

## Article

## 남태평양 해양의 잠재력과 우리나라의 새로운 연구개발 투자 분야에 대한 고찰

권문상<sup>1</sup> · 노재훈<sup>2</sup> · 이미진<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>한국해양연구원 해양과학기술정책연구센터

<sup>2</sup>한국해양연구원 해양환경연구본부  
(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29호

### An Overview of Potentials in the South Pacific and the New R&D Investment Challenges

Moon Sang Kwon<sup>1</sup>, Jae Hoon Noh<sup>2</sup>, and Mijin Lee<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ocean Policy Center, KORDI

<sup>2</sup>Marine Environment Research Department, KORDI  
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea

**Abstract :** With the draining of land resources, and rising new economic and resources expansionism, finding a new and yet to be developed 「treasure」 is often a fierce and competitive challenge among many nations. This is especially true for Korea confronted with its urgent needs to find new resources and strategy to maintain the current pace of societal demand and economic development in this often impatient and rapidly progressing world. The ocean world in the South Pacific provides potentials to quench both orders with promises of new 「treasures」 of living and ecosystem resources such as new fisheries and new bioactive products as well as providing alternative aesthetic, recreational resources and critical informations on various societal problems such as extreme weather conditions and early warning of the consequences resulting from global environmental changes.

**Key words :** 남태평양(South Pacific), 생물자원(living resources), 해양생태계(marine ecosystem), 종다양성(biodiversity), 산호(corals)

## 1. 서 론

남태평양은 역사적으로나 지질학적 및 생물학적으로 매우 독특한 조화를 보이는 지역으로서 약 30,000,000 km<sup>2</sup>가 넘는 방대한 해양공간을 차지하고 있다(UNEP 1999; Table 1). 또한 지구표면의 70%를 넘는 해양에서 서식하고 있는 생물종 중에서 80% 정도는 이 지역 해양에만 존재하고 있으며 세계 어느 곳에서도 볼 수 없는 많은 독특한 생물종들을 남태평양은 보유하고 있다(Commonwealth

of Australia 2004). 이러한 방대한 남태평양 지역에서의 다양한 해양생물자원과 넓은 해양공간의 개발은 남태평양과 근접하고 있는 우리나라로서는 거리적으로나 접근성만을 따져보아도 실현가능한 미래산업 중 하나라 생각된다(Fig. 1).

남태평양의 해양환경은 아직 탐사나 개발이 활발하게 진행되지 않아 희귀하고 다양한 잠재력을 지닌 생물자원이 풍부하게 존재한다. 이러한 생물자원을 보유하고 있는 남태평양의 대표적인 해양환경으로는 다양한 산호초 시스템, 열대우림과 같은 홍수림, 잘 발달된 잘피밭, 가장 큰 참치어장, 가장 깊은 해양해구 등을 들 수 있다. 이러한

\*Corresponding author. E-mail : cmlee@kordi.re.kr

Table 1. Comparison of small island regions (numbers from a mixture of sources and indicative only. Source: SPC 2002. CFP Strategic Plan 2002-5).

Caribbean	SPC Area	Indian Ocean	Atlantic tropic	
23	22	9	2	Number of countries & territories
10	8	4	0	Number of territories
9,660	5,720	3,510	969	Average GDP per head US\$
5,164	1,081	5,647	1,748	Average aid per head US\$
31.17	14.67	35.13	53.10	Average % land use for agriculture
35,326,523	6,584,050	20,848,956	559,880	Total population of region
2,093,000	29,523,000	3,617,800	917,600	Total EEZ area of states km <sup>2</sup>
20.50	53.78	17.98	15.23	Average national non-tuna fish catch per head
1.95	13.04	68.17	2.47	Average nat. tuna fish catch per head
3.49	0.12	1.43	0.09	Total indicative fish catch per km <sup>2</sup> EEZ

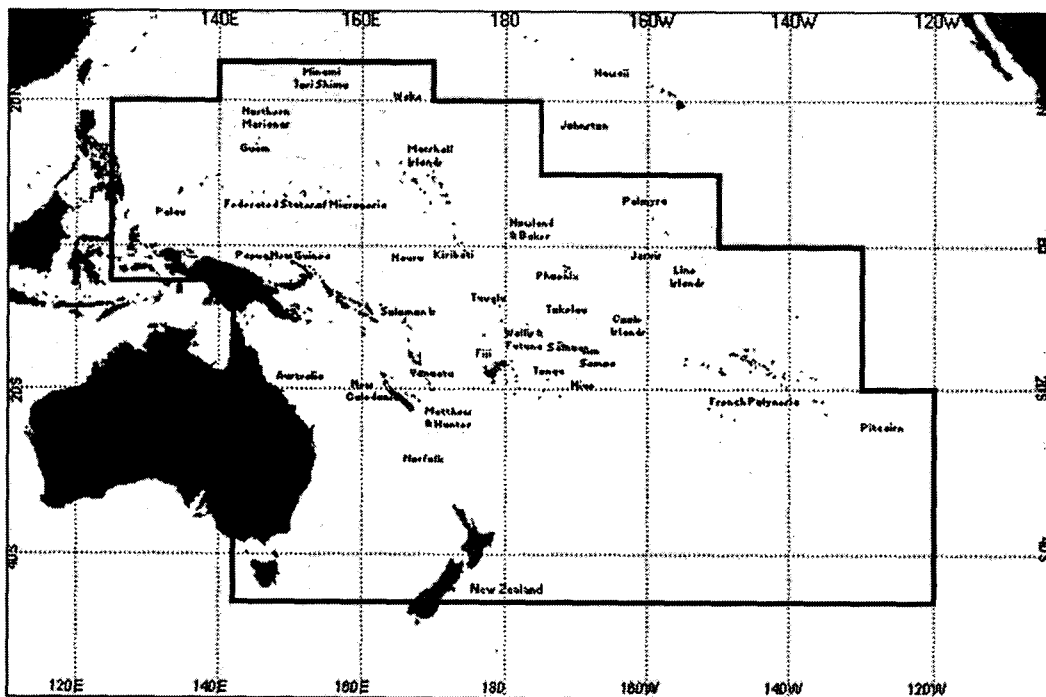


Fig. 1. EEZs of south Pacific island countries and territories, and the Secretariate of Pacific Community (SPC) statistical area (Source: FAO 2002a).

다양한 생태계에는 고래, 바다거북, 해우, 염수악어 등 멸종위기종들도 비교적 높은 개체수를 보이고 있다. 또한 다양한 종류의 생태계로 인해 산호와 그 외 생물종들의 다양성이 대단히 높다(Fig. 2).

이러한 해양환경에서 서식하고 있는 해양생물자원은 엄청난 생산성과 풍부한 유전자원을 가지고 있다. 대기가스의 균형을 조절하고 이산화탄소를 격리시키며 모든 해양생물의 기초가 되고 해양생태계의 기본이 되는 작은 식물플랑크톤에서부터(Scripps 2002), 연안을 보호하고

다양한 생물종의 생태시스템을 형성하는 산호(NOAA 2005), 세계 수산업이 의지하고 있는 원양어류에서부터(FAO 1997, 2002b) 미래의 생명공학에 기여할 중요한 자원가능성을 보유한 심해 열수지역의 생물군집(Broad 1997)에 이르기까지 다양하다(Fig. 3). 남태평양의 높은 해양생물다양성 또는 생태다양성 자원은 우리에게 절실히 필요한 경제적, 환경적, 심미적, 문화적 이익을 창출하여 주는 무궁한 잠재력을 지닌 채 우리에게 연구대상지, 개발대상지를 제공하고 있다. 하지만, 비교적 청결하고 다

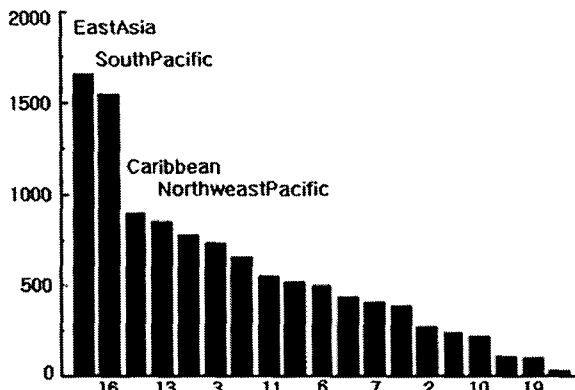


Fig. 2. Species richness and endemism in groups assessed in Regional Seas areas(Y axis shows numbers of species. X axis refers to regions as follows; 2 Mediterranean, 3 North Atlantic, 4 Caribbean, 6 West & Central Africa, 7 South Africa, 10 Kuwait, 11 South Asia, 12 East Asian Seas, 13 Northwest Pacific, 16 South Pacific, 19 Arctic (Source : Groombridge and Jenkins 1996).

양한 가능성을 보여 주고 있는 남태평양도 기후변화, 도시화 및 문명화로 인한 환경과파 등으로 이용가능성이 완전히 파괴되거나 개발이 되기 전에 파괴될 수 상황에 처해 있다. 따라서 연구 및 개발 대상지로서 잠재력 평가의 빠른 추진이 요구되고 있다(Swanson and Luxmore 1997; UNEP 1999).

## 2. 해양 생물자원과 그 서식 해양생태계의 잠재적 가치

UNEP(2004)에서 발표한 열대해역현황에 의하면 일반적으로 열대산호초는 109개 국가의 바다와 접하고 있으며, 연안지역에 거주하고 있는 지역주민들을 파도와 태풍의 위험으로부터 보호하는 완충제 역할을 수행하고 있다. 산호초 지역은 바다면적의 0.5%만 차지하고 있지만 적어도 90% 이상의 해양생물종들이 산호초 지역과 직·간접적으로 연계되어 서식하고 있다. 또한 세계적으로 총 4,000여종의 산호어류들이 있는데 이것은 현재 알려진 해양어류의 1/4이나 되는 숫자이다. 더욱이 열대 홍수림 지역은 85%의 상업적 어류종들의 사육장으로서의 역할을 수행하고 있다. 산호초 지역이나 홍수림 그리고 잘피밭과 같은 중요한 해양생태서식지를 보호하고 보전하는 것과 관련된 연구활동은 수산자원을 증가시켜 상업적, 생계적 어업활동 모두에 이익을 가져다준다(Talbot and Wilkinson 2001; UNEP 2004).

남태평양 해역에서 어종을 포함한 해양생물자원의 개발은 해양을 사용하고 활용하는데 가장 근본적이고도 직접적인 가치를 제공하는 부분이다. 또한, 우리에게 이익을 줄 수 있는 어류종 개발이나 새로이 부각되는 해양생물을 이용한 의약품 개발 등의 직접적 가치외에도 Table 2와 Fig. 3에서 언급한 간접적 가치의 혜택도 높아질 것이다. 동시에 남태평양은 열대해역으로서 해양생태 및 기후변

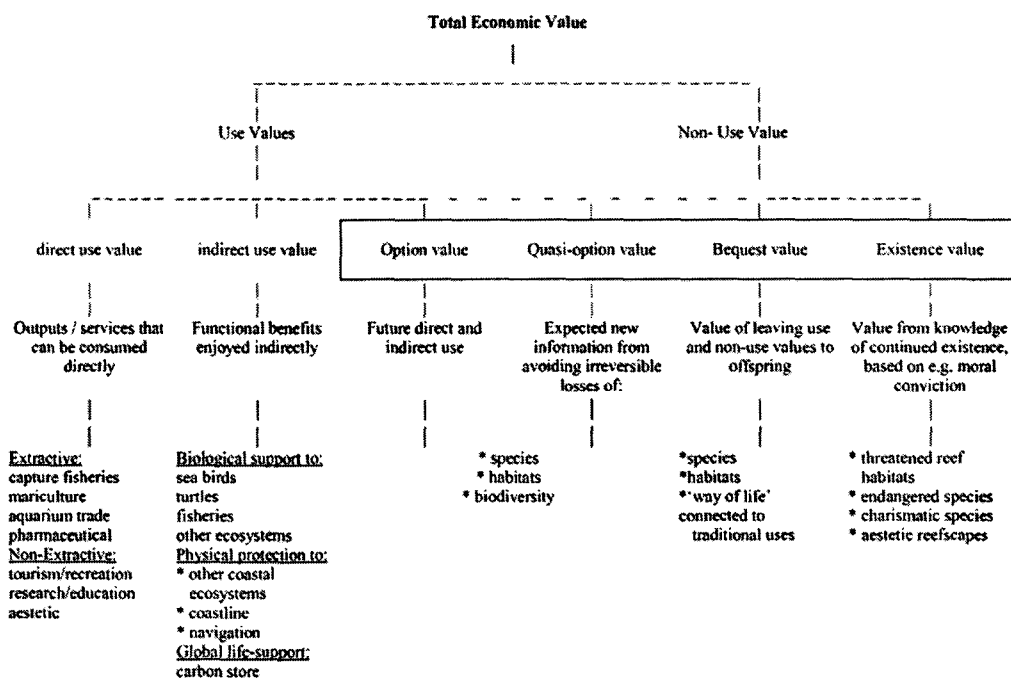


Fig. 3. Total economic value and attributes of economic values for coral reefs (source: Barton 1994).

Table 2. Services and goods provided by coral reef ecosystem (Source : Moberg and Folke 1999).

Goods		Ecological services					
Renewable resources	Mining of reefs	Physical structure services	Biotic services		Biogeochemical services	Information services	Social and cultural services
			Within ecosystems	Between ecosystems			
Sea food products	Coral blocks, rubble and sand for building	Shoreline protection	Maintenance of habitats	Biological support through 'mobile links'	Nitrogen fixation	Monitoring and pollution record	Support recreation
Raw materials for medicines	Raw materials for production of lime and cement	Build up of land	Maintenance of biodiversity and a genetic library	Export of organic production, and plankton to pelagic food webs	CO <sub>2</sub> /Ca budget control	Climate record	Aesthetic values and artistic inspiration
Other raw materials (seaweed and algae for agar, manure, etc.)	Mineral oil and gas	Promoting growth of mangroves and seagrass beds	Regulation of ecosystem processes and functions		Waste assimilation		Sustaining the livelihood of communities
Curio and jewellery		Generation of coral sand	Biological maintenance of resilience				Support of cultural, religious and spiritual values
Live fish and coral collected for the aquarium trade							

화에 대한 연구대상지로서도 매우 중요한 지역이다(Table 2). 이산화탄소저리 및 산소생산을 담당하여 대기가스를 조절하는 지구 광합성의 40% 이상을 차지하고 있는 해양의 식물플랑크톤을 한 예로 들 수 있다. 해양생태 및 지구적 기후환경변화와 관련하여 남태평양을 포함한 열대태평양의 탄소순환 과정에서 식물플랑크톤의 역할이 현재 재조명되고 있으며 특히 최근에 발견된 미세조류의 빈영양수역인 열대해역에서의 역할이 부각되고 있어 이에 대한 연구가 기대되고 있다(DeVooy 1979; Greg et al. 2003).

즉, 다양한 해양생물들과 다양한 생태환경을 가진 열대해양공간은 인간에게 식량과 경제적 혜택, 휴양 장소, 문화적 요소 등을 제공하는 현재와 미래세대에 없어서는 안 되는 보물이며 높은 직·간접적 가치를 제공한다.

해양생물자원이라는 보물의 직접적 가치로서 가장 잘 인식되고 있으며 경제적 가치를 가진 것은 어류종이다. 인간이 섭취하는 단백질의 16%가 해양에서 생산되며 세계적으로 어부들은 매년 8백억불 가치의 물고기를 잡아들이고 있다(Swanson and Luxmore 1997; FAO 2002a). 소비

적 시장성가치로서는 어류종과 해초(seaweed) 등이 매우 중요한 식품으로서 뿐 아니라 비료성분, 가축사료, 원료, 약제로도 사용되고 있다(Swanson and Luxmore 1997). 이외에도 새로운 생물자원으로 시장 가치가 높은 것은 유전자자원이나 신물질확보가 가능한 해양생물들이다. 한 예로 *Tethya crypta*라는 스폰지에서 추출된 Arabinosides는 항바이러스제로서 연간 5천만불의 매출을 올리고 있다(UN 2005).

해양생물자원의 비소비적 시장성 가치로서는 생태관광, 휴양 그리고 과학연구 등을 들 수 있다. 특히, 생태관광은 현재 획기적인 경제적 파급효과를 몰고 오고 있다. 남태평양에서의 다양한 관광개발투자도 고부가 가치의 잠재력이 있는 산업이다. 해양관광의 부가가치의 한 예를 들면 미국 캘리포니아의 해양관광은 매년 99억불의 매출을 올리고 있어 약품개발과 버금가거나 그 이상의 경제적 가치를 가져다주고 있으며 이것은 캘리포니아의 해양산업에서 가장 큰 비중을 차지하고 있다(항만 60억불, 연근해유전개발 8.6억불, 어업 5.5억불)(NOAA 1998, 2005).

**Table 3. Comparative estimates of productivity in representative marine and terrestrial habitats (Groombridge 1999).**

Marine	Productivity gC/m <sup>2</sup> /yr
Coral reef	1,500-5,000
Tropical seagrass	4,000
Tropical kelp	2,000
Temperate seagrass	500-1,000
Temperate kelp	800
Temperate inshore	300-400
Temperate open sea	70-120
Antarctic seas	100
Tropical open sea	18-50
Arctic ocean	1
Terrestrial	
Agricultural land	2,000-7,500
Tropical forest	2,000-5,000
Temperate grassland	500
Desert scrub	70-50

열대지역의 산호초나 망그로브숲은 연안을 태풍과 기상 악화로부터 보호하고 생산성이 높아 간접적 가치가 직접적 가치를 훨씬 능가하기도 하지만 경제적 분석에는 포함이 되지 않을 때가 많다(Table 3). 한 연구결과(Costanza *et al.* 1997)에 의하면 지구적으로 간접적 해양생태시스템의 가치는 대양의 경우 매년 5조2천억불이라고 하였으며 연안은 11조7천억불이라고 할 만큼 엄청난 가치를 보유하고 있다.

다른 해양생물자원의 가치로서는 선택적 가치가 있는데 이것은 해양생물 종다양성 활용과 같이 많은 부분이 아직 개발되고 있지 않을 뿐 아니라 아직 인식조차도 되고 있지 않은 부분이다. 그러나 이러한 부분들이 미래에는 우리에게 필요한 것을 제공할 수 있을 것이다. 한 예로 미래의 식량이나 약품생산의 기술적 발전은 유전 다양성에 많이 의지하게 될 것이며 특히 남태평양 열대지역에서의 해양생물자원은 다양하고도 유익한 그리고 아직 발견되고 있지 않은 무궁무진한 유전자원활용 가능성을 제시하고 있다(Proksch *et al.* 2003). 또한, 남태평양은 비 시장성 가치나 인간이 직접적으로 사용할 수 없는 상당한 해양생태의 비활용성 가치를 가지고 있다. 예를 들면 지구적 기후변화에 대한 정보에서부터 회귀종 확보 그리고 영감의 근원에 이르기까지 인간에게 무한적 심미적, 지적 가치를 제공하는 것이다. 이러한 가치에서 문화가 발생하였고 문화가 개발될 것이며 이러한 해양의 정신적 그리고 심미적·지적 가치로 인해 해양을 지켜야 한다는 인식이 유발되어 지속가능한 관리와 개발에 대한 의지도 생긴 것

이다.

그러나, 현시점에서 해양생물자원에 대한 조사는 대부분 산업적으로 중요한 어류에 대한 어획량에만 한정되어 있다. 생물자원량이나 생물종들을 유지시키고 조절하는 해양의 진행과정에 대한 평가는 잘 이루어지지 않고 있다 (Groombridge and Jenkins 1996; Swanson and Luxmore 1997; Talbot and Wilkinson 2001).

이렇듯 해양에서의 생물 및 생태환경의 잠재력은 우리에게 새로운 도전을 유도하고 있으며 남태평양이라는 지역을 통해 보다 많은 연구와 개발의 선택가능성이 주어졌다. 남태평양에서의 새로운 개발어종의 확보, 새로운 유전자 및 신물질 확보, 기후변화 및 생태계 이해에 대한 자료 확보 그리고 관광 등의 심미적 활동, 경제활동 등의 대체 근거지에 대한 가능성과 잠재력이 기다리고 있다. 우리는 남태평양 연구를 통해 우리의 식탁에 새로운 단백질 공급원을 확보하고, 새로운 의약품이나 기능성 화학물질 개발 등을 통한 혜택을 받을 수 있다. 또한, 기상악화나 기후환경변화의 예측으로 이에 대비할 시간을 가질 수 있을 것으로 기대한다.

**일반어류 및 해산물 자원**

일반적 통계를 살펴보면 전세계적으로 약 1천5백만명에서 2천만명의 어부들이 있다고 하지만 이중 90%는 소규모 어부들이며 어업은 1억8천만개의 관련 일자리를 제공하고 있다(FAO 2002b). 유엔식량농업기구(FAO 1997)의 자료에 의하면 남태평양 도서국가들의 어획량은 다른 FAO 구역들과 비교해서 많은 편이며 증가추세를 보이고 있다. 유럽국가들이나 북미국가들의 어업활동으로 남획되어 이미 많은 지역에서 고갈현상을 보이고 있는 북대서양 보다는 아직 어족자원이 풍부한 것으로 보인다. 또한 남태평양의 풍부한 산호초환경에 서식하고 있는 다양한 어류들 외에도 수천종의 해양식물과 100만종 이상의 무척추동물물을 포함한 동물들이 700종 이상의 산호초와 연계하여 살아가고 있다(UNEP 2004). 그러나 이러한 어류나 기타 해산물 자원에 대한 조사나 평가는 아직까지 미흡한 상태라고 할 수 있다.

남태평양의 지역적 어업활동은 2가지로 구분되는데 원양어업과 연안어업이다. 원양어업에는 참치, 새치 그리고 그와 관련된 어종을 포함하고 있으며 이러한 어종들은 대부분 기업적 규모의 어업활동을 통해 어획되고 있다. 연안어업은 다양한 물고기와 무척추동물들을 대상으로 하며 소규모 어업활동을 통해 이루어지고 있다(FAO 2002a; Gillett 2002). 남태평양지역의 도서국가만을 고려할 때 총 어업 생산량 및 양식 어류 생산량은 세계 총 생산량과 비교할 때 미미하나 이러한 숫자는 이곳에서의 개발 가능성을 잘 나타내고 있다고 할 수 있다(SPC 2002).

**원양생물자원: 참치어업**

남태평양지역에서 잡히는 어종 중 경제적으로나 그 규모에서 가장 큰 비중을 차지하는 것은 참치어업이다. 태평양 도서국들이 모여 있는 남태평양에서의 참치어업은 어느 지역보다 활발하다고 할 수 있다(Fig. 4. Gillett 2002; Lawson 2003). 또한 참치는 이 지역에서 수행되고 있는 어업 중 가장 중요한 부분일 뿐 아니라 다른 어업과 비교해서 10배나 많은 어획량을 기록하고 있으며 7배나 높은 가치를 보이고 있다. 이 지역에서 어획된 참치는 1982년도에는 3억7천5백만불, 1993년도에는 12억불, 1994년도에는 16억불, 1995년도에는 17억불 그리고 1998년도에는 19억불의 가치를 창출하였다(Gillett 2002). 남태평양에서 가장 많이 잡히는 참치어종은 4가지로서 눈다랑어, 황다랑어, 참다랑어, 가다랑어이며 발달된 어획 및 항해기술

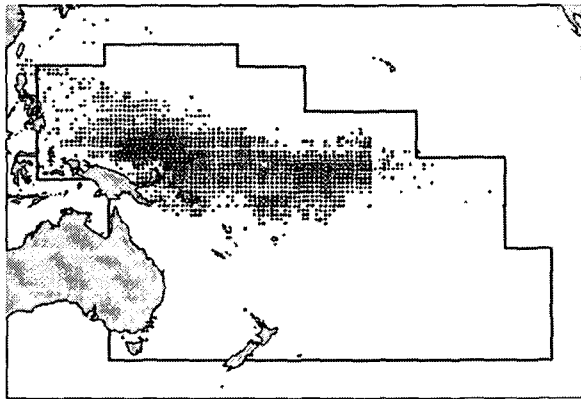


Fig. 4. Distribution of purse seine fishing effort in the South Pacific Commission statistical area (FAO 1997).

등으로 인해 지난 몇 년간 꾸준한 어획량을 유지하고 있다(Lawson 2003).

남태평양의 참다랑어 자원량을 평가할 때, 현재 최고 생물자원 수준(어업활동이 없을 경우)의 2/3 정도이며(Hampton 2002), 눈다랑어는 최고 자원량 수준에서 35% 감소된 상태이다(Hampton 2002a). 특히 열대지역에서의 감소량은 50% 이상인 것으로 나타났으며, 황다랑어의 자원은 눈다랑어와 유사한 추세를 보이고 있고(Hampton 2002b), 가다랑어의 자원량은 최고 생물자원량의 거의 최고 수준인 것으로 나타났다(Hampton 2002c). 일반적으로 이 지역의 참치 자원량은 과잉 개발되었다고 보고 있지는 않다. 반대로 가다랑어는 어획량을 높여도 괜찮다는 의견이 많다. 그러나 눈다랑어의 경우는 남획의 징조를 보이고 있기 때문에 어획량을 낮추거나 양식을 통해 지속가능한 자원을 유지하자는 의견도 있다(Gillett 2002). 우리나라도 남태평양에서 활발한 참치 어업활동을 하고 있다(Fig. 5, Fig. 6). 일본 다음으로 미국, 대만 등과 함께 참치 어업의 제2어획국의 자리를 다투고 있는 실정이다. 어획량의 감소나 연료비인상 등으로 인한 영향을 최소화하기 위해 해양환경의 변화, 먹이구조 등에 대한 세부적인 연구 등 원양어업에 기여할 수 있는 다양한 연구개발을 추진해야 할 것이다.

**연안생물자원**

연안생물은 남태평양 도서국가들에게 아주 중요한 자원이다. 특히, 생계적 차원에서 없어서는 안 될 부분이다. 그러나 이러한 연안생물자원에 대한 연구조사는 아주 제한적이어서, 매우 드물거나 신뢰할 수 없는 정보들이 대부분이다. 그 이유는 도서국가 정부에서 제공하는 데이터는 소

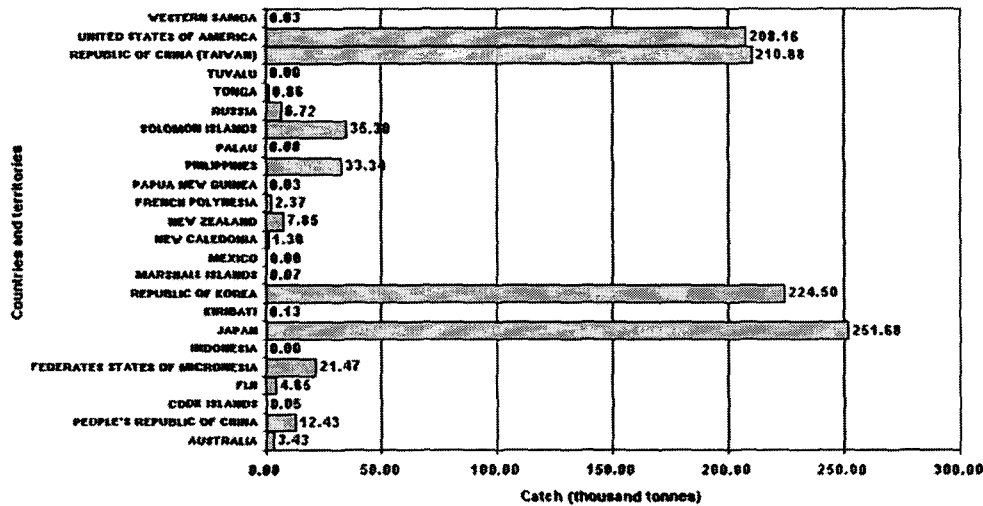


Fig. 5. Tuna catches by States and territories in the South Pacific Commission statistical area for 1994 (FAO 1997).

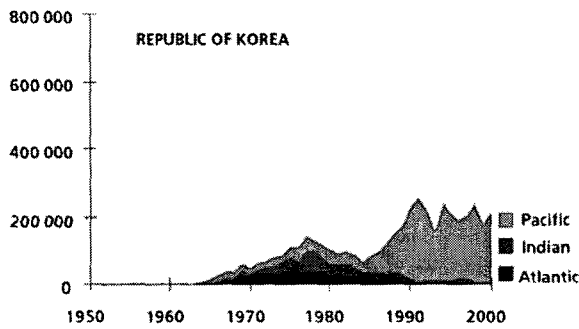


Fig. 6. Combined catches of major tuna species, cumulative, by oceans, 1950-2000 (tonnes)(FAO 2004).

규모 산업적 어업활동만 포함하고 있고 그것도 일부분만 포함하고 생계적 어업활동에 대한 정보는 포함하고 있지 않기 때문이다. 또한 수많은 섬들이 넓게 퍼져 있는 반면 인적, 재정적 그리고 기술적 지원이 부족하기 때문에 이러한 조사를 상세히 할 수가 없다(Gillett 2002). 남태평양의 넓은 대양뿐 아니라 도서국가를 접하고 있는 연안지역에 대한 생물자원 조사도 연구대상이라고 할 수 있다. 그러나 남태평양의 연안지역의 경우 능성어와 같은 물고기, 망그로브 게, 바다가재 등 고부가가치의 어족자원이 새로운 개발방식을 기다리고 있어 우리나라 근해에서의 어족자원 고갈로 인해 대체어종을 필요로 하는 수산업과 새로운 맛을 추구하는 우리사회에 또 다른 만족감을 줄 수 있을 것이다. 이러한 해산물의 잠재력을 가진 자원을 지속가능하게 개발하기 위해서는 어류종들이 서식하고 있는 환경, 그들의 생리생태 그리고 자원량 등을 조사해야 할 것이며 적절한 어획량이나 양식을 통한 자원조달 등의 경제·기술적 연구도 동반되어야 할 것이다.

남태평양의 방대한 지역에서의 연안생물자원량을 예측하다는 것은 어려운 도전이다. Johannes(1998)는 인도네시아의 예를 들면서 이 지역의 연안생물자원을 조사하기 위해서는 400명의 과학자들이 평생을 바쳐서 정선조사를 수행하여야 통계적으로 신뢰성이 있는 자료가 나올 것이라고 하였다. 그 만큼 도서국가들의 연안지역은 다양하고도 복잡한 지역이다. 인도네시아연안의 10%의 조사에만 40명의 과학자들이 평생을 바쳐야 한다는 것이다. 그렇기 때문에 이러한 연안생물자원을 관리하기 위해서는 지역적 관리체제를 활용하는 것이 가장 적절하다는 권고를 하고 있다(Johannes 1998).

현재 남태평양의 연안생물자원은 참치어업 형식과 같은 타 국가를 통한 어획활동 보다는 지역내 도서국민들의 실해역 어업활동의 대상으로 활용되고 있다. 알려진 정보에 의하면 매년 남태평양 도서국 자체에서 생계적 차원의 어업활동으로 약 102,000 MT이 어획되는데 이중 70%가 연안지역에서 어획된 것이다. 그 가치는 물고기와 갑각류의

Table 4. Major coastal fisheries resources of South Pacific (World Bank 2000; FAO 2002).

Country	Important coastal resources (descending order of importance)
Fiji	finfish, beche de mer, octopus, seaweed, lobster, mud crab, various bivalve molluscs
Tonga	finfish, octopus, lobster, beche de mer, turbo, giant clam, seaweed, Anadara
Samoa	finfish(especially surgeonfish, grouper, mullet, carangids, rabbit fish), octopus, giant clam, beche de mer, turbo, crab
Solomon Islands	finfish, beche de mer, trochus, giant clam, lobster, turbo, mangroves
Palau	finfish, giant clam, mangrove crab, lobster, turtle, beche de mer

Table 5. Estimated annual exports of major coastal fisheries commodities from the Pacific islands regions (SPC 2001; FAO 2002a; Gillett 2002).

Production	Amount
Sea cucumber	1,500 tonnes (dried, equivalent to 15,000 tonnes live weight)
Trochus shell	2,300 tonnes of shell (US\$15,000,000)
Pearl shell	400 tonnes (mainly spent farmed shell)
Pearl	~1 tonne (>US \$ 100 million value)
Deep-water snappers (mainly Tonga)	300 tonnes
Giant clam (mainly Fiji)	20 tonnes of adductor muscle
Live groupers	unknown but growing
Aquarium fish	small in tonnage but relatively large in value

경우 피지에서는 약 670만불, 키리바시는 약 1,800만불, 솔로몬은 1,390만불 그리고 바누아투는 1,470만불이다 (World Bank 2000; FAO 2002a, 2002b; Gillett 2002).

남태평양에서의 연안생물자원으로는 언급된 수산자원 외에도 다양한 무척추동물(갑각류, 연체동물)이나 수천종의 조류(algae) 등이 개발을 기다리고 있다(Table 4). 현재, 고부가 가치 연안생물자원들은 대부분 수출을 하는데 (Table 5) 이러한 수출용 연안생물자원들은 생계형 어부들에 의해 채취되어 중간 거래자에게 넘겨지고 있다. 고급단추의 원료인 Trochus(*Trochus niloticus*)의 경우 대부분의 태평양 도서지역에 분포되어있으며 이 조개를 채취하기 위해서는 아무런 장비도 필요 없고 오래 동안 보관이 가능하고 또한 외진 곳에서도 채취 가능한 자원으로 외곽섬 주민들에게는 아주 중요한 수입원 역할을 하고 있다(SPC 2001; FAO 2002a; Gillett 2002). 해삼의 경우는 약 20종이 현재 식용어종으로 개발되고 있는데 대부분 아시아로

수출되고 있다. 해삼 또한 쉽게 채취하여 건조시켜 오랫동안 보관이 가능하나 남획문제로 인해 지역적으로 고갈상태가 발생하는데 Trochus와 마찬가지로 지속가능한 개발 계획과 연구가 필요하다(SPC 2001; FAO 2002a; Gillett 2002). 현재 남태평양에서는 연안 수심 50 m 이하의 산호초 지역내의 어류들 중 현재 약 300여종의 주요 산업성 해양생물종이 어획되고 있으며 매년 5~50 kg/hectare/year의 생산성을 보이고 있다. 그러나 여러 가지 요건 때문에 수출이나 개발이 잘 되고 있지 않다(SPC 2001).

또 다른 생물자원으로는 아직 잘 알려지지 않은 남태평양의 400미터 깊이 등에서 어획되는 중층 물고기를 들 수 있는데 현재 개발이 잘 되어 있지 않으며 Tonga에서만 실제적인 산업화가 진행되고 있다.

바다가재의 경우 *Panulirus*속의 3종이 산업화되어 있는데 지속가능한 관리체제가 없는 상태이다. 파푸아 뉴기니아와 북호주 지역사이에서 약 400톤의 바다가재산업이 그나마 유지되고 있다(SPC 2001).

현재 가장 파급효과가 큰 남태평양 도서국가들의 연안 자원은 흑진주라고 할 수 있다(SPC 2001). 태평양지역사 무국(SPC)에 의하면 대부분의 흑진주는 양식을 통해 생산이 이루어지고 있는데 현재 프랑스령 폴리네시아, 호주, 인도네시아 등에서 활발히 수행하고 있다. 흑진주의 대규모 산업적 생산은 1961년 타히티에서 일본인 기술자에 의해서 시작되었으며 4년후 1,000개의 흑진주가 수확되면서 시작되어 이제는 프랑스령 폴리네시아, 호주, 인도네시아 외에 여러 남태평양 도서국가에서 소규모로 양식을 통해 흑진주를 개발하고 있다. 그러나 기술 및 재원이 부족한 곳에서는 그 가능성을 충분히 개발하지 못하고 있다. 시장 규모는 2억불로서 점차 증가하는 추세를 보이고 있으며, 고소득 가능성을 지닌 자원이다. 흑진주산업의 1위는 호주이고 타히티가 2위를 차지하고 있으며 프랑스령 폴리네시아 지역에서는 최고가치의 수출품이다. 프랑스령 폴리네시아 지역에는 약 1,076개의 흑진주 양식장이 있으며 7,042명이 고용되어 있고 전 세계 날개 진주거래의 20% 이상을 차지하고 있다. 그 뒤로 인도네시아, 일본, 홍콩, 중국, 필리핀, 미국, 프랑스, 쿡제도 등으로 이어지고 있다. 2000년도 쿡제도는 흑진주산업을 통해 470만불을 수출하였으며 이것은 세계흑진주 산업의 0.09%를 차지하는 것이다(SPC 2004). 우리나라도 아직 흑진주 사업이 활발하지 않은 지역을 상대로 먹이생물이나 지역생태환경 조사를 통해 그 지역에 가장 적절한 흑진주 개발 방식을 사용한 산업화가 가능할 것이다. 또한 흑진주 조개가 고갈상태에 있는 지역에서는 아직 활발하게 시도되고 있지 않은 완전순환주기 흑진주 양식사업 등과 같은 지속가능한 산업개발도 우리가 도전할 만한 분야일 것이다. 이를 통해 우리는 새로운 고부가가치 산업 개발 및 기술이전, 지역과

의 유대관계 확보, 국제사회 및 개발도상 도서국가 지원을 통한 지역사회 기여 등의 산업적 및 외교적 이익을 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

### 관상생물자원

바다관상어산업은 1930년대에 Sri Lanka에서 시작되어 그 역사가 이제 70년정도 된 것으로 보고 있다. 바다관상어는 현재 연간 3억불의 시장을 형성하고 있으며 약 2백만명이 관상어를 키우는 것으로 알려져 있다. 그러나, 실제 통계치는 훨씬 높을 것이며, 지속적인 상승세를 보이고 있다. 바다관상어사업은 1990년부터 1999년까지 매년 12~30%의 성장률을 보였으며, 대부분의 관상어는 미국, 유럽연합 그리고 일본으로 수출된다(Colette et al. 2003).

바다관상 생물은 대부분이 산호초 지역에서 채취된 해마를 포함한 물고기, 산호, 그리고 말미잘, 불가사리, 대형 조개 등을 포함한 무척추 동물들이며 야생에서 채취된 것들이다. 남태평양은 산호초가 많아 이러한 관상생물들이 풍부한 편이다. 그 가치를 평가할 때 1 kg의 식용어는 US\$6인 반면 관상어 1 kg은 약 US\$500에 거래되고 있다. 특히 이러한 다양한 생물자원의 군락이 산호지역에 위치해 있는데 다양한 형태의 모양으로 이루어진 산호군락을 토대로 복잡한 생물군집이 형성되어 있고 남태평양뿐 아니라 대서양, 인도양 등 대양에 서식하는 생물의 대다수가 산호초 부근을 성육장으로 이용하기 때문에 산호초는 대양생태계의 모체라고 할 수 있다(Colette et al. 2003).

남태평양 도서국가에서는 약 20년전부터 관상열대어 자원개발이 본격적으로 시작되었다고 할 수 있으며 대부분의 관상어종들은 식용으로는 사용되고 있지 않은 종들이라 생계형 어종들과의 마찰이 거의 없어 개발이 수월하다. 현재 피지가 US\$178,000, 마살공화국이 US\$473,000, 바누아투가 US\$16,500, 쿡이 US\$73,500, 그리고 키리바시가 US\$1,160,000의 부가가치를 열대어로 부터 만들어 내고 있다. 특히, 마살공화국이나 키리바시의 관상어자원 개발 사업은 총 수산수출의 78%와 95%를 각각 차지하고 있다(Gillett 2002).

일본과 홍콩/중국(Colette et al. 2003) 그리고 최근 국민 소득 증대에 따라 관상용 어류의 수입이 증가하고 있는 한국의 바다관상어 시장(열대어 : ('02) 101톤→('03) 106톤, 한국해양수산부 2004)을 대상으로한 남태평양 관상어 산업은 경쟁력이 있는 것으로 판단된다. 이러한 사업의 발전과 지속성을 유지하기 위해서는 다양하고 환경친화적인 개발방법, 생태환경적 영향 및 생리적 순환연구 등의 다양한 연구가 수행되어야 할 것이다.

### 산호자원

다양한 용도로 사용되는 산호의 경우 1999년에는 2,000



Table 6. Types of corals in trade (Source: Wells and Hanna 1992).

	Corals involved	Outlets/products
Hard corals	Wide range of reef-building or reef-associated species from the order Scleractinia, (class Zooantharia), with a few species from the classes Hydrozoa (order Athecata) and Alcyonaria (orders Coenothecalia and Stoloniifera).	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Collected by hand, snorkelling and divers.</li> <li>· Used whole or cut into blocks for building.</li> <li>· Crushed or broken for use as aggregate, e.g. in road construction.</li> <li>· Broken and dried for production of lime</li> <li>· Cleaned and dried, and sold intact as curios and display items.</li> </ul>
	<i>Cirrhopathes</i> spp. and <i>Antipathes</i> spp. from the order Antipatharia (class Ceriantipatharia).	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Live for aquaria.</li> <li>· Collected by hand by scuba diving.</li> <li>· Skeleton made into jewellery and curios.</li> </ul>
Semi-precious (Black) corals	Mostly <i>Corallium</i> spp. from the class Alcyonaria (order-Gorgonacea)	· Collected mainly with dredges (remotely controlled vehicles have been used); also by divers.
Precious corals		· Skeleton made into fine jewellery and carvings; also traditional medicinal uses.

종이 거래 모니터링 대상이었다(Table 6. Green and Shirley 1999). 석회암 생산을 위한 산호는 1톤에 US\$60인 반면 살아있는 산호초 1톤은 약 US\$7,000에 거래되고 있다. 남태평양의 Palau 공화국의 경우 살아있는 수족관용 산호가 1 kg당 US\$4.40에 거래되었으나 건물건축자재로서 사용되는 산호는 1 kg당 US\$0.02에 거래되었다(Morberg and Folke 1999; Gillett 2002). 홍산호(*Corallium rubrum*)는 1980년도에는 kg당 US\$900에 거래되었는데(Moberg and Folke 1999) 홍산호 산업은 매년 15~20%의 성장률을 보이고 있다. 50 mm 홍산호 구슬은 US\$80에서 US\$50,000의 가격범위를 보이고 있다(Prost 2001). 200종의 알려진 흑산호중 준보석으로 거래되는 종은 약 10~13종이 있는데 평균 430,000개가 US\$25/pound에 거래되고 있다(비고: 보석 등으로 처리된 흑진주는 개당 \$25-\$200의 소매가격으로 매매되었다)(NOAA 2005b).

공식적으로 거래되고 있는 살아있는 관상용 산호는 대부분 가로 10×6 cm, 세로 6 cm, 무게 200 g 정도이며, 약 3년 정도 자란 산호들이 많고 대부분이 야생(96%)에서 채취된 것들이며 아주 소수(0.03%)가 양식에 의해 공급되고 나머지는 확인이 되고 있지 않다. 또한 거래 대부분(>76%)이 상업적 목적으로 거래되고 있으며 소수는 의학적 목적으로 거래되고 있다(Green and Shirley 1999). 1999년 현재 산호수출국들은 살아있는 산호거래로 5백만 달러(1999년 US\$)의 수입을 올렸는데 이것은 약 5천만불의 도매시장 거래가격을 의미한다.

수온 20~30°C의 따뜻한 바다에서만 서식하여 적도에서 남북위 20도 부근까지만 형성되는 산호(hard coral)는 상업적 가치 뿐 아니라 비상업적 가치도 높아 조사와 연구의 대상이기도 하다(Table 2). 첫째, 산호초 지역은 지구환경조절에 중요한 역할을 한다. 수많은 산호 종은 엄청난 숫자의 미세한 단세포 공생조류들이 서식하고 있어 광합

성 작용을 통해 이산화탄소를 흡수하고 산소를 만들어낸다. 지구상에서 약 60만km<sup>2</sup>를 차지하고 있는 산호초는 인위적으로 방출하는 이산화탄소의 10%를 흡수하는 것으로 알려져 있으며 산호초의 단위 면적당 광합성 능력은 열대우림보다 뛰어난 것으로 알려져 있다. 또한, 이산화탄소를 이용해 석회석을 형성하는 산호초는 지구 온난화의 속도를 늦춰주는 역할도 한다. 산호의 나이트는 나무의 나이트가 나이를 알려주듯 매년 자라는 산호의 층으로 분석되어 나이는 물론 과거의 해양환경에 대해서 기록을 하고 있어 해양의 온도와 염분도를 알 수 있게하고 지역적인 기후모델을 수립하기 위한 중요한 기초 자료로 활용되기도 한다.

둘째, 산호초는 해양생물다양성의 보고로서 중요한 역할을 한다. 산호초 지역은 지난 수억년간 해양생물의 은닉처와 서식 및 생육장으로 활용되고 있으며 대양성 어류들도 산호지대에서 번식을 하기 때문에 해양 생물학적 차원에서 산호지대는 지구 어느 곳에 비해서 높은 경제적 가치를 지니고 있다. 이러한 해양의 열대우림인 산호초는 또한 해양생물의 1/4에 서식처를 제공하고 있으며 사람이 먹는 물고기의 10~25%가 산호초지역에서 어획되고 있다(Morberg and Folke 1999). Costanza *et al.*(1997)는 산호초가 연간 3,750억불의 경제 및 생태학적 가치를 제공한다고 Nature지에 발표하였다. 산호의 중요한 산업적 이용면에서는 현지 지역의 건축자재로서 뿐 아니라 신물질 추출을 통해 의학계에서도 관심이 높다. 신물질 연구대상 생물의 70%가 산호초 주변에 서식하는 생물로 알려져 있으며 이미 알려진 바에 의하면 산호는 암과 에이즈 연구에 필요한 화학물질을 만들어 내며 산호석회석은 인간의 뼈를 대신하는 재료로 사용되고 있고 신경계 질병을 진단하는데 필요한 화학물질을 추출하기도 하며 현재 각종 암치료제나 prostaglandins과 같은 소염제 등의 의약품을 산호생물을 대상으로 연구중에 있다(Green and Shirley 1999;

Hoon 1997). 즉, 산호는 종다양성을 지키고 보유하는 생태적 가치뿐만이 아니라 산호 자체도 높은 가치로 보이는 해양의 보물이다.

셋째, 산호초는 연안서식환경보호와 해안선보호에 중요한 역할을 하고 있다. 전지구 해저의 0.1~0.5%를 차지하면서 255,000~1,500,000 km<sup>2</sup>의 넓이를 차지하고(Moberg and Folke 1999) 길이 10만km에 달하는 지구상의 산호초는 전세계 해안선의 15%를 보호하는 방파제 역할로서 또는 파도로부터 자연적 완충제 역할을 한다. 인도양에 있는 몰디브의 경우 해안선 대체 방벽 건설을 위해 킬로미터당 1천만불의 공사비를 지출하고 있다(Talbot and Wilkinson 2001)고 하는데 이는 자연적 방파제로서의 산호초의 가치를 가히 짐작하게 한다. 산호지역은 또한 인간의 휴식공간으로 산호초를 보유한 국가의 경우 상당한 경제적 소득을 보이고 있다. 아름답고 다양하며 건강한 산호초는 수산학적 가치와 더불어 레저 산업에 따른 상당한 고용효과를 가져다 주고 있다. 또한, 건강하고 보존이 잘 된 산호초지역은 인간 정서 및 감성을 위한 무한한 가치를 가지고 있는 것이다.

이러한 것을 고려할 때 우리에게 없는 남태평양의 산호초 지역은 새로운 해양과학기술을 터득하고 아직 우리나라에서는 찾지 못했던 잠재력을 탐색하고 개발할 수 있는 최고의 적지라고 할 수 있다.

**종다양성, 신물질 및 유전자원**

남태평양의 해양생물자원은 우선 다양할 뿐 아니라 우리 연안이나 바다, 그리고 세계 어느 곳에서도 찾아볼 수 없는 생물들이 서식하고 있는 곳으로 알려져 있다(Fig. 3). 그리고 이러한 다양성으로부터의 이미 언급된 어류종의 생물자원과 기후 및 탄소흡수 등의 환경생태학적 가치 외에도 남태평양에서의 산호, 스폰지 같은 무척추 생물, 미생물 등으로 부터의 생명공학적인 혜택은 상당할 것으로 예상되는데 그 이유는 연구대상이 무궁무진하며 많은 국가들이 해양생명공학을 통한 신물질 개발이 아직까지는 초기단계에 있기 때문(Table 7)이라 생각된다. 남태평양의 종다양성은 우리나라 생명공학 연구의 새로운 개척분야가 될 수 있을 것이다. 특히 유전자원과 신물질자원개발을 대상으로 하는 해양생명공학을 활용한 시장가치적 측면을 고려할 때(Table 8) 차세대 산업으로 성장할 잠재력은(Table 9) 매우 커 해양산업뿐 아니라 농업, 화장품, 환경정화 등 비 해양산업에도 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

**3. 결 론**

남태평양의 풍부한 참치자원, 미개발의 중층어류 자원, 연안의 다양한 생물자원 등은 지속가능한 개척분야로서

**Table 7. Major groups of organisms screened by 15 pharmaceutical companies (Source. Swanson and Luxmore 1997).**

Company	Plants	Microbes and fungi	Marine organisms
1	100%		
2	yes	focus	
3	yes	focus	yes
4	40%	60%	
5	yes	yes	
6	yes	yes	little
7	45%	21%	34%
8	yes	yes	
9	100%		
10	9.5%	90%	0.5%
11	yes	yes	yes
12	100%		
13	yes	50%	yes
14	20%	80%	
15	100%		

**Table 8. Marine biotechnology estimates of world market (Source adapted from : Lloyd-Evans 2005).**

Year	1999	2000	2001	2002	2007	Average annual increase
Market US\$ million	1888	2038	2243	2439	3240	5.9%

**Table 9. Potentially accessible market sectors for marine biotechnology (Source adapted from: Lloyd-Evans 2005).**

Sectors	Value per Annum (circa)
cosmetics	US\$ 83.66 billion
skin care, sun care, hair care	
raw materials	
chondroitin, glucosamine, chitosan	US\$ 2.38 billion
pharmaceuticals	US\$ 40.05 billion
painkillers, anticancer, antiinflammatories, antiinfectives	
medical devices/biomaterials	
hydrogels, colloids, cytotoxins	US\$ 1.07-US\$ 1.78 billion
tissue engineering	US\$ 1.07-US\$ 1.78 billion
diagnostics	US\$ 1.78 billion
enzymes, biochemicals, chemicals	
agrochemicals	
industrial and specialty enzymes	US\$ 3.56 billion
environmental monitoring and remediation, bioengineering and bioprocess	US\$ not estimated

현명한 개발이 요구된다. 참치산업을 제외한 유전자원 등은 활발한 개발이 이루어지고 있지 않기 때문에 어느 지역보다 높은 해양생물자원 개발 가능성을 보이고 있다. 또한, 많은 남태평양의 도서국가들은 비교적 건강한 산호초들을 보유하고 있으며 다양한 생물체들이 서식하고 있어 유전자 확보 및 신물질 개발, 새로운 생물자원의 개발 가능성을 보여주고 있다. 또한, 산호초 및 다양한 생물종을 보유하고 있는 남태평양은 해양환경·생태계 연구를 통해 기후변화, 온난화, 해수면 상승 등의 과학적 연구에 기여할 수 있다. 남태평양은 한반도 지역에 직접적 영향을 주는 태풍이 생겨나는 곳으로 기상기후학적 연구에도 상당한 기여를 할 것으로 예상된다.

남태평양에 대한 투자는 먼 미래를 위한 투자이기도 하지만, 가까운 미래에도 직접적인 이익이 돌아올 수 있는 투자이기도 하다. 현재 대만, 중국, 일본이 경제지원 및 기술지원 등을 통해 남태평양 진출을 추진하고 있어 시급히 해양생물자원 및 생태환경 조사연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 특히 산호지역에서의 생물은 온대지역에서보다 높은 활성을 보이는 신물질들을 보유하고 있는 것으로 알려져 있어 산호 등 열대생물의 국가간 국제 반입 규제에 대비한 신물질 자원을 확보할 수 있는 거점 확보가 시급한 실정이다.

일본의 경우 팔라우에 산호초연구센터를 건설하여 기증하고 지속적으로 JICA를 통해 연구원 파견과 지원을 하고 있어 옛 침략자와 약탈자의 이미지에서 벗어나 남태평양 지역과의 우호적인 관계를 유지하면서 연구활동을 하고 있다. 이러한 생물자원획득을 위한 거점 확보는 도서국가와의 우호적인 관계를 지속적으로 유지해야 가능한 것으로 이 지역의 이익을 창출하고 또한 우리에게도 이익이 될 수 있는 연구활동도 병행하여 수행되어야 할 것이다.

또한, 정부 및 산·학·연 기관에서는 남태평양지역에 대한 국제규범의 동향분석을 지속적으로 수행하고 남태평양 국가들과의 우호증진을 통한 간접지원 방식을 유지해야 할 것이다. 남태평양에서 진주조개, 트로코스 등 패류양식, 어류 증·양식, 관상생물, 산호초 및 신물질 등의 해양생물자원의 개발이 요구되는 기초정보도 연구활동과 문헌조사를 통해 지속적으로 확보하여야 할 것이다. 이러한 생물자원을 보전하기 위해서 해양생태계 진화과정에 대한 이해, 기후변화가 남태평양 생태계에 미치는 영향 그리고 이들 자원의 지속가능한 개발을 유지하기 위한 환경보전에 필수적인 사항을 분석하는 사업도 수행되어야 할 것이다.

하지만 남태평양 도서 국가들의 대부분이 가난한 국가들이다. 그렇기 때문에 자체 조사연구나 개발보다는 선진국들이나 기타 국가들의 지원과 공동협력 활동이 요구되고 있는 상황이다. 남태평양 지역은 과거에도 그랬듯이 지

금도 선진국들의 자원과 전략적 해양공간을 차지하거나, 지지를 얻기 위한 경쟁의 장소가 되고 있다. 하지만 이보다 더 중요한 것은 상호이익을 얻기 위한 협력과 국가간의 유대관계 강화이다. 우리나라도 연구개발활동을 통해 국제적으로 기여하면서 OECD 국가로서 그리고 태평양의 이웃국가로서 당당히 인정받을 수 있는 협력 체제를 구축하여야 할 것이다.

남태평양 해양개발이라는 진취적인 계획과 도전을 위해 정부는 동 지역의 가치를 인식하고 동 지역진출을 국가해양정책의 하나로 선정하여 어업자원 개발 뿐만 아니라 새로운 양식어업의 개발과 광물자원의 개발잠재력 탐사사업을 실시하고 있다. 또한, 한국해양연구원을 통하여 「한·남태평양해양연구센터」를 남태평양 한 북판, 마이크로네시아 연방국, 축주의 웨노섬에 2000년도에 설립하여 향후 남태평양지역 진출의 교두보로 활용할 예정이다. 한·남태평양해양연구센터가 생태환경·기후환경변화 연구 및 자원이용방안연구의 거점으로서, 남태평양 도서국과 기후환경변화의 공동연구의 추진, 생명공학관련 산업체와의 연구 및 실용화 협력, 수산·생물자원의 지속적 이용방안 개발 등의 분야에서 국내외 관련 연구기관과 연구협력의 장소로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

## 사 사

본 논문은 2002-2005년도 한국해양연구원의 기본과제인 “남태평양에서의 해양 및 신재생 에너지 잠재력 조사연구(PE83101, PE85801, PE87601, PE96300)”의 일환으로 수행되었습니다. 또한 본 논문의 향상을 위해 조언해주시고 심사하여 주신 심사위원들께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 해양수산부. 2004. 수산식품 품질향상 및 안전관리 종합대책. 124 p.
- Barton, D.N. 1994. Economic factors and valuation of tropical coastal resources. SMR-Report 14/94. Bergen, Norway. 128 p.
- Broad, W.J. 1997. The Universe Below. Simon & Schuster. NY. 432 p.
- Colette, W., M. Taylor, E. Green, and T. Razak. 2003. From ocean to aquarium: The global trade in marine ornamental species, UNEP/WCMC Biodiversity Series No. 17. World Conservation Press. Cambridge, UK. 65 p.
- Commonwealth of Australia. 2004. A sustainability strategy for the Australian continent: environment budget statement 2004-2005. Statement by the honourable Dr. David Kemp Mp, Minister for the Environment and Heritage,

- Intellectual Property Branch, Canberra ACT, Canprint Communications Pty. Ltd.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin, P. Saitton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- De Vooy, C.G.N. 1979. Primary production in aquatic environments. In: *The Global Carbon Cycle*. ed. by B. Bolin, E.T. Degens, S. Kempe, and P. Ketner, SCOPE 13 Report. Chichester, U.K. John Wiley and Sons for the Scientific Committee on Problems of the Environment.
- FAO. 1997. Fisheries Circular No. 907 FIP/C907, ISSN 0429-9329, Fisheries and aquaculture in the south Pacific: situation and outlook in 1996. Available from WWW: <<http://www.fao.org/docrep/003/w5369e/w5369e06.htm>> [cited 2004-2-1].
- FAO. 2002a. Pacific Island Fisheries - Regional and Country Information. RAP Publication 2002/13. Asia-Pacific Fishery Commission, FAO/UN, Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand. 180 p.
- FAO. 2002b. The State of World Fisheries and Aquaculture 2002. FAO Report.
- FAO. 2004. Historical trends of tuna catches in the world. FAO Fisheries Technical Paper 457. FAO Rome. 74 p.
- Gillett, R.D. 2002. Pacific island fisheries : regional and country information. Asia-Pacific Fishery Commission, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, Bangkok, Thailand, RAP Publication 2002/13, 168 p.
- Green, E. and F. Shirley. 1999. The global trade in corals. WCMC Biodiversity Series No. 10. World Conservation Press. Cambridge, UK. 60 p.
- Greg, W., M.E. Conkright, P. Ginous, J.E. O'Reilly, and N.W. Casey. 2003. Ocean primary production and climate : Global decadal changes, *Geophys. Res. Lett.*, 30(15), 1809-1812.
- Groombridge B. and M.D. Jenkins. 1996. The Diversity of the Seas : a regional approach. World Conservation Monitoring Centre. World Conservation Press. Cambridge, UK. 132 p.
- Hampton, J. 2002. Stock assessment of albacore tuna in the south Pacific Ocean. Oceanic Fisheries Programme Secretariat of the Pacific Community, SCTB 15 Working Paper ALB-1, Noumea, New Caledonia. 32 p.
- Hampton, J. 2002a. Stock assessment of bigeye tuna in the western and central Pacific. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community, SCTB 15 Working Paper BET-1, Noumea, New Caledonia. 37 p.
- Hampton, J. 2002b. Stock assessment of yellowfin tuna in the western and central Pacific Ocean. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community, SCTB 15 Working Paper YFT-1, Noumea, New Caledonia. 39 p.
- Hampton, J. 2002c. Stock assessment of skipjack tuna in the western and central Pacific Ocean. Oceanic Fisheries Programme, Secretariat of the Pacific Community, SCTB 15 Working Paper skj-1, Noumea, New Caledonia. 36 p.
- Hoon, V. 1997. Trade in Corals. Proceedings of the Regional Workshop on the Conservation and Sustainable Management of Coral Reefs. Proceedings No. 22, CRSARD, Madras.
- Johannes, R. 1998. The case for dataless management of marine resources: examples from tropical nearshore fisheries. *Trends Ecol. Evol.*, 13, 243-246.
- Lawson, T.A. 2003. Secretariat of the Pacific Community Tuna fishery Yearbook 2002, Oceanic Fisheries Programme, Secretaria of the Pacific Community, Noumea, New Caledonia. 177 p.
- Lloyd-Evans, L.P.M. 2005. A study into the prospects for marine biotechnology development in the UK Vol. 1. Strategy. Foresight Marine Panel Report. The Department of Trade & Industry. UK.
- Moberg, F. and C. Folke. 1999. Analysis : Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol. Econ.*, 29, 215-233.
- NOAA. 1998. Year of the Ocean Report: Ensuring the sustainability of ocean living resources. NOAA.
- NOAA. 2005. The State of Coral Reef Ecosystems of the United States and Pacific Freely Associated States: 2005. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 11. 522 p.
- NOAA. 2005b. Black Coral. Office of Protected Resources. NOAA Fisheries. National Marine Fisheries Services. Discription on the internet. Available from WWW:<[http://www.nmfs.noaa.gov/prot\\_res/PR/blackcoral.html](http://www.nmfs.noaa.gov/prot_res/PR/blackcoral.html)> [cited 2005.9.1]
- Proksch, P., R. Ebel, R.A. Edrada, P. Schupp, W.H. Lin, Sudarsono, V. Wray, and K. Steube. 2003. Detection of pharmacologically active natural products using ecology: Selected examples from Indospecific marine invertebrates and sponge-derived fungi. *Pure Appl. Chem.*, 75(2-3), 343-352.
- Prost, M. In the Red. Colored Stone, July/August, 2001. Available from WWW:<<http://www.tucsonshowguide.com/stories/jul01/markets.cfm>> [cited 2004-2-1].
- Scripps. 2002. Scripps research gives tiny phytoplankton a large role in earth's climate system. Scripps News. Nov. 6. 2002. Available from WWW:<<http://scrippsnews.ucsd.edu/pressrelease/frouin-phytoplankton.cfm>> [cited 2005-9-1]
- SPC. 2001. Aquaculture portal data. Available from WWW:

- <<http://www.spc.org.nc/aquaculture/site/countries/statistics.asp>> [cited 2004-2-1]
- SPC. 2002. Coastal Fisheries Programme(CFP) Strategic Plan 2002-5. 16 p. CFP Strategic Plan Draft, SPC.
- SPC. 2004. Description on the internet. Available from WWW: <<http://www.spc.int/coastfish/News/POIB/12/6/Tahiti.htm>> [cited 2004.5.1]
- Swanson, T.M. and R.A. Luxmore. 1997. Industrial reliance on biodiversity. WCMC Biodiversity series No. 7. World Conservation Press. Cambridge, UK. 98 p.
- Talbot, F and C. Wilkinson. 2001. Coral reefs, mangroves and seagrasses : a source book for managers. Australian Institute of Marine Science, Science Communication, Townsville, Australia. 200 p.
- UN. 2005. Atlas of the oceans. Available from WWW:<<http://www.oceanatlas.org>>[cited 2005-5-1].
- UNEP. 1999. Pacific Islands Environment Outlook. Chapman Bounford & Associates, Earthscan Publication Ltd. London, UK. 67 p.
- UNEP. 2004. Fifty key facts about seas and oceans. Wanted! Seas and Oceans : Dead or Alive? World Environment Day Report. 5 June 2004. United Nations Environment Programme Informational Material. Available from WWW: <[http://www.unep.org/wed/2004/Downloads/PDFs/Key\\_Facts\\_E.pdf#search='wanted%20seas%20and%20oceans%20dead%20or%20alive%20facts'](http://www.unep.org/wed/2004/Downloads/PDFs/Key_Facts_E.pdf#search='wanted%20seas%20and%20oceans%20dead%20or%20alive%20facts')> [cited 2005-4-1].
- Well, S. and N. Hanna. 1992. Green Dease Book of Coral Reets. Sterling Publishing. 160 p.
- World Bank. 2000. Voices from the village, Vol. 2. Comparative study of coastal resource management in the Pacific islands. Pacific island discussion paper series No. 9, Papua New Guinea and Pacific Islands Country Unit, The World Bank. 30 p.

*Received Sep. 28, 2005*

*Accepted Oct. 13, 2005*