 비식용 제품개발, 생산비 절감 등과 관련된 지속적인 기술개발을 통해 경쟁력을 마련해야 한다. 본 연구에서 제시한 산업화 과제가 조기에 실현되기 위해서는 민간, 정부, 연구기관 등이 협력적 거버넌스를 구축하여 역할 분담을 통해 공동의 대응이 이뤄져야 할 것이다.

## Reference

- Busan development institute(BDI)(2012). Maximization Plan of Beach Open Period, BDI. Focus, 4.
- China Agriculture Press(2013), China Fishery Statistical Yearbook, 29.
- FAO(2013), Review of Jellyfish Blooms in the Mediterranean and Black Sea, 32~33.
- FAO, Fishstat. J.
- Japan Fisheries Research Agency(2007). Processing Manual of Large Jellyfish.
- Japan National Federation of Fisheries Co-operative Associations(JNFFCA) Homepage, <http://www.jf-net.ne.jp/fpo/yugai/>.
- Kang, Young-Sil · Park, Mi-Sun · Park, Young-Tae(2009). Appearance, Ecology and Countermeasures for Oceans' UFO Jellyfish, Academybook, 7~10.
- KHNP(2009). Verification of the High Speed Screens for Prevention of Bio-impingement against Power Plant Intake, 7~11.
- Lynam C · Heath, M · Hay, S & Brierley, A.(2005). Evidence for impacts by jellyfish on North Sea herring recruitment. Marine Ecology Progress Series 298: 157~167.
- Ministry of agriculture, food and rural affairs (MAFRA) (2012). Comprehensive Countermeasures to Remove Jellyfish (Internal Data).
- Ministry of land transport and maritime affairs (MLTMA) (2009). Study Report of Preventing Jellyfish Damage, 16~32.
- Ministry of land transport and maritime affairs (MLTMA) (2011). Final Study Report of Preventing Jellyfish Damage, 12~15.
- Ministry of Oceans and Fisheries(MOF)(2013), "2013 Comprehensive countermeasures to prevent jellyfish damage", 9.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI) (2004). Handbook for Jellyfish Monitoring in Korean Coastal Area, 8.
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI) Homepage, [www.nfrdi.re.kr](http://www.nfrdi.re.kr).
- National Fisheries Research & Development Institute (NFRDI)(2008), Mass Occurrence of Jellyfish and its Prevention and Utilization, 81~98.
- Parsons, T. R. & Lalli, C. M.(2002). Jellyfish population explosions: Revisiting a hypothesis of possible causes, La Mer 40: 111~121.
- Purcell, J.(2005). Climate effects on formation of jellyfish and ctenophore blooms: a review. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 85: 461~476.

- 
- 논문접수일 : 2014년 05월 09일
  - 심사완료일 : 1차 - 2014년 05월 26일
  - 게재확정일 : 2014년 06월 02일