

## Article

## 국내외 해양생명공학 산업시장의 장기예측 및 함의

장덕희<sup>1</sup> · 강길모<sup>1\*</sup> · 채기영<sup>1</sup> · 김수지<sup>1</sup> · 조민주<sup>1</sup> · 차정미<sup>1</sup> · 함현경<sup>2</sup><sup>1</sup>한국해양과학기술원 해양정책연구소  
(426-744) 경기도 안산시 상록구 해안로 787<sup>2</sup>한얼국제특허사무소  
(135-973) 서울시 강남구 테헤란로 87길 22 도심공항타워 6층

## Long-term Outlook and Implications of the Marine Biotechnology Market in Korea and Abroad

Duckhee Jang<sup>1</sup>, Gilmo Kang<sup>1\*</sup>, Gi-Young Chae<sup>1</sup>, Soo-Ji Kim<sup>1</sup>, Min-Ju Jo<sup>1</sup>,  
Jeong-Mi Cha<sup>1</sup>, and Hyun-Kyung Ham<sup>2</sup><sup>1</sup>Ocean Policy Institute, KIOST  
Ansan 426-744, Korea<sup>2</sup>HANOL Intellectual Property & Law  
Seoul 135-973, Korea

**Abstract :** The marine biotechnology industry is very significant as compared to other industries as one of the driving forces for economic growth in the next generation in Korea. However, the marine biotechnology market has been considered as a component of the biotechnology industry market which made difficult for creating separate research areas in relation to the scope of the relevant industry market as well as making it difficult to establish its own R&D policy strategies. Accordingly, this study was executed to estimate the future long-term market value of the marine biotechnology within the limit of industrial field and to verify the importance of national R&D investment in marine biotechnology on the basis of estimations within the industrial perspective. To this end, we classified the marine biotechnology industry into the four sub-sectors and estimated the domestic and global industrial market in 2010 and 2024. According to the results, the domestic and global market of the marine biotechnology industry will see a remarkable growth by 2024. In particular, the bio-energy, pharmaceutical and functional foods industry markets will achieve astonishing advances. On the basis of the analysis results, Korea has to establish more progressive and aggressive R&D investment strategies to strengthen national competitiveness through the marine biotechnology industry.

**Key words :** marine biotechnology, marine biotechnology industry market, estimate the future value, global industry market, R&D investment strategies

## 1. 서 론

본 연구의 목적은 해양생명공학 산업 시장의 미래 시장

규모를 산업분야별로 예측함으로써, 해양생명공학 사업에 대한 국가 R&D 투자의 중요성을 확인하고, 이를 기반으로 정책적 함의를 도출해 내는 데 있다. 본 연구에서는 해양생명공학 산업을 세부 분야별로 구분해 2024년의 분야별 국내외 산업시장 규모를 추정함으로써, 향후 해양생명

\*Corresponding author. E-mail : kanggm@kiost.ac

공학 지원정책 수립에 필요한 기초정보로 활용한다.

해양생명공학 사업은 중앙정부의 적극적인 개입 없이는 필연적으로 시장실패(Ledyard 2008; Krugman and Wells 2006; Bator 1958) 발생이 예상되는 분야이다. 이는 해양생명공학 사업이 ‘해양’이라는 극한 환경에서 서식하는 생명자원을 활용하는 초고도 연구개발 사업으로 R&D를 위한 기초소재 확보와 연구개발 활동에 대규모 초기투자비용을 필요로 하지만, 연구개발 결과가 반드시 상용화로 직결되지는 않는다는 불확실성으로 인한 높은 위험요소를 갖기 때문에 발생하는 문제이다. 따라서 이윤을 추구하는 기업영역에서는 단기간에 R&D 투자성과를 기대하기 어려운 해양생명공학사업영역에 R&D를 투자할 적극적 동기가 부여되지 않는다. 그러나 해양생명공학 사업 영역은 전세계 모든 학자들과 정책결정자들이 그 중요성을 인정하고 있는 중요한 차세대 성장동력의 하나이다. 따라서 최근 미국, 일본, 영국, 노르웨이 등의 선진 해양국가들은 해양생명공학 산업의 진흥을 위해 거버넌스 체계를 개편하는 등 적극적인 지원노력을 기울이고 있다(Kim 2012).

해양생명공학 산업영역은 그 중요성에 비해 아직까지 전 세계적으로도 충분한 R&D 투자가 이루어지지 못해온 분야이면서, 기술수준 면에서도 전 세계적으로 초기 수준의 기술성숙도를 보이는 신생 기술개발 분야이다. IT 혁명 이후 생명공학산업의 중요성이 비약적으로 증대하고 있기는 하지만, R&D 투자에 대한 역사가 비교적 짧고, 상대적으로 접근하기 쉬웠던 육상생명자원 위주의 생명공학 사업이 추진되어 왔다. 선진국들조차도 해양생명공학 사업영역에 눈을 돌린지 얼마 되지 않기 때문에 해양생명공학 분야는 우리나라와 같은 후발 주자들도 얼마든지 적극적인 투자와 전략적 R&D를 통해 세계를 리드할 수 있는 가능성이 높다.

그러나 우리나라의 해양생명공학 산업은 정부의 산업정책 영역 내에서는 상대적 우선순위에서 비교열위에 속해 있는 분야이다. 이와 같은 상황이 발생하게 된 중요한 원인 가운데 하나는 아직까지 해양생명공학 분야의 산업시장이 활성화 되어 있지 않아 정책결정자들이 관련 산업의 중요성과, 해양생명공학산업에 대한 장기적 시각을 갖기 어렵기 때문이다. 그러나 해양생명공학 사업의 미래 성장가능성과 파급효과, 국가 산업정책 영역으로서의 중요성을 이해한다면 보다 다양한 관점에서 동 사업 분야의 중요성을 인식하고 미래에 대해 적극적인 대처방안을 강구할 필요가 있다고 본다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 장기적 관점의 해양생명공학 산업의 미래 시장규모를 예측하고자 하는데, 연구의 필요성 관점에서 이를 좀 더 자세히 설명하면 다음과 같다. 첫째, 현재까지 국내 해양생명공학 산업시장을 장기관점에서 예측하고 있는 문헌이 거의 없어 관련 자료

의 생산이 시급히 필요하다. 현재까지 파악된 바로는 해양생명공학 산업과 관련하여서는 관련 문헌들이 많지 않을 뿐만 아니라, 현존하는 문헌들도 모두 해외 산업시장에 한정된 정보를 생산하고 있어 관련 산업진흥정책 수립을 위한 근거자료를 찾기 어렵다. 따라서 국내 R&D 투자정책의 결정에 필요한 장기추계 정보를 생산하고 이를 향후 우리나라의 해양생명공학 산업 육성전략 등의 정책자료 생산에 중요한 기초자료로서 활용할 필요가 있다. 둘째, 산업시장 추계를 통해 해양생명공학 산업의 장기 비전을 상대적으로 명확히 설명함으로써, 해양생명공학 산업이 우리나라의 차세대 성장동력 산업으로서 자리매김 할 수 있을 것인지에 대한 확신을 심어줄 필요가 있다. 현재까지 생산된 다수의 관련 문헌들을 통해 해양생명공학 산업이 갖는 중요성이 인정되고 있기는 하지만, 대부분의 경우 그 중요성을 선언적인 인식에 그치고 있다는 한계가 존재한다.

해양생명공학 분야의 중요성은 다양한 관점에서 근거를 갖고 주장될 수 있을 것이지만, 산업정책의 관점에서 그 중요성을 주장하기 위한 중요한 근거의 하나로 장기적 관점의 해당산업 시장규모 예측결과가 유용한 근거로 활용될 수 있다. 특히 해양생명공학 산업영역은 아직까지 주요 산업영역으로 인식되지 못하고 있는 상황이라는 점을 감안하면, 장기적 관점에서 해당 산업시장의 성장수준을 화폐단위로 환산하여 설명하는 것은 매우 유용한 정보로 활용될 수 있을 것이다.

## 2. 해양생명공학 산업 육성의 중요성과 우리나라의 기술수준

### 해양생명공학 산업 육성의 중요성

미래학자 폴 케네디는 그의 저서 ‘21세기의 준비’에서 21세기에서 인류의 미래를 좌우할 가장 중요한 세 가지 항목으로 다국적 자본(Multi capital), 대중매체(Mass media) 그리고 해양(Marines)을 꼽고 있다(Kennedy 1993). 이 가운데 특히 해양이 갖고 있는 가치는 임의로 추정하기조차 힘든 것인데, 1997년 세계적인 학술지 ‘Nature’에 실린 논문의 분석결과에 따르면, 해양은 생태학적으로도 연간 21조 달러의 가치를 갖는다고 한다(Costanza et al. 1997). 따라서 주요국들은 미래 성장동력으로써의 해양의 가치를 인정하고, 해양과학기술 개발을 위한 정책과 전략 마련에 고심하고 있다.

해양산업 중에서도 특히, 해양생명공학 산업의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않는다. 이는 해양생명공학 산업이 안정적인 식량자원 확보는 물론, 건강, 에너지, 환경문제 등 21세기 인류가 직면하고 있는 사회문제를 해결할 수 있는 가장 효율적인 대안이기 때문이다(OECD 2012).

이에 따라 OECD의 생명공학 분과에서는 2011년부터 주요 논의주제로서 ‘해양생명공학’을 다루고 있으며, 이는 해양생명공학 사업에 대한 전 세계적 관심이 급증하고 있는 추세가 반영된 것이다(교육과학기술부 2011).

이처럼 해양생명공학 산업이 차세대 성장동력 산업으로서 전 세계의 주목을 받는 이유는 육상생명자원 중심의 생명공학 산업에 비하여 연구개발 성공가능성이 상대적으로 높기 때문이다. 알려진 바에 의하면 해양소재에서 제품화 성공률은 1/6,000으로 육상생물소재의 1/13,000보다 두 배 이상 높다(생명공학정책연구센터 2004). 또한, 육상생명공학 사업의 경우 주로 기작이 밝혀진 소재를 대상으로 하는 경우가 많기 때문에 신규기술을 개발하기도 쉽지 않을 뿐만 아니라, 기술개발 후에도 지적재산권의 문제로부터 자유롭지 못하는 경우가 많은 한계가 있다. 반면, 해양에는 지구 전체에 서식하고 있는 생명종의 약 80%가 서식하고 있음에도 불구하고 해양생명종의 1% 미만만이 산업적으로 이용되고 있어, 우리나라와 같은 후발 연구개발 국가의 경우에도 노력여하에 따라서 얼마든지 상업성을 겸비한 독자적인 유용 생물자원을 개발할 수 있다는 장점이 있다(Das et al. 2006; Luiten et al. 2003; Carté 1996). 더불어, 해양에서 서식하는 생명 종들은 해양이라는 극한환경 속에서 치열한 경쟁을 통해 살아남은 개체들로 육상생물자원에서 추출한 소재들에 비해 상대적으로 우월한 기능적 특성을 갖고 있는 경우가 많다(Rasmussen and Morrissey 2007). 따라서 해양생명공학 산업분야가 비록 1970년대 후반에 이르러 본격화 되었지만(Fenical 1997), 최근까지 해양에서 유래한 유용소재의 탐색은 지속적으로 증가하고 있다. 해양생명공학 사업은 현재 전 지구적으로 발생한(또는 발생가능한) 문제를 해결할 수 있는 거의 유일한 대안으로 여겨진다. Table 1에서 보는 바와 같이 해양생명공학 사업은 인류의 생존에 필요한 대부분의 산업 영역에서 효과적인 대안을 제시한다.

또한, 최근의 해양생명공학 연구개발 환경의 변화는 그동안 접근하지 못하였던 해양소재들로부터 다양한 유용물질들을 취득할 수 있는 기회를 확대하고 있다는 점도 해

양생명공학 산업의 미래 발전 가능성을 밝게 하고 있다. 해양생명공학 분야 기술개발이 시작되었던 1960년대에는 주로 스쿠버 다이빙에 의존해왔던 소재 확보 방법이 심해 탐사기술의 발달로 인해 다양해지고 보다 수월해졌다(Carté 1996). 즉, 과거 해양생명공학 산업 영역은 해양이라는 극한환경으로부터 연구개발 및 산업화에 필요한 생명자원을 확보하는 것 그 자체가 어려웠기 때문에 산업적으로 발달하기 어려운 환경 속에 놓여 있었다. 물론, 여전히 해양은 탐사의 대상으로, 극한 심해 환경으로부터 유용한 생명자원을 확보하기 어렵지만, 최근 해양탐사기술의 발전과 유전체 해독기술의 발전으로 인해 과거에 비해 유용한 해양생명자원을 확보할 수 있는 가능성이 열리고 있다. 따라서 최근 들어 해양생명자원을 활용한 신약 소재의 확보나 기능성식품, 바이오에너지 등의 산업신소재가 과거에 비해 보다 효율적으로 확보되고 있다(Ritchie et al. 2013; Carté 1996). 그리고 이와 같은 해양생명공학 사업의 특징들은 동 분야가 국가의 산업정책 영역의 범주 안에서 적극적으로 육성되어야 할 산업분야임을 의미한다.

**해양생명공학 산업의 정의 및 특성**

해양생명공학 산업이 갖는 중요성에 비해, R&D 투자에 있어서 해양생명공학 분야에 대한 투자수준은 생명공학 분야에 비해 상대적으로 미미한 수준이다. 2013년 기준 정부 R&D에서 생명공학사업에 대한 투자규모는 1조 7,578억 원인데, 이 중 해양수산부 관할 해양생명공학기술개발사업의 사업비는 230억 원에 불과하다(국가과학기술위원회 2013). 그리고 이는 해양생명공학 사업의 중요성과 특이성에 대한 명확한 인식의 부재에서 비롯된 것일 수 있다. 또한, 우리나라의 R&D 투자는 기술 분야별로 구분되어 있기 보다는 부처특성에 따라 구분되는 속성이 강한 것도 중요한 영향을 미치고 있다.

Fig. 1에 정리된 바와 같이 생명공학 영역은 해양수산부와 미래창조과학부, 산업통상자원부, 보건복지부, 환경부를 비롯한 다부처가 연계되어 있다. 그리고 연구개발 분야별 특성에 관계없이, 미래창조과학부의 경우 기초와 응용

**Table 1. R&D area of Marine Biotechnology (European Science Foundation 2010)**

Industrial area	R&D area
Food	Development of food products and ingredients of marine origin with optimal nutritional properties for human health
Energy	Development and demonstration of viable renewable energy products and processes
Health	Development of novel drugs, treatments, health and personal care products
Environment	Development of biotechnological approaches, mechanisms and applications to address key environmental issues
Industrial Products and Processes	Development of marine-derived molecules exploitable by industry including enzymes, biopolymers and biomaterials

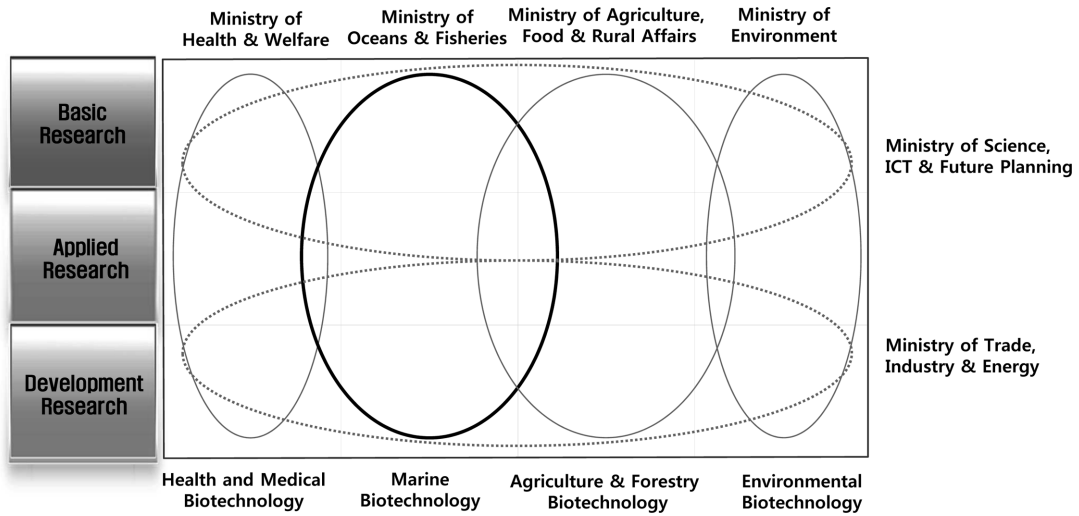


Fig. 1. Departmental areas of biotechnology (KIMST 2009)

분야에 대한 지원을, 산업통상자원부는 응용과 개발 분야를 지원한다. 그리고 보건복지부와 해양수산부, 농림축산식품부, 환경부는 세부 생명공학 영역을 전주기로 지원하는 시스템을 갖추고 있다. 따라서 연구개발단계를 기준으로 지원하는 부처와 분야별 생명공학 사업을 지원하는 부처가 구분되어 있다 보니 영역 간 일부 중복지원 문제가 이슈로 작용할 수 있다.

그리고 분야와 관계없이 전체 국가 R&D에 대한 총괄적인 관리를 미래창조과학부(국가과학기술심의회)가 주관되어 조정한다. 따라서 국가 R&D를 총괄 관리하는 조정부서에서 해양생명공학기술의 중요성과 기존의 생명공학 사업과의 차별성을 이해하지 못하는 경우 전체적인 해양생명공학 사업 육성을 위한 정책과 전략에 차질이 발생하게 된다.

이와 같은 문제가 발생할 수 있는 것은 해양생명공학과 일반적인 생명공학 분야는 근본적인 차이가 존재함에도

불구하고, R&D 투자를 결정하는 정책결정자 집단은 이를 구분하기 쉽지 않기 때문이다. Deborah Mosca (2012)는 이를 이해하기 위해 ‘해양(marine)’, ‘생명공학(biotechnology)’, ‘해양생명공학(Marine Biotechnology)’을 개념적으로 정리하고 있으며, 이는 Table 2와 같다.

Table 2에서 설명된 바와 같이, 개념적으로 해양생명공학은 생명공학에 포함되는 개념으로 정리되며, 해양생명공학과 생명공학의 가장 큰 차이는 연구개발 대상 소재(materials)에 있다. 그리고 소재의 차이는 해양생명공학 사업을 기존 생명공학 사업과는 차별화된 분야로 전략적 접근이 필요한 산업영역으로 구분하게 하며 그 이유는 다음과 같다. 첫째는 R&D 활동의 소재가 되는 해양생물 확보에 대한 접근의 제한성이 매우 강하다는데 있다. 해양생명공학 산업에서 소재가 되는 물질들은 모두 해양이라는 극한 환경에서 확보되어야 하는 특이성을 갖는다. 또한, 일반 생명공학 분야의 경우 산업 자체가 고도화되고 분화

Table 2. Difference between marine-biotechnology and biotechnology (Deborah Mosca 2012)

	Concept
Marine	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Of or relating to the sea</li> <li>· Relation to system of open-ocean and unprotected coastal habitats, characterized by exposure to wave action, tidal fluctuation, and ocean currents and by the absence of trees, shrubs, or emergent vegetation</li> </ul>
Biotechnology	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The application of the principles of engineering and technology the life sciences</li> <li>· The use of microorganisms, such as bacteria or yeasts, or biological substances, such as enzymes, to perform specific industrial or manufacturing processes including production of certain drugs, synthetic hormones, and bulk foodstuffs as well as the bioconversion of organic waste and the use of genetically altered bacteria in the cleanup of oil spills</li> </ul>
Marine biotechnology	<ul style="list-style-type: none"> <li>· The exploration of the capabilities of marine organisms at the whole, cell, or molecular level, to provide solutions to today's problems, with the use of technology to advance the understanding and accessibility of marine biological material</li> </ul>

되어 있어 연구소재를 전문적으로 공급하는 다수의 사업자와 관련 산업이 발달해 있어 연구자가 직접 연구소재를 채집하여 활용해야 하는 경우가 드물 뿐만 아니라 시료구입에 드는 비용도 상대적으로 적다. 반면 해양생명공학 분야의 경우 관련 산업이 거의 발달하지 않아 연구자가 직접 시료를 채집하여 가공해야만 실험이 가능하다는 특성이 있다.

둘째는 해양생물의 다양성 및 생명현상의 특이성 측면이다. 해양은 기본적으로 염분이 포함되어 있는 해양을 배경으로 서식하고 있는 생명자원을 대상으로 한다는 점에서 일반적인 생명공학 영역과는 구분된다. 전술한 바와 같이 지구상 생명자원 가운데 80% 이상이 해양에 서식하고 있을 만큼 다양성이 확보되고 있으며, 극한환경에 서식하는 과정에서 특이한 생명현상을 보유하고 있는 생명종이 많다. 따라서 해양생명자원의 특성을 정확히 이해하지 않은 상황에서는 생명자원의 특성과 기능을 확인하기 어렵기 때문에 일반 생명공학 연구자의 접근이 어렵다는 한계가 있다.

앞서의 논의들을 정리하면, 해양생명공학은 우리나라의 미래 성장동력 산업으로서 국가 산업정책적 관점에서 그 중요성이 인정되며, 정부의 적극적인 개입이 없으면 해당 재화의 공급이 과소 공급될 것이 예상되는 공공재(Public Goods)적인 속성을 지닌다. 그리고 적합한 수준에서 R&D 투자가 되지 않으면, 미래 해양생명공학 산업의 발전을 기대할 수 없게 되는 시장실패가 예상되기 때문에 해양생명공학 사업은 적극적인 정부투자가 필요한 중요한 정부정책 영역으로 볼 수 있다.

**해양생명공학 분야 기술분야와 우리나라의 기술수준**

해양생명공학 사업에 대한 전 세계적인 관심이 증가하면서, 우리나라도 해양생명공학 산업의 육성을 위해 해양수산부를 중심으로 다양한 지원전략들을 마련하고 있다. 그리고 해양생명공학 육성을 위해 필수적인 R&D 투자전략 수립을 위해 2008년 마련한 해양생명공학 육성 기본계획에서는 Table 3과 같이 해양생명공학 분야의 핵심 기술 분야를 4대 중점분야의 15대 핵심 기술 분야로

정리하고 있다.

우리나라는 1990년대부터 해양생명자원 활용을 위한 기술개발을 목적으로 다양한 사업을 수립하여 수행하였으나, 종합적이고 체계적인 정책·전략 프레임에 기반한 기술개발 계획수립은 미흡하다는 평가를 받아왔다. 그에 따라 해양수산부가 2004년 10월 ‘마린 바이오 21 사업’이라는 명칭으로 3개의 연구단이 출범한 것이 본격적인 해양생명공학기술 개발의 시작이라고 볼 수 있다. 또한, 이를 통해 일정수준 국내 해양생명공학 사업영역의 기술수준 진보가 이루어졌다는 평가가 가능하다.

예를 들어 해양과학기술 분야의 주요 기술 분야별 기술수준 격차의 측정결과를 사업초기인 2007년과 중반이후인 2011년을 비교해 보면 Table 4와 같다(Park 2012).

Table 4에서 우리나라의 기술수준은 2011년 기준으로 세계최고 기술국 대비 58-76% 수준이며, 모든 분야에서 최고수준의 기술력을 보유한 국가는 미국이다. 분야별 기술수준을 살펴보면, 해양신소재 개발기술 분야가 상대적으로 가장 높은 기술수준을 보이고 있으며(76%), 해양생물기반기술 분야(71%), 해양생물생산기술 분야(68%), 해양생태환경보전기술 분야(58%)의 순이다. 그리고 해양과학기술 분야의 분야별 기술수준은 2007년에 비해 상당한 발전이 있었던 것으로 확인된다. 두 번의 분석기간에서 가장 많은 기술격차 해소가 있었던 분야는 해양신소재 개발 기술 분야로 분석대상 4년간 19%p의 기술성장이 있었으며, 해양생물기반기술 분야가 15%p, 해양생태환경 보전기술 14%p, 해양생물 생산기술 분야도 12%p의 기술격차 해소가 있었다. 이와 같이 짧은 시간에 각 분야별로 급격

**Table 4. Technology gap of Marine-biotechnology (Park 2012)** (% , %p)

R&D areas	2007 (A)	2011 (B)	B-A
Marine organism based tech	56%	71%	15%p
Marine organism production	56%	68%	12%p
New material Development	57%	76%	19%p
Conserving marine ecosystem	44%	58%	14%p

**Table 3. Four marine biotechnology areas and fifteen sub-areas in 「Blue-Bio 2016 Plan」**

Four areas	Fifteen sub-areas
Marine organism based tech	Marine bio-resources development and utilization, Marine organism Genome Utilization, Omics analysis and utilization, Marine bio-mechanism identification
Marine organism production	New marine organism cultivation, Marine disease control and monitoring, Mass production of marine bio-resources, Marine bio-safety
New material Development	Natural drug discovery, New industrial materials, New health supplements, Renewable bio-energy
Conserving marine ecosystem	Environmental change monitoring-forecast, Marine pollution control, Species diversity maintenance & ecosystem recovery

한 기술격차 해소가 있었던 것은 해양수산부를 중심으로 한 정부영역의 전략적인 R&D 투자와 관련 연구자들의 끊임없는 노력의 결과로 평가된다.

### 3. 해양생명공학 산업영역의 시장규모 예측

#### 2012년 기준 세계 해양생명공학 산업 시장 규모 예측

해양생명공학 산업의 중요성에도 불구하고, 해양생명공학 산업만을 타겟으로 하여 산업시장규모를 추정하고 있는 경우는 많지 않다. 관련한 선행연구 중에는 비록 소수 이기는 하지만, 관련연구들이 수행된 바 있다. 대표적으로 유럽과학재단(European Science Foundation)에서는 2010년 해양생명공학 산업이 4-5%의 연평균 성장율을 보이며, 2010년 기준 28억 유로의 글로벌 시장규모를 가지는 것으로 추정한 바 있다. 그리고 민간 시장조사 기관 중에서는 Biz Acumen, Global Industry Analysts(GIA), BCC research, Douglas-Westwood Limited, Philip M. Parker 등에서 시장규모 예측조사를 수행하였다. 동 분야에서 선행 연구들을 찾아보기 어려운 것은 해양생명공학 산업을 생명공학 산업의 한 범주로 구분하고 있는 세계적인 경향에 따른 것으로 판단된다. 현재 입수 가능한 자료들은 대부분 2008년과 2009년에 작성된 자료들이며, 세계 시장을 대상으로 하고 있을 뿐, 현재까지 조사된 보고서들 중에서는 우리나라를 대상으로 한 연구는 Global Industry Analysts와 Philip M. Parker의 시장보고서 두 자료를 제외하고서는 거의 찾아보기 어렵다. 향후 우리나라는 지속적으로 해양생명공학 분야에 대한 R&D 투자를 확대할 계획인데, 이와 관련한 정보의 미비는 효율적인 R&D 지원전략을 세우는 데 있어서 핵심적인 한계로 작용할 것이다. 따라서 이 연구와 같이 장기적 관점에서 해양생명공학 산업의 중요성을 확인하는 연구가 매우 중요할 것으로 판단된다.

이때, 현재와 미래의 특정 산업영역에 대한 가치를 추정하기 위해 사용할 수 있는 방법은 추세외삽법과 전문가 패널을 이용한 델파이조사법, 역사적 유추법, 시나리오기법 등 다양하다. 이 가운데 이 연구에서는 추세외삽법을 활용해 미래 해양생명공학산업의 시장규모를 추정한다. 이 연구에서 추세외삽법을 적용한 것은, 이 연구가 산업분야별로 작성된 시장보고서와 추정치들을 종합하고, 이의

연장선상에서 국내·외 산업시장 규모를 추정하는 방법을 적용하기 때문이다. 물론, 이외의 방법들을 활용할 수 있는 가능성이 전혀 없지는 않으나, 이외의 방법들은 대부분 관련분야에 대한 객관적이고 종합적 식견을 갖고 있는 다수의 전문가 확보를 필요로 한다는 문제가 있다. 즉, 델파이기법 등 전문가를 활용한 미래예측 방법은 기술영역 그 자체에 대한 전문성은 물론, 정책적 관점에서의 전문성과 경제적 관점에서의 전문성을 동시에 갖고 있는 전문가들로 하여금 미래시장을 예측하도록 하는 방법이 적용되어야 한다. 그러나 해양생명공학 산업 분야는 상대적으로 신생 산업분야로, 적합한 다수의 전문가들을 찾기가 쉽지 않다는 한계가 있다. 특히, 이후 살펴볼 수 있을 것이지만, 현재까지 우리나라에서는 해양바이오신약이나 해양바이오에너지 등에 대한 산업화 경험이 전혀 없기 때문에 전문가 평가를 통한 우리나라의 산업시장 규모예측이 쉽지 않다는 문제가 있다. 따라서 이 연구에서는 관련 문헌을 활용한 산업시장 변화의 추세를 활용하는 방법을 이용하여 장기 해양생명공학 산업시장 예측을 실시하였다. 그리고 이때, 적용한 원-달러 환율은 2012년도 평균 환율인 1,127원을 적용하였으며, 이하의 화폐단위 변환 시 일률적으로 적용하였다.

현재까지 수행된 선행연구들에 의하면, 2012년 기준으로 해양생명공학 산업분야의 세계 시장규모에 대한 추정치는 조사기관과 조건에 따라서 다양한 견해를 보이고 있는데, 이는 해양생명공학 산업에 대한 정의의 차이에서 기인되는 것으로 추정된다. 본 연구에서는 해양생명공학의 세계 시장규모 추정을 위해 우선 해외의 여러 조사기관의 데이터를 수집하였으며, 각 조사기관별로 연도별 산업규모 추정치를 정리해 보면 다음과 같다.

Table 5에서 조사 기관별 세계 해양생명공학 산업시장 규모 예측 결과를 살펴보면, 기관별로 차이가 있으나, 2012년 기준으로 많게는 약 56억 달러에서 적게는 약 36억 달러 정도로 추정된다. 또한, 조사 자료의 결과를 통해 확인되는 바와 같이 해양바이오 산업의 성장률은 대체로 5% 내외의 성장률을 보일 것이라 예측된다. 그리고 이와는 별도로 해양생명공학 분야의 세계 시장에서 우리나라가 차지하는 시장 점유율은 약 2% 정도 수준이다(Table 6).

세계 시장에서 우리나라가 차지하는 비중의 경우 앞서

Table 5. Global marine biotechnology market predictions

(\$ Millions)					
Source	Survey time	2009	2010	2011	2012
BizAcumen (2009)	2009	3,214.7	3,351.9	3,489.9	3,629.9
Global Industry Analysts (2008)	2008	3,320.9	3,463.9	3,605.9	3,750.4
Philip M. Parker (2009)	2009	5,094.6	5,272.8	5,458.5	5,652.1

Table 6. Domestic market share of Marine biotechnology industry

(\$ million)					
Source	Regional classification	2009	2010	2011	2012
Global Industry Analysts (2008)	Global	3,320.9	3,463.9	3,605.9	3,750.4
	Domestic	56.9	62.9	69.1	73.7
	Rate of Domestic	1.7	1.8	1.9	1.95
Philip M. Parker (2009)	Global	5,094.64	5,272.79	5,458.49	5,652.1
	Domestic	95.5	98.9	102.4	106.1
	Rate of Domestic	1.87	1.88	1.88	1.88

제시한 Global Industry Analysts와 Philip M. Parker의 시장보고서에서 확인되는데, 전자의 경우 우리나라의 비중을 1.9%로, 후자의 경우 1.88%로 예측해 상호 유사한 규모로 추정됨을 알 수 있다. 다만, 시장규모에 대한 평균치와 관계 없이 현재 해양생명공학 산업이 성장초기 단계로 현재의 시장규모는 타 산업에 비해 상대적으로 작으나, 성장잠재력이 매우 높은 산업이라는 점에 대하여는 일치된 견해를 보이고 있다.

**4. 산업분야별 해양생명공학 산업 시장 규모 예측**

본 연구에서는 해양생명공학 산업시장 규모를 장기적 관점에서 예측한다. 그리고 연구를 위해 확보한 자료의 특성에 따라서 2010년 기준으로 산업분야별 해양생명공학 산업시장규모를 정리하고, 앞서 제시한 해양생명공학 산업분야 분류에 따라서 각 분야별 산업시장규모를 예측하는 작업을 수행하였다. 이때, 활용한 추정기준은 다음과 같다. 첫째, 다수의 선행연구를 기초로 하되, 기존 선행연구에서 근거를 찾을 수 있는 경우를 우선시하여 판단한다. 다만, 관련 분야에서 다수의 근거문헌이 있는 경우 최근 문헌을 위주로 인용하였다. 둘째, 해양생명공학 산업의 분류기준(제약, 에너지, 소재, 기능성식품 및 화장품 산업 등)에 따라서 개별 분석 후 결과를 합산하되, 국내시장규모의 경우 합리적인 연도별 증가율을 감안하여 추정한다. 장기 해양생명공학 산업시장을 추정할 때, 문제가 되는 것은 국내 산업시장규모 예측이며, 본 연구에서는 관련 산업 영역에 대한 최선의 자료를 추출하여 추정에 활용하였다. 셋째, 분야별로 일부 추정이 어려운 산업영역의 경우 기존에 제안된 바 있는 합리적인 판단근거를 활용하여 추정하

였다. 넷째, 추정기간으로는 2010년과 2024년의 해양생명공학 산업시장규모를 추정하여 상호 비교한다. 이 과정에서 각 분야별로 상대적으로 더 큰 시장 성장률을 보이는 분야를 도출해 낼 수 있을 것으로 본다.

**제약산업 분야**

해양생명공학 분야의 제약산업은 해양생명자원을 이용해 인간의 질병을 예방하고 진단, 치료하기 위한 목적으로 사용되는 의약품을 개발하는 산업으로 해양천연물 유래 활성물질을 이용한 바이오 의약품개발에 관련된 산업을 포함한다. 이와 관련하여서 신뢰할 만한 자료로는 2011년 BCC 리서치에서 발간된 보고서가 있다. 이 보고서에 따르면, 2010년 기준으로 상품화된 신약의 개수는 8종으로 해양유래 신약의 세계시장 규모는 43억 달러로 보고되고 있다. 그리고 해양유래 신약의 개수는 2016년 15개로 증가할 것이 예상되며, 이를 통해 형성될 세계 시장규모가 86억 달러에 이를 것으로 추정되며, 2011년-2016년 사이 연평균 12.5%의 높은 증가율을 가질 것으로 예측되고 있다.

또한, 해양유래 신약시장이 연평균 12.5%로 2024년까지 지속적으로 성장한다고 가정하였을 때, 2024년의 세계 해양바이오 제약시장 규모는 약 220억 달러에 달할 것으로 판단된다. 이는 해양생물 유래 신약의 매출만으로 기존에 예측되었던 해양생명공학 세계 시장규모를 넘어서는 것으로 해양생명공학 산업의 엄청난 잠재력을 보여주는 결과이다.

이와 비교할 때, 우리나라에서는 아직까지 해양천연물 신약의 상품화 사례가 아직 없으며, 현재 진행중인 연구들도 대부분 유효물질 추출 단계에 머무르고 있는 것으로

Table 7. Global forecast for marine-derived drugs through 2016 (BCC Research 2011)

(\$ million)					
	2010	2011	2012	2016	CAGR(%) 2011-2016
Global market size	4,305	4,764	5,334	8,577	12.5
No. of Products	8	9	9	15	13.4

판단된다. 관련한 정부 R&D사업으로는 주로 “해양천연물신약연구단”에서 관련연구를 수행중이며, 지금까지 동맥경화, 비만, 당뇨 등 질환동물 모델에서 효능이 입증된 원천물질을 개발하고 있다.

육상 소재 천연물에서 어떤 약리활성을 가지는 천연물을 분리하여 의약품으로 개발하는 데에는 평균 8년 정도 소요된다는 점과(한국신약개발연구조합 2012), 해양생물에 대한 접근성이 육상생물에 비해 떨어진다는 점, 해양생물 활용을 위한 기반기술에 대한 연구가 아직은 초기단계라는 점 등을 감안하면, 2020년을 넘어서야 국내 최초의 해양바이오 신약 제품 출시가 가능할 것으로 예상된다. 이때, 국내 해양바이오 제약시장 점유율이 우리나라 제약시장의 세계시장 점유율과 유사할 것이라는 전제(2011년 기준으로 국내 제약시장 규모는 세계제약시장의 약 2%이며, 2024년의 점유율은 2-3% 정도로 가정)와 세계 해양바이오 제약시장의 2024년 추정치(약 220억 달러)를 종합한다면, 2024년 국내 해양바이오 제약산업의 규모는 약 4억 6천만-6억 8천만 달러(약 5,100억원-7,600억원) 정도로 추정할 수 있다. 또 다른 추정방법으로 현재의 해양바이오 제약시장에 대한 추정치(해양바이오 제약제품의 개수와 시장규모)와 국내에서 2024년까지 1-2개의 해양바이오 신약의 제품화가 성공한다는 전제를 종합할 때, 국내 시장규모를 5-12억 달러(약 5천억원-1조 3천억원) 정도로 예상할 수도 있다. 따라서 이와 같은 예상을 종합하면, 우리나라 해양바이오 제약산업의 규모는 대략 4억 6천만 달러-12억 달러(약 5,100억원-1조 3천억원) 수준으로 예측된다.

### 에너지 산업분야

해양바이오 에너지는 해양생물자원을 활용하여 생산할 수 있는 재생가능한 에너지를 뜻한다. 현재 해양바이오 에너지는 차세대 유용 에너지 자원으로 전 세계적인 관심을 받고 있으며 이는 고유가와 화석연료 고갈로부터 발생하는 에너지위기와(IEA 2011), 지구온난화 문제 등에서 비롯된 환경위기, 그리고 곡물가격 증가로 인한 식량위기에 그 배경이 있다. 바이오에너지와 관련한 연구는 육상자원에서 부터 얻은 소재를 활용한 연구가 먼저 진행되었는데, 육상자원의 한계점이 드러나기 시작하면서 해양산업과 접목시켜 해양자원에서부터 연료를 얻고자 하는 정책과 연구들이 전 세계적으로 시작되고 있다(현재 에너지원으로 사용되는 바이오매스의 99%가 육상생물에서 기원). 그리고 해양바이오 에너지 산업과 관련하여서는 거대조류를 이용한 바이오수소 및 메탄생산, 바이오에탄올 그리고 바이오디젤 생산 산업 등으로 구분될 수 있으나, 향후 산업 및 기술발전 정도에 따라서 신규 소재가 개발될 가능성이 높다.

해양바이오에너지 분야는 현재 시점에서 기술성숙 수준

등의 문제로 경제성을 갖추지 못하는 문제가 존재하나, 머지않은 장래에 수요가 급증할 가능성이 매우 큰 분야로, 미국, EU, 일본 등의 국가에서는 이를 감안하여 정부 주도의 기술개발과 보급이 이루어지고 있다. 이때, 해양바이오 에너지 생산의 기술에 대한 평가, 특히 경제적 가치 평가는 매우 어려운 것으로 알려져 있다. 그 이유는 해양바이오 에너지 생산기술은 2006년 이후 등장한 신규산업 분야로 집중적인 연구가 이루어지지 못하였을 뿐만 아니라, 5 ha 이상의 대양배양으로 scale-up 연구 및 경제성 분석의 경험이 없기 때문이다. 다만, 글로벌 컨설팅 회사인 SBI Energy는 조류 바이오연료의 시장규모는 2010년 기준 2억 7천만 달러(약 3,000억원) 정도로 평가되나 2010년-2015년 사이에 연평균 43%의 급속한 성장률을 보이며 2015년에는 16억 2천 7백만 달러(약 1조 8천억원)에 달할 것으로 예상한 바 있다. 그리고 이와 같은 급속한 성장세(연평균 43%)를 유지한다면, 2024년의 세계 시장규모는 166억 달러(약 18조 7천억원)에 도달할 것으로 추정된다.

다른 추정방법으로는 첫째, 세계 바이오에너지 시장이 현재 827억 달러 규모에서 2021년까지 1,853억 달러 규모로 두 배로 성장할 것이라는 예상(Pike Research 2011)과, 둘째, 2020년경에는 3세대 바이오매스가 바이오연료 세계 시장에서 약 15% 점유율을 차지할 것이라는 예측(양 2012)을 종합하면, 2024년의 세계시장 규모는 277억 달러(약 3조 1천억원)에 달한다는 추정도 가능하다. 따라서 이와 같은 추정을 종합하면, 해양 바이오연료 세계시장 규모는 대략 166억-277억 달러(약 18조 7천억원-약 31조 2천억원) 정도로 예측할 수 있다. 다만 위의 추정은 2024년 전후로 충분한 정도의 생산성과 대량생산체제가 갖추어져, 에너지 시장에 확산된다는 것을 전제로 한 것이다.

바이오에너지 시장이 발 빠르게 변화하고 있는 것과 비교할 때, 현재 국내에는 해양조류 등에 기반한 바이오 에너지가 상업화 된 사례는 많지 않다. 따라서 바이오 에너지의 국내시장 규모를 추정하기 위한 추정방법으로는 첫째, 바이오 연료의 세계시장 점유율을 적용하여 추정하는 방법과, 둘째, 정부의 규제(의무혼합비율 등) 및 지원정책(보조금 지급 등)이 해조류 바이오연료시장 성장의 주요 요소라는 전제로 국내시장규모를 추정하는 방법이 추정의 근거로 활용될 수 있다. 우선 바이오 연료 시장 점유율을 이용하는 경우 현재 바이오연료의 세계시장 점유율은 0.2%에 불과하나, 투자의 대폭 증가 등을 통해 정부는 2015년 1%, 2030년 5% 수준의 시장점유율을 기대하고 있다. 그리고 해양바이오 에너지 산업의 세계 시장규모를 166-277억 달러 규모로 추정하고, 국내시장의 세계시장 점유율을 2% 수준으로 가정하면, 국내시장 규모는 3.32-5.54억 달러(약 3,600억-6,000억 원) 정도로 추정할 수 있다.



또한, 신재생 바이오 연료의 보급은 정부의 지원책 및 규제에 따라 시장형성이 크게 좌우될 수 밖에 없는 분야 이므로, 향후 실시 예정인 신재생에너지 의무혼합제도 (RFS: Renewable Fuel Standard)의 시행계획을 전제로 시장규모를 추정할 수도 있다. RFS는 수송용 연료의 공급대상자(의무대상)로 하여금 자신이 공급하는 수송용 연료의 일정량(의무량)을 신재생에너지로 공급하도록 의무화하는 제도이다. 정부가 시행하려는 신재생에너지 의무혼합제도는 2014년을 시작으로 바이오디젤부터 우선 의무 혼합하는 방안이 유력한 것으로 알려져 있다(혼합비율은 최초 2.5%로 시작하여 최종적으로 5% 수준까지 높일 예정). 따라서 현재 자동차 경유 소비량과 미래의 해양바이오에너지 점유율을 적용하면, 2024년 기준의 바이오에너지 시장 규모를 예측할 수 있을 것으로 본다. 에너지경제연구원 국가에너지통계종합정보시스템(<http://www.kesis.net>)의 육상 수송 부문 경유 사용량 통계에 따르면, 현재 자동차 경유 소비량은 2011년 기준 약 100,846 천배럴이며, 경유사용량의 5%를 바이오 디젤이 대체한다면 이는 약 8억리터로 시장가격(소비자가격)으로 약 1조 5천억원 규모이다(전체 경유사용량은 2011년과 동일한 수준인 것으로 전제). 따라서 2024년에 국내 해양 바이오연료가 전체 바이오디젤 중 20-40% 정도를 대체한다고 가정하면 약 3천억-6천억원의 시장규모를 형성할 것으로 추정할 수도 있다. 그리고 해양수산부는 2030년까지 연간 5백만TOE의 바이오디젤을 생산하여 바이오에너지 중 48.3%를 생산하고자 하는 목표를 설정한 바 있으므로, 이와 같은 가정은 충분한 타당성을 갖는다.

**기능성식품분야**

해양유래 기능성 식품으로는 정제어유, 키토산, 스쿠알렌 등이 대표적으로 손꼽혀왔으며, 최근 들어 그 종류도 다양해지고 원료도 다양화 되고 있다. 그리고 최근의 고령화 및 Well-being 문화 확산으로 인해 기능성 식품 시장은

지속적으로 성장할 것으로 예측된다. 해양유래 기능성 식품의 경우, 1960년대 클로렐라의 대량 생산 이후 기능성 식품 분야를 중심으로 해양 조류의 산업화가 이루어져 왔으며, 조류에서 색소와 염료를 추출하거나, 어류 양식용 사료로도 생산되고 있다. 특히, 조류에서 생산한 오메가-3 제품은 물고기에서 추출한 제품 대비 중금속 오염가능성이 낮고 식물성 제품이라는 점이 소비자에게 어필되고 있다.

해양유래 기능성 식품 시장을 별도로 추정하고 있는 통계데이터를 확인할 수 없으나, 세계 건강기능식품 시장과 해양바이오 산업이 전체 바이오 산업시장에서 차지하는 비중을 통해 해양유래 기능성 식품 시장에 대한 대략의 추정이 가능하다. 이때, 세계 건강 기능성 식품시장 규모는 통계기관별로 다소 차이가 있으나, NBJ(The Nutrition Business Journal)의 2012년 추정결과에 따르면, 2010년 기준으로 약 3,000억 달러 수준이며, 연평균 성장률은 약 6.7%로 나타난다. 이때, 해양바이오 산업이 전체 바이오 산업 시장의 5% 내외임을 추산하면, 2010년 기준으로 해양유래 기능성식품 시장의 규모는 약 150억 달러라고 추정된다.

이와 비교할 때, 2012년 식품의약품 통계연보에 의하면, 우리나라의 건강기능식품 산업 총생산액은 2011년 기준으로 약 1.4조원으로 파악된다. 또한, 바이오푸드 네트워크(2011)의 조사결과에 의하면, 우리나라 기능성 식품 시장의 해양생물 유래 건강기능식품 비중은 약 20% 정도이며, 이를 적용할 경우 2010년 국내 시장규모는 약 1.8억 달러(약 2천억 원) 규모로 파악할 수 있다.

또한, 2010년 세계 해양유래 기능성식품시장 규모와 연평균 성장률을 감안하면, 2024년 기준 세계 해양유래 기능성식품 시장규모는 약 332억 달러 수준으로 추정된다. 이때, 세계 기능성식품 연평균 성장률은 6.7%를 적용하였다. 물론, 최근 건강기능성 식품 시장의 성장률은 이보다 높을 것으로 추정되나, 본 연구에서는 과다추계의 오류를

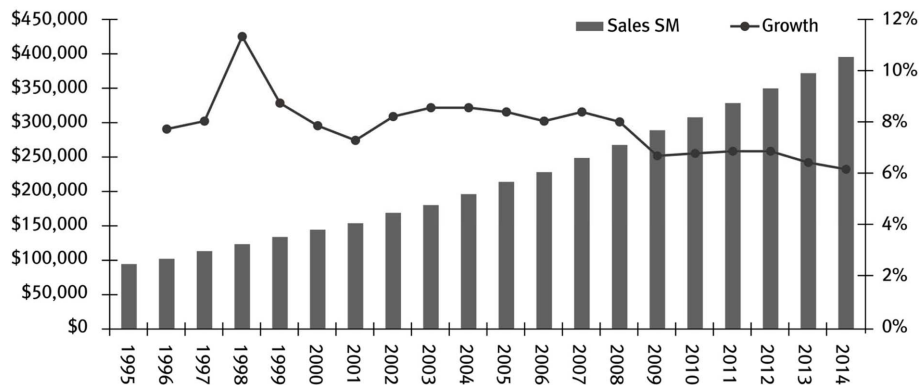


Fig. 2. Global functional foods industry 1995-2014 (NBJ 2012)

**Table 8. Functional foods market structure in Korea (Bio-foods Network 2011)**

	Ingestion rate (Multiple responses)	Purchase rate (Multiple responses)	Amount rate
Ginseng	44.7	44.6	46.8
Vitamin	36.3	36.1	13.4
Omega3	23.9	22	9.9
Glucosamine	10.9	9.4	5
Aloe	5.5	5.6	4.9
Calcium	12.8	13.1	3.5
Chlorella	4.1	4.1	2.9
Fiber	2	2.4	2.3
Squalene	2	2	2.3
Gamma-Linolenic Acid	3.7	3.6	1.6

※Shadow : Marine-derived functional foods area

막기 위해 최소한의 연평균 성장률 적용하였다. 또한, 2010년 기준 세계 해양기능성식품 시장에서 국내 시장이 차지하는 비율(약 1.4%)이 2024년에도 동일하게 적용된다고 가정 하였을 때, 2024년 국내 해양유래 기능성식품 시장규모는 약 4.7억 달러 수준으로 추정된다.

#### 기능성화장품분야

기능성 화장품이란 일반적으로 세정과 미용의 목적 이외에 특수한 기능이 부가된 화장품을 의미한다. 기능성 화장품 산업에서는 식물 추출액이 가장 많이 이용되고 있으나, 최근 들어 해양유래 소재를 화장품에 응용하려는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 현재 해양에서 얻어진 생리활성물질들은 7,000종이 넘고 있으며, 스킨나 해양심층수, 철갑상어의 알인 캐비어 등을 활용한 제품 개발이 이어지고 있다. 특히 해외에서는 이미 해양요법(Thalassotherapy) 제품들이 명성을 얻고 있으며, 해조, 바닷물, 바다 진흙을 기본으로 한 다양한 해양요법 화장품이 출시되고 있다.

한국보건산업진흥원에서 Datamonitor (2012)의 조사결과를 인용한 세계 화장품 시장 동향분석 결과에 의하면, 2010년 세계 화장품시장 규모는 234 십억 달러로 전년 225 십억 달러보다 3.9% 증가하고 있다. 이는 향후에도 지속되어 세계 화장품 시장 규모는 꾸준한 증가세를 보일 것으로 전망된다.

이 중 천연물소재 화장품 산업의 점유율을 25%로 추정하면, 천연물유래 기능성화장품 시장은 2010년 기준 607억 달러의 시장규모를 가지며, 전년대비 성장률은 3.9%이다. 따라서 전체 바이오 시장의 5%가 해양 바이오산업임을 감안하여 추산하여 보면, 2010년 해양바이오산업의 기능성화장품 분야는 30억 달러 규모의 시장으로 예측되고 2024년 51억 달러의 시장 규모를 가질 것으로 예측된다.

세계시장과 마찬가지로, 현재 국내 해양바이오 기능성 화장품에 대해 직접적으로 조사한 자료는 파악되지 않고 있다. 다만, 국내 화장품 시장의 국내 점유율을 추정하면 대략 2% 수준으로 평가할 수 있다. 따라서 2010년 기준 국내 해양바이오 산업의 기능성 화장품 분야는 약 0.6억 달러로 추정된다. 다만, 현재 우리나라가 해양바이오 기술의 도입단계이고 투자가 계속되고 있을 뿐만 아니라, 화장품 시장이 지속적인 성장세라는 점을 감안하면, 해양바이오 기반 소비재 시장에서 우리나라의 점유율이 향후 4%대 까지도 가능하리라 판단할 수 있다. 따라서 이와 같은 점을 감안할 때, 2024년 우리나라의 해양바이오 기능성 화장품 분야의 시장규모는 2억 달러 수준으로 추정할 수 있다.

#### 5. 산업분야별 해양생명공학 산업 시장 규모 예측결과 요약 및 함의

##### 시장 규모 예측 결과 요약

본 연구에서는 해양생명공학 산업을 분야별로 구분하여 각 산업분야별 시장규모를 합리적인 기준을 적용하여 추정하였다. 해양생명공학 산업 분야별 시장규모를 정리하면 Table 10과 같다.

분석 결과를 살펴보면, 2010년 기준의 세계 해양생명공

**Table 9. Regional cosmetics market trend (Datamonitor Personal Care Market Data 2012)**

	2006	2007	2008	2009	2010	Growth rate (2009-2010)
Europe	76.9	80.0	82.6	84.7	86.7	2.4
Asia/Pacific	62.8	66.0	69.3	72.3	76.3	5.5
North America/Central and South America	55.7	58.3	60.3	62.4	64.7	3.7
Middle East/Africa	4.7	5.1	5.5	5.9	6.3	6.8
World total	200.1	209.4	217.7	225.3	234	3.9

(\$ billion, %)

Table 10. Summary of results

(\$ 100million)

Industrial area	2010		2024	
	Global	Domestic	Global	Domestic
Medicine	53	0	220	4.6
Energy	2.7	0	166	2.6
Functional foods	134	1.8	332	4.7
Personal care	30	0.6	51	2
Total	219.7	2.4	769	13.9

학 산업시장 규모는 약 219.7억 달러 수준으로 추정되었으며, 2024년에는 769억 달러 수준으로 약 3.5배 가량 증가할 것으로 예상된다. 또한, 추정결과에 대하여 추가로 고려해야 하는 것은 앞서 제시한 2012년의 해양생명공학 산업규모 추정치와 본 연구에서 추정한 2010년 기준의 추정치가 일치하지 않는다는 것이다. 앞서 Table 5와 Table 6에서 추정된 해양생명공학 산업분야 시장규모에 대한 추정치는 2010년 기준 최대 53억 달러를 넘지 않으나, 본 연구에서 추정한 2010년 기준의 산업규모 추정치는 200억 달러를 넘는 규모이다. 이처럼 추정치가 다르게 나타나는 이유는 다음과 같다. 우선, 기존 추정자료는 제약 산업 영역이 과소추정 되었다. 앞서 전체 해양생명공학 산업시장을 추정하는 데 있어서 대부분의 기관보고서는 제약시장 규모를 추정에서 누락한 것으로 판단되는데, BizAcumen (2009)의 경우 제약산업 시장을 19억 달러규모로 추정한 바 있다. 또한, 기능성화장품과 기능성 식품의 경우 전세계적으로 해양생명공학 산업분야에 대한 시장조사가 적절히 이루어지지 못하고 있어서 BizAcumen (2009)과 Global Industry Analysts의 경우 두 산업을 합해 2010년 산업시장을 약 12억달러 수준으로 과소 추계한 경향이 있다. 물론, 본 연구에서 추정한 2010년 기준 164억 달러의 시장규모 수준은 일부 중복추계를 통한 과다추계 경향이 있을 수는 있으나, 전체적으로 과다추계로 인한 문제는 전체의 최대 20% 범위를 넘지 않을 것으로 판단된다.

물론, 본 연구에서의 산업시장 규모 추정결과가 일부 영역 간 중복에 의해 다소 과다하게 추계되었을 가능성을 배제할 수는 없지만, 장기적 관점에서 해양생명공학 분야의 중요성이 지속적으로 증가하고 있는 경향을 고려하면, 과다추계 수준은 크지 않을 것으로 본다. 또한, 그와는 별개로 각 산업별 변화 경향을 고려한 산업시장의 변화를 살펴보는 것에는 크게 문제가 없을 것으로 판단된다.

분석결과를 통해 확인된 바와 같이 세계 해양생명공학 산업시장은 향후 10년간 급속한 증가추세를 보일 것으로 판단되며, 그 증가율은 다른 어떤 산업영역에 비해서도 클

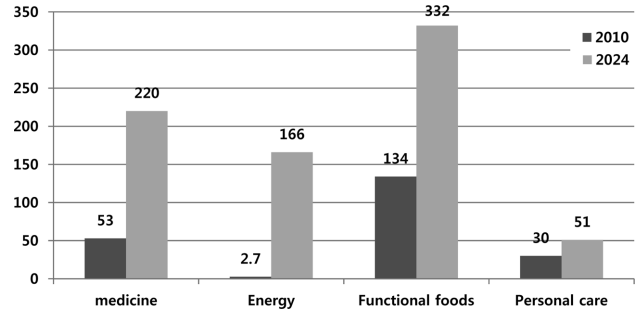


Fig. 3. Marine Biotechnology market trend (Global)

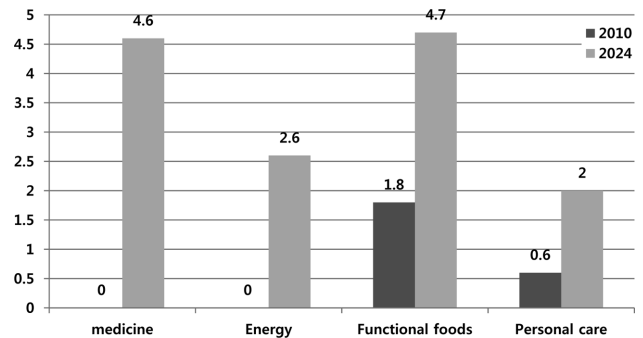


Fig. 4. Marine Biotechnology market trend (Domestic)

것으로 판단된다. 그리고 각 산업분야별 시장변화 동향을 살펴보면 다음 Fig. 3과 같다.

세계 시장규모 측면에서 상대적으로 큰 폭의 증가율이 예상되는 영역은 바이오 에너지 분야로 판단된다. 전체 분야별 시장규모 측면에서 해양바이오 에너지 산업은 기능성식품산업과 제약 산업에 비해 총 산업시장 규모는 적은 편이지만, 증가율 면에서는 동 기간 동안 약 61.5배 이상이 예상된다. 그리고 다음으로 높은 증가율을 보일 것으로 예상되는 분야는 제약산업 분야로 같은 기간 동안 약 4.2배의 성장이 예상되며, 기능성식품 분야의 경우 2.5배 수준의 증가가 예상된다.

같은 방법으로 우리나라 국내 시장규모의 변화를 살펴보면 Fig. 4와 같다.

Fig. 4에서 우리나라 해양생명공학 산업시장의 경우 2010년에는 제약 산업과 에너지 산업의 산업시장이 거의 형성되어 있지 않다. 반면, 2024년에는 해당산업의 시장규모가 각각 4.6억 달러와 2.6억달러 규모로 형성될 것으로 예상된다. 해양생명공학 산업시장에 대한 전체 시장규모는 2010년 대비 2024년에 약 5.8배 증가할 것으로 예상되어, 동 분야에 대한 산업적, 정책적 중요성이 매우 크다고 판단된다. 물론, 이와 같은 예상은 향후 해양생명공학 분야에 대한 적극적이고도 공격적인 R&D 투자전략이 수행된다는 가정 하에 가능한 것이다.

### 분석결과를 통한 정책적 함의

세계 해양생명공학의 역사는 그리 길지 않다. 그리고 이는 결과적으로 노력여하에 따라서 후발주자라도 얼마든지 해양생명공학사업을 통한 글로벌 성과제고가 가능함을 의미한다. 특히, 생명공학 산업은 정보통신, 마이크로 기술과 더불어 21세기 3대 기술의 하나로 주목받고 있으며, 그 가운데에서도 해양생명공학 사업의 미래는 매우 밝다고 할 수 있다. 미래사회에 대한 글로벌 트렌드 역시 우리나라의 미래발전을 위한 해양생명공학 산업의 중요성을 피력하고 있다. 따라서 최근 선진국들은 해양생명공학 산업의 중요성을 깊이 인식하고, 산업·경제적 측면에서 해양생명공학 산업 분야의 국제경쟁력 확보를 위해 동 분야에 대한 전략적이고 공격적인 R&D 투자를 지속하고 있는 실정이다.

해양생명공학 산업 분야는 특징적으로 해양천연물 또는 해양생물에서 기원한 신약개발 혹은 고분자물질, 화학소재 등을 생산하는 산업으로 그동안 선진국에서도 적합한 수준의 투자가 이루어지지 않은 분야이다. 따라서 공격적이고 전략적인 R&D 투자를 통해 우리나라가 전 세계를 주도할 수 있는 몇 안되는 첨단 산업분야가 해양생명공학 산업분야이다. 이를 위해서는 해양생명자원의 적합한 활용을 위한 다양한 연구개발 사업을 기획하고 수행하는 국가정책적 관점에서의 전략적 접근이 요구되며, 해양수산부가 지원하는 해양생명공학사업 등 범부처 관점에서의 각별한 관심이 필요하기도 하다.

해양생명공학 산업영역은 다른 산업영역에 비하여 정부의 주도적이고 적극적인 개입이 무엇보다 중요한 분야이다. 이는 해양생명공학 산업은 그 본연의 특성으로 인해 중앙정부의 적극적인 개입이 없이 민간영역에만 의존할 경우 반드시 시장실패가 발생할 수밖에 없는 산업영역이기 때문이다. 앞서 논의한 바와 같이 해양생명공학 분야의 R&D 수행을 위해서는 해양이라는 극한환경 속에서 기초 소재를 확보해야 하므로, 높은 초기투자비용이 요구된다. 또한, 상용화에 대한 불확실성과 초기 산업분야라는 특성으로 인해 민간영역에서는 적합한 수준의 R&D 투자를 하기가 쉽지 않다. 따라서 이를 시장에 의존할 경우 과소공급으로 인한 시장실패가 발생하게 된다. 즉, 해양생명공학 사업은 대규모 외부경제효과와 파급효과를 보유하고 있어 공공영역의 역할이 강조되어야 하는 분야이다. 또한, 성공할 경우 매우 높은 부가 가치를 창출할 수 있는 분야로 정부차원의 집중 육성이 필요하며, 타 산업영역에의 기술파급효과가 매우 높을 뿐만 아니라 신산업 창출 과정에서 대규모 고용촉진효과가 기대되기도 한다. 따라서 동 분야에 대한 투자 확대는 2013년 출범한 신정부의 국정운영기조를 달성할 수 있는 최적의 연구개발 투자 분야로 성공적인 사업수행을 위해서는 보다 적극적이고 공격적인

R&D 전략의 수립과 집행이 필요하다.

## 사 사

이 논문은 해양수산부의 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구(차세대 해양생명공학 사업 추진방안 연구-PM57320)입니다. 또한, 논문을 세심하게 검토해 주신 심사위원님들께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 교육과학기술부 (2011) 2011 생명공학백서. 교육과학기술부, 11-1341000-001923-11, 154 p
- 국가과학기술위원회 (2013) 2013년도 BT 예산(안) 주요내용. In: 제38회 생명공학정책연구포럼 “2013년 정부의 바이오 주력사업과 투자방향”, 발표자료집, 팔레스호텔, 서울, 2013년 1월 9-10일, pp 29
- 국토해양부 (2008) Blue-Bio 2016 세계일류 해양기술강국 실현을 위한 해양생명공학육성기본계획('08-'16). 국토해양부, 11-1611000-000163-13, 56 p
- 바이오푸드 네트워크 (2011) 건강기능식품 소비자 실태 및 시장구조 조사. 한국건강기능식품협회, 서울, 394 p
- 생명공학정책연구센터 (2004) 해양바이오산업. <http://www.bioin.or.kr/board.do?bid=industry&cmd=view&num=115759> Accessed 02 Apr 2013
- 양지원 (2012) 바이오매스 기술의 발전과 미세조류 기반의 바이오에너지 기술 전망. 에너지논단. <http://www.insightofgscaltex.com/?p=25047#> Accessed 02 May 2013
- 에너지경제연구원. 국가에너지통계종합정보시스템. <http://www.kesis.net> Accessed 22 May 2013
- 이흥동 (2001) 해양생명공학산업의 현황과 활성화 방안 연구. 월간 해양수산 204:13-28
- 한국신약개발연구조합 (2012) 한국 제약산업 연구개발 백서. 한국신약개발연구조합, 서울, 44 p
- 한국해양과학기술진흥원 (2009) 해양생명공학육성 세부 실행계획 수립을 위한 기획연구. 국토해양부, 93 p
- Bator FM (1958) The anatomy of market failure. Q J Econ 72(3):351-379
- BCC Research (2011) Global markets for marine-derived pharmaceuticals. Wellesley, PHM101A, 179 p
- Biz Acumen (2009) Marine biotechnology - worldwide trend. Nicolas Bombourg, 4 p
- Brad KC (1996) Biomedical potential of marine natural products : marine organisms are yielding novel molecules for use in basic research and medical applications. Bioscience 46(4):271-286
- Costanza R, d'Arge R, Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill R, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P, van den Belt M (1997) The value

- of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* **387**(15):253-260
- Datamonitor (2012) Personal Care Market Data. Datamonitor, CM00194-030, 29 p
- Deborah M (2012) Marine Bio-Technologies Center of Innovation. In: 2012 Economic Outlook conference : moving forward with Biotech, University of North Carolina Wilmington, Wilmington, 9 Oct 2012, 53 p
- Esther EL, Akkerman I, Koulman A, Koulman P, Kamerlings P, Reith H, Barbosa MJ, Sipkema D, Wijffels RH (2003) Realizing the promises of marine biotechnology. *Biomol Eng* **20**(4):429-439
- European Science Foundation (2010) Marine Biotechnology: A New Vision and Strategy for Europe. European Science Foundation, Marine Board-ESF Position Paper 15, 91 p
- Global Industry Analysts (2008) A global strategic business report : marine biotechnology. Global Industry Analysts, 295 p
- IEA (2011) Algae as a Feedstock for Biofuels : an Assessment of the Current status and Potential for Algal Biofuels Production. IEA, IEA Bioenergy Task 39, 23 p
- Kennedy P (1993) Preparing for the Twenty-First Century. Harper Collins, London, 3 p
- KIM SG (2012) The impact of institutional arrangement on ocean governance: international trends and the case of Korea. *Ocean Coast Manage* **64**:47-55
- Krugman P, Wells R (2006) Economics. Worth Publishers, New York, 864 p
- Ledyard JO (2008) Market failure. In: The New Palgrave Dictionary of Economics. Second Edition. Steven ND and Lawrence EB. Palgrave Macmillan (eds) The New Palgrave Dictionary of Economics Online. Palgrave Macmillan, Basingstoke, UK, pp 7344. doi:10.1057/9780230226203.1029
- NBJ (2012) NBJ's Global Supplement & Nutrition Industry Report. Nutrition Business Journal, 351 p
- OECD (2012) The Future of the Ocean Economy : Exploring the prospects for emerging ocean industries to 2030. Revised Draft. 14 Dec 2012. <http://www.oecd.org/futures/Future%20of%20the%20Ocean%20Economy%20Project%20Proposal.pdf> Accessed 16 Apr 2013
- Park KY (2012) Blue Renovation Green Growth, Core of Green Growth, Marine Biotechnology. <http://www.oecd.org/sti/biotech/Session%205%20Park.pdf> Accessed 15 Apr 2013
- Philip M. Parker (2009) The 2009-2014 World outlook for marine biotechnology. INSEAD. 9 p
- Pike Research (2011) Global Biofuels Market Value to Double to \$185 Billion by 2021. <http://www.navigantresearch.com/newsroom/global-biofuels-market-value-to-double-to-185-billion-by-2021> Accessed 02 May 2013
- Rachael JR (2013) Policy to support marine biotechnology-based solutions to global challenges. *Cell* **31**(3):128-131
- Rosalee S, Morrissey MT (2007) Marine biotechnology for production of food ingredients. *Adv Food Nutr Res* **52**:237-292
- Surajit D, Lyla P, Khan SA (2006) Marine microbial diversity and ecology: importance and future perspectives. *Curr Sci India* **90**(10):1325-1335
- William F (1997) New pharmaceuticals from marine organisms. *Trends Biotechnol* **15**(9):339-341

---

*Received May 16, 2013*

*Revised Jun. 11, 2013*

*Accepted Jun. 13, 2013*