

## 해양 철분 시비(施肥) 사업의 국제 관리체제 예비 분석

홍기훈<sup>†</sup> · 손효진  
한국해양연구원

# A Preliminary Analysis on the International Management System for the Ocean Fertilization with Iron at High Seas

Gi-Hoon Hong<sup>†</sup> and Hyojin Sohn

*Korea Ocean Research and Development Institute, Ansan P.O. Box 29, Kyonggi 425-600, Korea*

### 요 약

우리인류는 생존과 번영을 위해 상당량의 에너지를 화석연료를 사용하는 연소공정에 의존하고 있다. 이 공정의 주된 폐기물은 이산화탄소로서 대기로 주로 배출한다. 특히 산업혁명 이후, 급격한 인구증가와 번영은 화석연료의 사용의 증대로 가능하였다. 그러나 이로 인하여 대기 중 이산화탄소함량은 급속히 증가하였고, 그 결과 지구 온난화가 가속되고 또 해양표면이 산성화되는 등 환경에 대한 부정적 영향이 심화되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 국제적 노력의 일환으로 1990년대에 유엔기후변화협약과 교토의정서 등의 다자간환경협정이 체결되었고, 또한 대기 중 이산화탄소의 감축을 위한 다양한 과학 기술적 방안이 개발되거나 검토 되기 시작하였다. 이와 관련하여, 몇몇 기업들이 탄소 거래 시장에 진입하기 위해 해양 철분 시비 사업을 추진하고 있다. 해양 철분 시비 사업이란, 농경지에 비료를 살포하는 것과 마찬가지로, 철분이란 영양분이 결핍된 해양에 인위적으로 철분을 첨가함으로써 식물성 플랑크톤을 대규모로 번식시키고, 이를 통해 대기 중 이산화탄소를 감축하여 획득한 탄소 크레디트를 판매하려는 것이다. 이러한 해양 시비의 잠재적 해양환경영향과 관리방안에 대해 2007년부터 폐기물 및 기타 물질의 투기로 인한 해양오염방지에 관한 국제협약에서 논의하기 시작되었다. 본 소고는 이러한 시비 사업의 동향을 살펴 보고 당해 활동에 대한 국제 관리체제의 발전을 모색하기 위하여 해양 시비의 원리 및 관련 기업의 사업 추진 현황을 검토하고, UN 해양법협약, 런던협약 및 의정서 등 관련 국제 법적 체제를 영해, 배타적 경제수역, 공해 별로 고찰하였다. 국제사회는 기존의 런던협약/의정서를 중심으로 하고 UN 총회 산하의 유엔 해양 및 해양법협약 비공식 공개협의체를 통해 해양철분시비사업을 관리할 것으로 전망된다.

**Abstract** – Rapid accumulation of carbon dioxide in the atmosphere for the past century leads to acidify the surface ocean and contributes to the global warming as it forms acid in the ocean and it is a green house gas. In order to curb the green house gas emissions, in particular carbon dioxide, various multilateral agreements and programs have been established including UN Convention of Climate Change and its Kyoto Protocol for the last decades. Also a number of geo-engineering projects to manipulate the radiation balance of the earth have been proposed both from the science and industrial community worldwide. One of them is ocean fertilization to sequester carbon dioxide from the atmosphere through the photosynthesis of phytoplankton in the sea. Deliberate fertilization of the ocean with iron or nitrogen to large areas of the ocean has been proposed by commercial sector recently. Unfortunately the environmental consequences of the large scale ocean iron fertilization are not known and the current scientific information is still not sufficient to predict. In 2007, the joint meeting of parties of the Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter, 1972 and 1996 Protocol (London Convention/Protocol) has started considering the purposes and circumstances of proposed large-scale ocean iron fertilization operations and examined whether these activities are compatible with the aims of the Convention and Protocol and explore the need, and the potential mechanisms for regulation of

<sup>†</sup>Corresponding author: ghhong@kordi.re.kr

such operations. The aim of this paper is to review the current development on the commercial ocean fertilization activities and management regimes in the potential ocean fertilization activities in the territorial sea, exclusive economic zone, and high seas, respectively, and further to have a view on the emerging international management regime to be London Convention/Protocol in conjunction with a support from the United Nations General Assembly through The United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea.

**Keywords:** 기후변화(Climate Change), 이산화탄소(Carbon Dioxide), 해양(Ocean), 해양철시비(Ocean Iron Fertilization), 공해(High Sea), 국제관리(International Management)

## 1. 서 론

18세기 증업 산업혁명과 함께 진행된 인구의 급격한 증가<sup>1</sup>는 화석 연료의 사용량을 증가시켰다. 화석 연료의 연소 결과, 그 부산물인 이산화탄소가 대기에 배출되었으며, 그로 인해 대기 중 이산화탄소의 함량은 급속히 증가해 왔다. 이산화탄소의 인위적 배출이 지구 온난화 및 해양 산성화를 촉진시킨다는 것은 널리 알려진 사실이다. 이산화탄소의 대기 배출 문제는 그 영향이 전지구적이다. 1992년 유엔기후변화협약은 이산화탄소 대기배출 문제가 국제정치사안으로 공식적으로 대두된 분기점으로 볼 수 있다. 한편, 학계 및 산업계는 인위적인 지구공학작 조작을 통해 대기 중 이산화탄소의 함량을 감소시키기 위한 여러 가지 개념을 개발하고 또 제안해왔다(Michaelson [1998]). 최근 시행되고 있는 화력발전소에서 발생한 이산화탄소를 해저나 육상 심부피압대수층에 격리하는 방안도 그 중의 하나이다(홍 등 [2005]). 이 중 해양학계에서는 해양 식물 플랑크톤의 광합성이 증가하면 대기중의 이산화탄소 농도가 줄어드는 등 식물플랑크톤 생리작용과 대기 중 이산화탄소 농도와의 연관성을 일부 해역에서 집중시험하고 있다. 또한 동 개념을 상업적으로 응용하여 ‘해양 철분 시비(施肥) 사업’을 추진하려는 노력이 몇몇 기업들에 의해 이루어지고 있다.<sup>2</sup>

본 소고에서는 해양 철분 시비 사업과 관련한 과학적, 법적 측면을 고찰하고 동 사업에 대한 국제법의 적용범위를 검토하여, 환경 오염 문제를 야기할 수 있는 공해상의 해양 이용 행위를 관리하기 위한 잠재적인 국제 관리체제에 대해 논의해 보고자 한다.

## 2. 문제의 제기

플랑크토스 사(社)가 제출한 해양 철분 시비 사업의 허가 신청서에 대해 미국 정부(환경보호청, EPA)는, 동 사업의 환경적 영향에 대한 검토가 불충분하다는 이유로 당해 허가서의 발급을 유보하였다. 이후 2007년 5월 23일 동 회사는 미국의 기국선인 웨더버드 2호를 사용하지 않을 것임을 밝혔으나, 사업을 수행할 선박

이 어느 국가의 국기를 달 것인지, 혹은 어느 국가 항구에서 출항할 것인지에 대해서는 밝히지 않았다. 이와 관련하여 미국 정부는 플랑크토스 사의 철분 시비 사업이 미국(美國)기를 게양한 선박에 의해 이루어질 경우 동 선박은 미국의 해양 투기법(Ocean Dumping Act)과 UN 해양법협약 제217조에 의거한 규제의 대상에 속한다고 보고 있음을 밝혔다. 또한 동 사업에 대한 국제 기구로서 ‘투기는 단순 처분 이외의 목적을 지닌 물질의 배치를 포함하지는 않으나, 이러한 배치가 협약의 목적에 위배되지 않는 경우에 한해서만 허용된다’라는 런던협약 제3조 1항 b호 규정 및 기타 국제 레짐(예, 해양에 관한 지역 협정)이나 개별 국가의 국내 레짐 역시 이 행위에 대해 적용될 수 있을 것으로 보고 있음을 밝혔다. 더불어 미국 정부는 동 사업에 대한 관할권을 가진 국가가 해양 오염 사전방지주의 원칙에 의해 이 사업을 주도 면밀히 평가해 줄 것을 런던협약/의정서 당사국들에게 요청했다. 이와 같이 미국 정부가 런던협약/의정서 과학그룹 회의를 통해 공식적으로 해양철시비 사업의 환경영향관리와 국가 관할을 회피하려는 해상활동에 대한 관리의 2 가지 문제를 제기함으로써 동 사업은 국제 정치적인 문제가 되었다.

## 3. 해양 철분 시비의 본질

**3.1 해양 식물 플랑크톤, 광합성, 탄소 고정, 철의 상관관계**  
 ‘광합성’이란 식물이 빛을 이용하여 화합물 형태로 에너지를 저장하는 화학 작용을 일컫는데, 식물은 이러한 광합성 과정에서 대기 중의 이산화탄소를 고정한다. 수심이 10여 미터 이하인 연안 해역을 제외하면 대부분의 해양의 수심은 5000 m 이상이다. 이 해역의 대표적인 식물은 식물 플랑크톤이라고 불리는 햇빛이 충분한 해양의 표면에 서식하는 부유성 식물이다. 식물 플랑크톤의 화학적 조성은 전 세계 해양에 걸쳐서 거의 일정하다. 영양 공급이 충분한 경우 식물 플랑크톤의 탄소 : 질소 : 인 : 철 원자의 비율은 106 : 16 : 1 : 0.001이다 (Adhiya and Chisholm [2001], (Fig. 1)). 즉, 철분 1개의 원자는 106,000개의 탄소 원자를 고정시키는데 (Sunda and Huntsman [1995]), 이는 중량 기준으로 철 1킬로그램이 83톤의 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)를 고정시킬 수 있음을 의미한다. 해양에 많은 이산화탄소에 비하여 영양물질 중 어느 한 원소라도 부족하면 식물 플랑크톤의 성장은 저하된다. 다시 말해, 영양물질이 부족할 경우 대기 중의 이산화탄소를 충분히 고정할 수 없게 된다.

<sup>1</sup>1860년대 세계인구는 약 10억 명에 불과했으나, 2007년 3월 현재 약 65억 명에 달하고 있다.

<sup>2</sup> ‘해양 철분 시비(施肥)사업’이란, 특정 비료 살포를 통해 해양 식물 플랑크톤의 성장을 촉진하여 대기 중 이산화탄소를 심해로 전이하고, 동 이산화탄소 감축에 따른 크레딧을 생산하여 탄소 시장에서 판매하는 것이다.

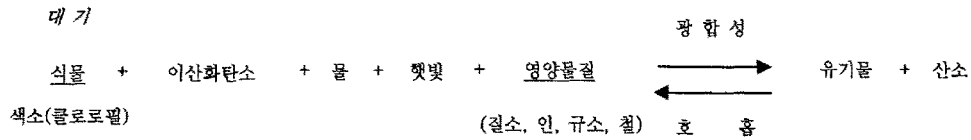


Fig. 1. Photosynthesis of Phytoplankton in the surface layers of the ocean.

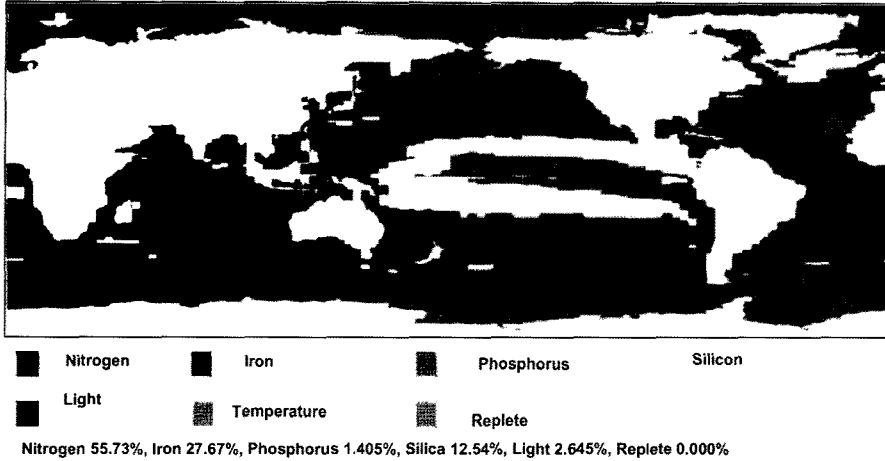


Fig. 2. A distribution chart of factors of limitation to the growth of diatoms, phytoplankton (Moore et al. [2004]에서 허가 인용).

철은 식물 플랑크톤의 광합성에 필수적인 영양물질 중의 하나이다. 식물 플랑크톤은 표층 해양에서 성장하는데, 표층 해양으로 철이 공급되는 경로는 심해수의 용승에 의해 공급되거나 대륙에서 하천이나 대기(바람)를 타고 공급된다. 대부분의 해역에서는 대륙으로부터의 철의 공급이 심해수 용승에 의한 철의 공급 경로보다 더 중요하다. 대륙에서 철은 대기를 통해 주로 토양 먼지의 형태로 해양에 입력되며, 우리나라에서 경험하는 황사가 그 대표적인 예이다. 이러한 대륙의 먼지에는 원래 철이 3~5% 함유되어 있으나, 근대의 토양 이용, 경작 관습의 변화 및 녹화 사업으로 인해 최근 수십 년 간 먼지 중 토양의 비율이 기존의 25퍼센트 수준으로 감소했다.

**3.2 해양 철분 시비(施肥) 가설(The Iron Hypothesis)**

1975년 해양학자 존 마틴(John Martin, 1935~1993)은, 식물 플랑크톤이 광합성 과정에서 대기 중의 이산화탄소를 고정하고, 고정된 이산화탄소(생물체) 중 일부는 해저로 가라앉게 되고<sup>3</sup>, 심해에 가라앉은 생물체가 분해되어 다시 이산화탄소를 대기로 배출하는 데에는 1천년 이상의 시간이 소요된다는 점에 착안하였다. 또한 고영양 저식물량(클로로필) 함유 해역(HNLC 해역)<sup>4</sup>에서 수집한 해수를 대상으로 철의 농도를 측정했다. 그 결과 이들 해역의 해수는 철의 농도가 매우 낮거나 거의 존재하지 않는 것으로 드러났다. 이를 통해 그는 식물 플랑크톤의 성장에는 철이 필요

하므로 철의 결핍이 HNLC 해역의 저식물량의 유일한 원인이라는 가설을 창안하였다. 마틴은 그의 가설을 시험하기 위해 남극에서 채집한 해수 중 일부 시료에는 철을 투입하고 나머지는 그대로 배의 갑판에 두었다. 며칠 후 철을 투입한 병에서만 식물 플랑크톤이 번식하는 것을 관찰할 수 있었다. 즉, 식물 플랑크톤을 대량 번식시킬 수 있다면 대기중의 이산화탄소 함량을 줄여, 대기 중 이산화탄소 존재로 인한 지구온난화를 방지할 수 있을 뿐만 아니라 빙하기를 오게 할 수 있다는 주장을 발표했다(Martin [1990]).

**3.3 해양 철분 시비 후보지: HNLC 해역**

식물 플랑크톤의 성장을 촉진하여 대기 중 이산화탄소의 함량을 감축하기 위해 해양에 철을 살포할 경우, 철분은 결핍되었으나 질소와 인계 영양물질이 풍부한 해역을 선정하는 것이 합리적이다. 이처럼 세계 해양에서 질소와 인은 풍부하나 철이 부족한 곳은 적도 태평양 및 남부 해양이다(Sunda and Huntsman[1995], Moor et al. [2004]).

철분 결핍 해역의 규모는 적도 부근 태평양에서 가장 크고, 인의 결핍에 따라 제한되는 해역의 규모는 북대서양에서 가장 광범위하다. 대부분의 열대, 아열대 해역에서 식물 플랑크톤의 성장은 철에 의해 제한된다 (Fig. 2). 즉, 세계 대부분의 해역에서 식물 플랑크톤의 성장을 제한하는 영양염은 철이고 볼 수 있다 (Moore et al. [2004]).

**4. 해양 철 시비 사업 관련 런던협약의정서 회의 동향**

**4.1 2007년 6월 런던협약/런던의정서 합동과학그룹 회의**  
 지난 2007년 6월에 개최된 런던협약/런던의정서의 합동과학그

<sup>3</sup>모스랜드 해양연구소(the Moss Landing Marine Laboratories)소장이었던 존 마틴(John Martin)은 1981년 VERTEX(Vertical Transport and Exchange of Oceanic Particulate Program)연구사업에서 퇴적물 트랩을 수중에 계류하여 일정 시간 동안 플랑크톤 사체의 형태로 해저에 가라앉은 이산화탄소의 양을 측정하였으며, 이를 통해 '해양 철분 시비 가설'을 정립하였다.

<sup>4</sup>HLNC(high-nutrient, low-chlorophyll) 해역이란, 영양분은 많으나 플랑크톤 번식에 필요한 철분이 부족하여 식물 플랑크톤의 번식이 많지 않은 지역을 의미한다.

를 회의에서 각국 정부대표단은 해양에서의 철분 시비 작업의 효율성과 그로 인해 야기될 수 있는 환경상의 잠재적 영향에 관해 알려진 사실들이 부족하므로, 그와 같은 대규모 사업을 정당화할 수 없다는 견해를 표시했다. 이는 해양과학계의 학문적 견해와 궤를 같이 하는 것이다 (Adhiya and Chisholm [2001], Buesseler et al. [2008]). 동 과학그룹은 대규모로 해양에 철분을 살포하면 해양 환경과 인류의 건강에 부정적 영향을 미칠 수 있음을 지적하였다. 또한 이러한 해양 시비 활동이 런던협약 및 런던의정서의 목표와 합치하는지의 여부를 신중하게 평가해야 한다고 강조하였다.

동 회의에서 비정부간 기구인 국제자연보전연맹 (World Conservation Union, IUCN)과 국제그린피스(Greenpeace International) 역시 이와 같은 의견을 피력하였다. IUCN은 철분 시비 사업이 그 성격과 규모 측면에서 사상 초유의 상업적 성격의 대규모 사업이라는 점을 상기시키면서, 동 사업의 결과 현저한 양의 탄소를 해양에 격리할 수 있을지 여부가 확실하지 않고, 특히 열대지역에서는 이 사업의 효과가 일시적일 수 있다고 보는 과학계의 입장에 동의함을 밝혔다. 또한 기후변화의 영향을 감소시킬 방안을 탐색하기 위한 것으로써의 과학적 연구의 중요성을 인식하고는 있으나, 해양 환경의 변화를 유발할 수 있는 물질의 고의적인 처분을 포함하는 연구 및 시범 사업, 그리고 상업적 성격의 활동들은 런던협약 및 의정서의 엄중한 규정들에 따라야 한다는 입장을 표명했다.

국제그린피스는 해양 철분 시비 사업에 관한 상업적 관심이 증가하고 있다는 사실에 대해 우려를 표명하고, 동 사업에 대한 국제적 모니터링 및 통제 메커니즘이 결여되어 있음을 지적하면서, 과학그룹이, 철분, 플랑크톤, 그리고 탄소간 상호작용의 복잡성 및 이에 대한 주의를 강조하고 있는 최근 과학 조사 연구 보고서들을 검토하기를 요청하였다. 또한, 과학그룹이 철분 시비 사업이 해양 생태계에 미칠 수 있는 부정적 영향의 불확실성 및 잠재성을 고려하여 동 문제를 긴급히 심의할 것을 촉구하고, 동 사업을 적절히 평가 감독할 수 있는 국제 법규가 별도로 존재하지 않으므로 런던협약/의정서 당사국회의를 통해 동 문제를 시급히 검토해야 한다고 주장하였다.

동 회의를 통해 과학그룹은, 해양 시비 사업이 런던협약/의정서의 목적에 합치하는가를 평가하기 위한 항목으로서 다음 7가지를 명시하였다. (1) 철분 및 철분과 함께 투입될 수 있는 기타 물질들의 추정치와 잠재적 영향, (2) 식물 플랑크톤이 대규모로 번식하거나 혹은 죽은 식물 플랑크톤이 부패되면서 발생할 수 있는 가스들의 잠재적 영향, (3) 수중 산소 농도의 감소를 포함하여, 대규모로 번식한 식물 플랑크톤의 부패로 수질이 변하게 될 공간적 범위 및 잠재적 영향, (4) 대규모로 번식할 것으로 예상되는 식물 플랑크톤의 유형과, 발견할 수 있는 해로운 해조류의 대규모 번식에 따른 잠재적 영향, (5) 자연적으로 나타나는 해양 생물 종 및 군집을 포함한 해양 생태계에 대한 잠재적 영향의 본질 및 범위, (6) 퇴적물과 해수간의 분배를 고려한 이산화탄소 격리 예상량, (7) 동 사업으로 인한 해양의 이산화탄소 수치균형의 변이 추정.

이와 동시에 과학그룹은, 해양 철분 시비 활동을 적절히 규제하

기 위해 당사국들이 다음의 3 가지 사항을 동년 11월 런던협약 및 런던의정서 당사국회의를 통해 적절히 검토하기를 촉구하였다. (1) 대규모 해양 철분 시비 활동의 목적과 현황, 그리고 런던 협약 및 런던의정서 목적과의 합치 여부, (2) 당해 활동에 대한 규제의 필요성 및 규제를 위한 잠재적 메커니즘, (3) 당해 활동에 대한 기타 국제 협정 및 제도를 통한 검토의 적절성.

#### 4.2 2007년 11월 런던협약 제29차 및 런던의정서 제2차 당사국회의

남태평양위원회(CPPS)는 갈라파고스 제도 부근의 10,000 km<sup>2</sup> 해역에 대한 플랑크토스 사의 철분 시비 사업 계획에 관해 법적, 환경적 함의를 검토하였다. 동 위원회는 2007년 11월 런던협약/의정서 당사국회의에서, 당해 사업이 남동태평양 해양 환경에 끼칠 영향에 대해 심각한 우려를 표명하고, 동 해역에서의 철분 시비 활동 및 그와 관련한 실험에 대한 반대사를 표명하였다. 이와 관련해 각 당사국들은 제29차 및 제2차 당사국회의에서 해양 철분 시비의 효율성 및 잠재적 환경 영향에 관해 알려진 바가 불충분하므로 당해 활동을 정당화할 수 없음을 확인하고, 철분 및 기타 물질의 투기에 따른 남동태평양 해양 환경의 부정적 영향을 우려하였다. 그에 따라 당사국들은 철분 및 기타 물질의 해양 시비 활동을 모두 검토하기로 결의하였으며, 이와 관련한 법적 체제를 고찰하여 그 적용방안을 개발하기로 하였다.

### 5. 해양 시비 사업 추진 기업

해양 시비를 통해 대기 중 이산화탄소를 감축하는 사업을 추진하고 있는 기업은 플랑크토스 *Planktos*, 오션너리쉬먼트 *Ocean Nourishment Corporation*, 클라이모스 *Climos* 등이 있으며, 동 기업들의 사업 계획을 간단히 살펴보도록 한다.

#### 5.1 플랑크토스 *Planktos* 사(社)

미국 캘리포니아주 샌프란시스코에 소재한 플랑크토스 사는 태평양의 갈라파고스 제도에서 서쪽으로 350마일 떨어진 해역에서 철분 시비 사업을 추진하는 계획을 2007년 3월 발표했다. 플랑크토스는 시범 사업 수행을 위한 선박을 동년 5월 출항시킬 예정이었으나 이를 연기하였으며, 동년 11월 6일, 사업 수행 선박 웨더버드 2호(Weatherbird 2)가 플로리다에서 대서양의 비공개 해역으로 출항했다고 발표하였다. 그러나 플랑크토스는 환경론자들의 거센 반발을 이유로 사업 시행 해역에 대한 구체적인 정보를 공개하지 않았다. 동 선박이 11월 중순 버뮤다 제도에 정박하자, 환경 관련 단체인 ‘해양보호목자협회(Sea Shepherd Conservation Society)’와 ‘버뮤다 국가신탁(Bermuda National Trust)’은 버뮤다 근해에서의 해양 시비 활동을 강하게 반대하였다. 이에 대해 플랑크토스의 설립자 조지(Russ George)는 버뮤다 제도의 해역은 사업 시행 해역에 해당하지 않으며, 동 선박이 카나리 제도를 향해 항해할 예정이라고 밝혔다. 그는 또한 동 선박이 총 6개의 시범

계획을 수행할 것이라고 언급하였으며, 플랑크토스는 동 시범 사업을 통해 수백 톤의 철분을 해양에 뿌릴 것이라고 밝힌 바 있다. 동 회사는 결국 국내외적인 반대에 직면하여 경비를 조달하지 못하고 파산하였다.

### 5.2 오션너리쉬먼트 Ocean Nourishment Corporation사

호주 뉴사우스웨일즈에 소재한 오션너리쉬먼트 사 역시 해양 시비 사업에 관한 시험을 계획하고 있다. 동 기업은 해양 식물 플랑크톤을 번식시키기 위한 비료로서 질소 성분의 요소 약 1000톤을 보르네오 섬과 필리핀의 사이의 줄루(Sulu) 해역에 투입할 계획이다.<sup>5</sup> 동 회사는 2008년 초에 본격적으로 추진할 것으로 보이지만 아마 초기 실험은 2007년에 시작한 것으로 보인다. 실제로 요소를 수천 톤 살포하면 현재 생태계에 위해가 될 수 있음을 전문가들이 지적하고 있다(Gilbert et al. [2008]).

### 5.3 클라이모스 Climos 사

클라이모스 사는 미국 국적의 회사로서, 대기 중 이산화탄소를 자연적으로 제거하는 여러 가지 방안들을 검토하고 있으며, 그 중에서 해양 철분 시비 사업을 우선적으로 개발하고 있다(Kintisch [2007]). 이와 관련해 최근 클라이모스는 EcoSecurities<sup>6</sup>사와 함께, 교토의정서의 청정개발메커니즘(Clean Development Mechanism; CDM)을 기반으로 해양 철분 시비 방법론의 초안을 마련하였으며, DNV(Det Norske Veritas)<sup>7</sup>와 동 방법론을 평가하기 위한 계약을 체결하였다.

## 6. 영리 추구 목적의 해양 철분 시비 사업 출현 배경

### 6.1 UN 기후변화협약에 대한 고찰

기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)<sup>8</sup>이 2007년 발표한 기후변화에 관한 제4차 평가보고서에 따르면, '기후변화(climate change)'란 자연적 변동 혹은 인간 활동으로부터의 기인 여부와 상관없이, 오랜 기간에 걸쳐 기후에 대해 일어나는 일체의 변화를 통칭한다(IPCC [2007]). 그러나 1994년 발효된 UN 기후변화협약은 제1조 2항에서 '기후변화란, 동일한 기간에 관측된 자연적 기후 변이를 제외한, 인간 활동에서 직·간접적으로 유래되는 지구 대기의 조

성의 변화에 기인되는 기후의 변화를 의미한다'라고 규정하고 있다. 즉, IPCC가 "기후변화"에 관한 통상적으로 통용되고 있는 일반적 개념을 사용하고 있는 반면, UN 기후변화협약은 그러한 일반적 개념의 "기후변화" 대신 "온실가스 조성의 변화"를 "기후변화"로 사용하고 있다. 즉, 기후변화협약의 궁극적 목표는 기후 체계의 인위적 교란을 방지할 수 있는 수준으로 대기 중 온실가스 농도를 안정(기후변화협약 제2조)시키는 것으로 인위적인 이산화탄소 배출 억제나 종료를 목적으로 한다.

유해 폐기물의 일반적인 관리 전략은 다음 3단계로 구성된다.<sup>9</sup> 즉, 어떤 폐기물이 유해한 것으로 판명되면, 첫째, 동 폐기물의 발생을 방지해야 하며, 둘째, 동 폐기물의 발생량을 감축해야 하고, 셋째, 동 폐기물을 환경영향이 최소가 되는 공간에 처분하기 위한 방안을 강구해야 한다. 이산화탄소의 경우, 동 물질이 지구 온난화 및 해양 표면의 산성화를 유발한다는 사실이 판명되었으므로, 이를 관리하기 위해 일반적인 폐기물 관리 전략이 적용되어야 할 것이다. 그러나 이산화탄소가 석탄 및 석유 등 주요 화석 연료의 연소에 의해 발생하는 유해한 폐기물임에도 불구하고, 동 물질의 물리적 특성이 기체이기 때문에 그에 대한 관리가 용이하지 않으며, 또한 일부 국가는 여전히 이산화탄소를 관리가 필요한 유해한 폐기물로서 인식하지 못하고 있다. 게다가 이산화탄소 배출은 각국의 에너지 포트폴리오와 연관되어 있다. 현재 이산화탄소 배출을 감축하려는 UN 기후변화협약은 제대로 준수되지 않고 있다. 하지만 동 협약의 목적은, 유해 물질의 생산을 제한하려는 기타 환경 관련 협약<sup>10</sup>의 수립 정신과 상이하지 않으며, 따라서 동 협약상 '기후변화'라는 용어 자체에 특별히 집착할 필요는 없을 것이다.

이산화탄소의 인위적인 대기 배출을 제한하기 위한 UN 기후변화협약은 1997년 제3차 당사국회의에서 교토의정서 *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*를 채택하고 선진국에게 온실가스 배출의 감축 목표(Quantified Emission Limitation and Reduction Objectives; QELROs)를 부과하였다. 동 당사국회의는 또한 감축 목표의 실효성을 위해, 당해 의무를 부담하는 선진국들이 다른 국가와 협력하여 감축 목표를 달성함으로써 감축 비용을 절감할 수 있도록 하는 '신축성 메커니즘' 혹은 '교토 메커니즘(Kyoto Mechanism)'이란 수단을 마련하였다(백 [2003]). '교토 메커니즘'은 구체적으로 공동이행(Joint Implementation), 배출권 거래 제도(Emission Trading), 청정개발제도(Clean Development Mechanism, CDM)로 구성되어 있다. CDM 하에서 개도국에 투자한 분만큼 감축을 인증하는 인증배출감축분(Certified Emission Reduction, CER)<sup>11</sup>이 시장에서 거래된다.<sup>12</sup>

<sup>5</sup> <http://www.nature.com/news/2007/071112/full/news.2007.230.html>. 2008년 4월 방문

<sup>6</sup> EcoSecurities는 아일랜드 국적 기업으로서 세계적으로 탄소 크레딧의 개발 및 거래 사업을 주도하고 있는 회사이다. 동 기업은 교토의정서의 청정개발메커니즘(CDM) 관련 사업을 최초로 개발하였으며, 온실 가스의 배출을 감축하기 위한 교토의정서의 사업들을 계획 및 관리하고 있다.

<sup>7</sup> 기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)은 인간 활동에 대한 기후 변화의 위험을 평가하고 그에 관한 객관적 정보를 제공하기 위해 세계 기상 기구(WMO)와 유엔 환경계획(UNEP)에 의해 1988년 설립된 조직으로 기후관련 보고서를 발행한다.

<sup>8</sup> DNV(Det Norske Veritas)는 생명, 재산 및 환경의 보호를 목적으로 1864년 노르웨이에서 설립된 재단법인으로서, 주로 각종 사업의 위험 관리 방식을 검토하여 이를 개선하는 업무를 수행하고 있으며, 또한 교토의정서 청정개발메커니즘(CDM)과 관련한 사업 계획의 타당성 등을 평가하는 서비스를 제공하고 있다.

<sup>9</sup> 런던의정서(런던협약 1972의 1996의정서) 제4조 제1항 제2호, 동 의정서 제2부속서 1조-6조, 런던협약 72의 제6조 제3항, 동 협약 제3부속서 C항 4호.  
<sup>10</sup> 예, 1985 오존층보호 비엔나협약(1985 Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer)/1987 오존층고갈물질에 관한 몬트리올 의정서(1987, Montreal Protocol on Substances That Deplete the Ozone Layer).

<sup>11</sup> 최초의 CER은 2005년 10월 혼두라스의 2개 수력발전소에 발행되었다. La Esperanza Hydroelectric Project 사업은 이탈리아에 의해 추진되고, 매년 37,000 CERs를 생성할 것으로 예상되며, Rio Blanco Small Hydroelectric Project<sup>12</sup>는 핀란드에 의해 추진되며, 매년 17,800 CERs를 생성할 것으로 예상된다.

**6.2 탄소 배출권 거래 제도(Emission Trading)**

국제 탄소 시장은 의무감축 탄소시장(compliance carbon market) 과 자발적 탄소시장(voluntary carbon market)으로 구분된다(World Bank [2007], Lunsford [2007]). 2006년의 규모는 총 미화 30,197 백만 불이고 2005년에 비해서는 3배 가량 증가하였다(Powell [2007]). 이산화탄소 1 톤당 거래 가격은 상품에 따라 다르나 대개 미화20불 정도이다. 만약 해양 철 시비의 이산화탄소 격리 효율이 10%라고 가정하면, 약 0.1불을 투자로(철 1킬로그램의 국제 가격) 160불의 탄소크레디트를 창출하게 될 것이다.<sup>12</sup> 의무감축 탄소시장은 감축 목표를 갖는 국가들이 교토의정서에서 규정한 방법에 의거한 시장으로 이다. (Alders [2007]), 자발적 탄소시장은 교토의정서에서 규정한 수단 혹은 제도외의 규율로 형성한 탄소 배출권 거래 시장이다(Taiyab [2006]). 유럽 국가들은 2005년 1월부터 CER 크레디트 거래를 시작하였으며, 이와 같은 CER 크레디트는 출처에 따라 톤당 약 6~16달러 가격으로 거래되고 있다. 기업이 청정개발체제(CDM)에 의거한 사업을 통해 CER을 획득하고자 하는 경우, 우선 동 사업을 유치할 개발도상국 및 이를 통해 CER 크레디트를 획득하는 선진국이 존재해야 하며, 기업은 국가로부터 동 사업 참가를 위한 승인을 받아야 한다. 그리고 기업이 동 사업을 통해 획득한 CER 크레디트를 정부에 판매하고자 한다면, 사업 계획 단계에서 그에 대한 타당성 확인(Validation)을 받고, 사업 이행 과정에서 감축 실적에 대한 검증(Verification)을 받아야 한다.

한편 자발적 탄소시장(voluntary carbon market)에서는 자발적 탄소 기준(Voluntary Carbon Standard; VCS) 프로그램이 인증하는 탄소 배출권 (VCU, Voluntary Carbon Units)이 거래된다. 자발적 탄소 기준(VCS) 프로그램이란, 기후 그룹(Climate Group) 및 국제배출권거래협회(ITA), 그리고 지속 가능한 개발을 위한 세계경영협회(World Business Council for Sustainable Development)에 의해 창설된 조직으로서, 교토의정서의 법적 체제로부터 독립된 탄소 배출 관리체제이다. VCS 프로그램은 자발적 탄소 배출권의 세계적 표준을 확립하기 위해 설립되었으며, 자발적인 탄소 배출 사업들을 검토하고 탄소 배출권을 인증하는 역할을 담당한다. VCS 프로그램에 의해 사업의 타당성을 검증하고 탄소 배출권을 획득하기 위해서는 여러가지 요건을 충족해야 한다. 예를 들면, 탄소의 배출량이 당해 사업을 통해 실제로 감축되었음을 증명하고, 그 감축량을 수치화할 수 있어야 하고, 당해 사업을 통한 탄소의 감축은 영구적인 것이어야 하며, 본래 상태로 환원되지 않도록 적절한 안전장치를 마련해야 하며, 당해 사업이 실행되지 않았다면 발생하지 않았을 탄소 배출의 감축이 당해 사업의 실행에 따라 추가적으로 발생한 것이어야 하는 등을 포함한다.

따라서 기업이 해양 철분 시비 사업으로 이익을 얻기 위해서는

<sup>12</sup>해양철시비에 따른 탄소감축효과가 탄소시장에서 규정되지 않았기 때문에 현재로서는 알 수 없으나 평균적인 탄소 거래가격을 감안해서 추산하여 본 것으로, 본 소고에서의 논의를 위하여 시도해본 것 이상의 의미를 부여하지 않아야 한다. 왜냐하면 환경영향평가와 사후 감시에 소요되는 비용을 포함하여 경제성을 평가해야 하기 때문이다.

교토의정서의 청정개발체제를 통해 CER을 획득하거나 혹은 VCS 프로그램이 인증한 VCU를 획득해야 한다. 따라서 동 기업의 CER 혹은 VCU의 인증 여부가 사업시행에 따른 해양환경영향 관리 이외에 사업의 성패를 좌우하게 될 것이다.

**7. 해양 철분 시비(施肥) 사업의 국제 관리체제 예비 분석**

**7.1 UN 해양법협약상 해양 과학조사의 의의**

1975년 존 마틴 John Martin이 ‘철 가설 The Iron Hypothesis’을 발표한 이후, 해양 철분 시비에 따른 대기 중 이산화탄소의 감축 및 해양 생태계 변화를 검토하기 위해 대규모 해양 과학조사가 10여 곳의 주요 HNLC 해역에서 수행되었다.

이와 같은 해양 과학조사와 관련해, UN 해양법협약은 연안국이 배타적경제수역 및 대륙붕에서의 해양 과학조사를 규제, 허가 및 수행할 권리를 갖는다고 규정하고 있다. 그러나 동 협약은 해양 과학조사 사업을 구분하여, 연안국이 동의를 거부할 수 있는 해양 과학조사 사업과 연안국이 동의를 부당하게 지연하거나 거부할 수 없는 해양 과학조사 사업으로 두 가지로 나누어 규정하고 있다. 즉, 연안국은 동 협약 제246조 3항에 따라, 평화적인 목적을 위해, 또한 인류에 유익한 해양환경에 대한 과학지식을 증진시키기 위해 동 협약에 따라 수행하는 해양 과학조사에 동의해야 한다. 그러나 해양 과학조사 사업이 천연자원의 탐사 및 개발에 직접적인 영향을 미치거나 혹은 해양환경에 해로운 물질의 반입을 수반하는 등의 경우에, 연안국은 동 협약 제246조 5항에 따라, 당해 과학조사에 대한 동의를 거부할 수 있는 재량권을 갖는다.

위와 같은 UN 해양법협약의 규정은 순수하게 학문적 목적을 갖는 해양 과학조사 사업을 권장하고 있으나, 상업적 혹은 군사적 목적 등 기타 목적을 위한 해양 과학조사 사업에 대해서는 연안국에게 당해 활동에 대한 관할권을 부여하고 있다. 이와 관련하여, 이산화탄소 격리의 효율성을 연구하기 위해 HNLC 해역에서 10여 차례 실시된 과학조사(Fig. 3)는 순수하게 학문적 목적을 갖는 해양 과학조사 사업에 해당하지만, 플랑크토스 사 등이 추진하는 대규모 해양 철분 시비 사업은 영리를 추구하기 위한 상업적 성격을 갖는 것이므로 학문적 목적의 해양 과학조사에 포함할 수 없다. 따라서 연안국은 동 협약 제246조 5항 규정에 따라, 대규모 해양 철분 시비 사업과 관련한 제반 과학조사 활동에 대해 동의를 하거나 거부할 수 있다.

한편으로, 배타적경제수역 바깥 수역, 공해에서의 해양 과학조사는 UN 해양법협약 제257조 및 제87조 1항에 따라 모든 국가에 개방된다. 그러나, 공해상에서의 해양 과학조사의 자유를 인정하는 경우에도, 당해 과학조사 활동은 해양환경을 보호하고 해양환경 오염을 방지 및 경감하기 위한 모든 조치를 강구하여 이루어져야 하며, 이러한 조치는 직·간접적으로 피해 혹은 위험을 어느 한 지역에서 다른 지역으로 전가시키거나, 어떤 형태의 오염을 다른 형태의 오염으로 변형시키는 것이어서는 안 된다. 따라서 공해

상 해양 시비 활동을 통해 대기 중의 이산화탄소를 감축하더라도, 당해 활동이 해양 환경에 대한 위해를 야기할 수 있다면, 이는 ‘어떤 형태의 오염을 다른 형태의 오염으로 전가할 수 없다’는 UN 해양법협약 제195조의 규정과 합치할 수 없다.

## 7.2 UN 해양법협약과 런던협약/의정서의 관계

1982년 제정된 UN 해양법협약은 해양에 관한 국제관습법으로 국제사회에서 인정되고 있다. 그러나 아직 분쟁해결에는 초기 단계로 평가되고 있다(백 [2005]). 또한 동 협약은 제5절 ‘해양환경 오염의 방지, 경감, 통제를 위한 국제규칙과 국내입법’에서 해양 환경오염에 관한 일반 원칙 및 국내 입법 지침을 확립하고 이와 관련한 세계적 규칙 및 기준의 강제적 이행을 규정하고 있다. 즉, UN 해양법협약 당사국은 동 협약에 따라 해양 환경보호에 관한 세계적 규칙을 준수해야 의무를 가지며, 따라서 런던협약/의정서가 세계적 규칙, 국제레짐으로 인정된다면, 당해 국가는 런던협약/의정서 가입 여부와 상관없이 이를 준수해야 할 의무를 갖게 된다. 또한 UN 해양법협약에 가입하지 않은 국가라 할지라도, 동 협약이 국제관습법의 지위를 가지므로, 당해 국가는 UN 해양법협약 뿐만 아니라 국제레짐으로 인정되는 런던협약/의정서를 준수해야 할 의무를 가진다.

## 7.3 런던의정서의 목적 및 의의

런던의정서는 “당사국들이 개별적 혹은 공동으로 모든 오염원으로부터 해양환경을 보호·보전하며, 폐기물 및 기타 물질의 투기 또는 소각에 의해 유발되는 오염을 방지, 감소 및 제거하기 위하여 각 국가의 과학적, 기술적, 경제적 능력에 따라 효과적인 조치를 취하는” 것을 목적으로 하고 있다. 이때 ‘오염’이란, 생물자원 및 해양생태계, 인류의 건강, 어업 및 기타 해양의 합법적 사용을 포함한 여러 가지 해상활동, 해수의 사용, 그리고 편의 등에 가해지는 위해들과 같은 악영향을 초래하거나 초래할 가능성이 큰, 인간활동에 의한 폐기물 혹은 기타 물질의 직·간접적인 해상에의 투입을 의미한다. 또한, 런던의정서 규정상 ‘투기’란, 선박, 항공기, 플랫폼, 기타 인공 해양구조물로부터 폐기물 및 기타 물질을 고의적 혹은 계획적으로 해양에 처분하는 것을 의미하며, ‘처

분’ 목적이 아닌 목적으로 물질을 배치’하는 것은 ‘투기’에 포함되지 않는다. 단, 이와 같은 ‘물질의 배치’는 동 의정서의 목적에 합치해야 한다고 명시하고 있다.

해양 철분 시비 사업의 경우, 당해 활동을 처분 목적이 아닌 ‘다른 목적을 위한 물질의 배치’로 간주한다면, 이는 런던의정서에 따른 ‘투기’ 행위에 해당하지 않을 것이다. 그러나 해양 철분 시비 사업의 효과에 관해 구체적으로 검증된 사실이 존재하지 않으며, 동 사업의 환경에 대한 잠재적 영향에 대해 국제사회는 심각한 우려를 갖고 있다. 즉, 동 해양 시비 사업은 해양 환경 및 생태계에 해로운 영향을 끼칠 수 있는 활동으로서 런던의정서의 목적에 합치하지 않으므로, 런던의정서 규정상 ‘투기’에 포함된다. 하지만, 이러한 해양 철분 시비가 ‘투기’에 해당하는지 여부와 관계없이, 당해 활동은 ‘해양생태계, 해상활동, 그리고 편의 등에 대한 해를 초래할 가능성이 큰 물질의 직·간접적인 해상 투입’에 해당하며, 따라서 동 활동은 런던의정서에 따라 ‘오염’ 행위에 포함된다.

그러므로 ‘오염원으로부터의 해양환경 보호’ 의무를 갖는 런던의정서 당사국들은 당해 해양 철분 시비 사업을 규제하기 위한 효과적 조치를 취해야 하며, 이러한 문제 해결을 위해 ‘지구적 차원의 접근’ 및 ‘당사국간 지속적 협력 및 원조의 중요성’을 강조하고 있는 런던의정서 전문을 상기하고, 해양 철분 시비 사업을 관리하기 위한 국제적 협력을 도모해야 할 것이다.

## 7.4 주요 HNLC해역의 UN 해양법협약상 국제 법적 지위 및 관리체제

해양 철분 시비를 검토하고 있는 기업들의 사업 대상해역에 관해 정확히 알려진 바가 없으나, 동 기업들은 해양의 철분 결핍으로 인해 식물 플랑크톤의 성장 및 광합성이 제한되는 HNLC 해역을 중심으로 시비 사업을 추진하리라 예상된다. 그러므로 주요 HNLC 해역의 국제 법적 지위를 UN 해양법협약을 통해 검토하고 동 해역에 적용할 수 있는 기타 국제 레짐 및 국내 규칙들을 고찰해 본다면, 해양 시비 사업을 규제·감독하기 위한 국제 관리 체제를 사전에 가늠해 볼 수 있을 것이다.

앞서 살펴보았듯이, 해양 철분 시비와 관련하여 HNLC 해역에서 10여 차례의 학문적 목적을 갖는 과학조사가 실시된 바 있다(Fig. 3).

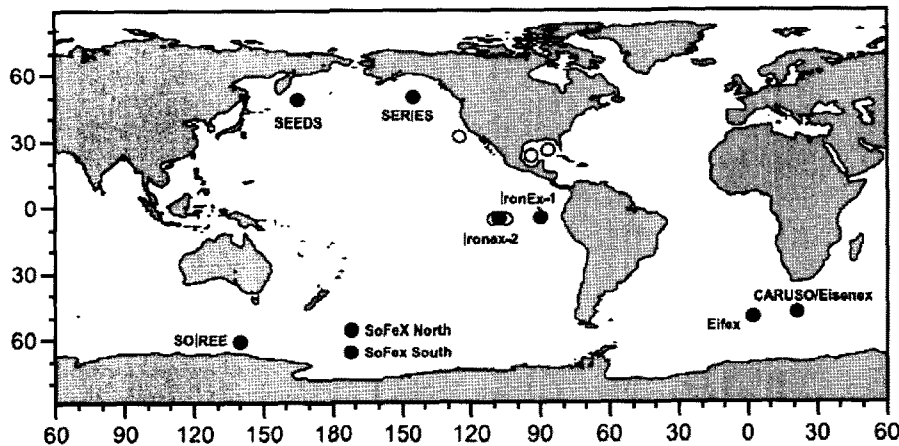


Fig. 3. Chart showing the locations (filled circles) of the nine in situ Fe enrichment experiments conducted thus far (de Baar et al. [2005]). Moreover, also indicated are the open circle off California for the IronEx test site and two experiments GreenSea 1 and 2 at unknown positions in the Gulf of Mexico(허가전제).

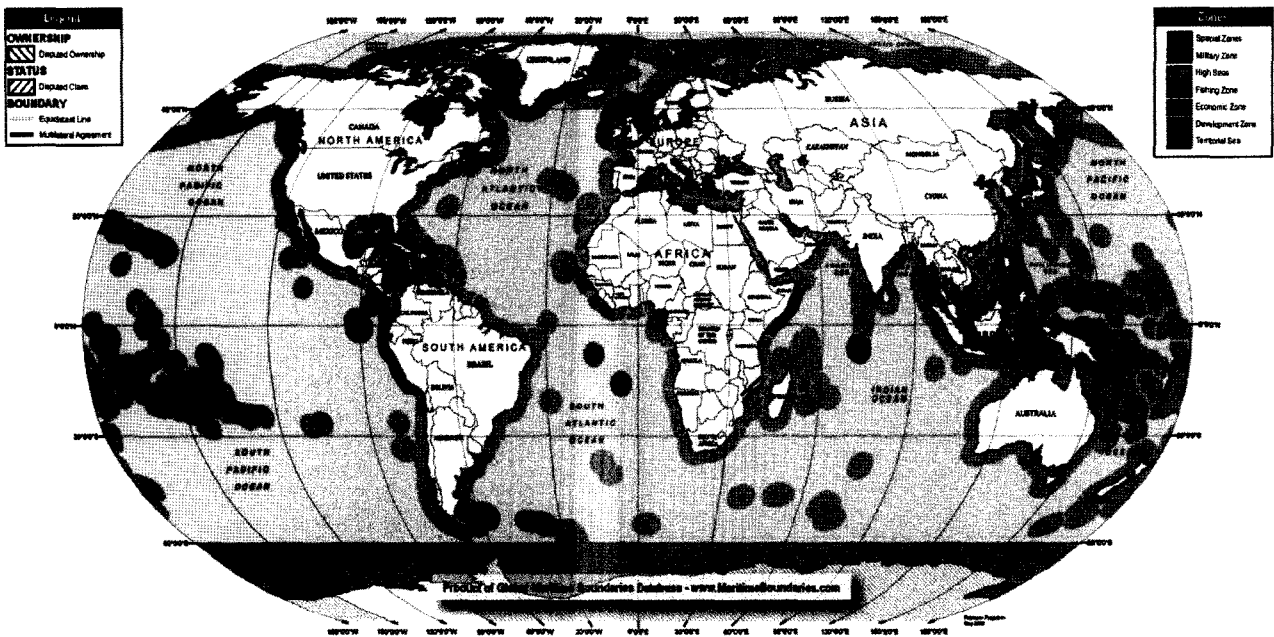


Fig. 4. National maritime boundaries.<sup>13</sup>(허가전제)

HNLC 해역의 구체적 위치를 살펴보면, 북태평양에서 행해진 SERIES 연구 사업은 북위 50도 서경 145도, SEEDS 연구 사업은 북위 48.5도 동경 165도의 해역을 중심으로 수행되었다. 또한 SOIREE 연구 사업은 남위 61도, 동경 141도, CARUSO/EisenEx 연구 사업은 남위 48도, 동경 21도에서 실시되었으며(Bakkera *et al.* [2005]), SOFex 연구 사업 중 남부 구역은 남위 65~67도, 서경 174~170도에서, 북부 구역은 남위 52~57도, 서경 174~164도에서 이루어졌다(Moore [2006]). 남부 해양의 경우 HNLC 해역은 남위 약 30~65도 사이에서 광범위하게 분포하고 있다. 해양 철 시비사업 대상 후보지가 영해, 배타적 경제수역, 공해 중 어디에 속하는지를 판단하기 위해, 세계 해양의 국가 관할권역 분포도(Fig. 4)와 식물플랑크톤의 성장에 대한 제한 영양물질의 지리적 분포도(Fig. 2)를 합성하여 국가 관할 해역 별 식물제한영양물질분포도(Fig. 5)를 작성하였다. Fig. 5에는 지금까지 수행되어온 해양 철 시비에 관한 과학조사해역을 또한 표시하였다.

7.4.1 영해

영해는 세계 해양표면적의 약 6.4%를 차지한다. 해양 철분 시비의 잠재적 대상에 해당되는 해역 중 영해인 곳은 남부 해양에 존재하고 있으며, 남위 30~70도 사이에 위치한 아르헨티나 및 칠레의 영해가 여기에 해당된다 (Fig. 5). UN 해양법협약에 따르면, 연안국은 외국선박의 무해통항을 방해하지 않는 한, 자국 영해에서 외국선박으로부터의 해양오염을 방지, 경감 및 통제하기 위해 국내법령을 제정할 수 있다. 연안국은 또한, 영해를 항해하는 선박이 운항 중에 선박으로부터의 오염을 방지, 경감 및 통제하기 위

해 제정된 국내법령을 위반하였다고 믿을만한 명백한 근거가 있는 경우, 위반 관련 선박의 물리적 조사를 행할 수 있고, 증거가 허락하는 경우 자국 법률에 따라 선박의 억류를 포함한 소송을 제기할 수 있다.

즉, 연안국은 영해에서 배타적 주권을 향유하고 있으며, 따라서 연안국은 자국 영해에서의 해양 철분 시비 사업을 적절히 규제·관리할 수 있다. 그러나, 영해에서 고의적으로 중대한 오염행위를 한 경우를 제외하고는, 외국선박이 영해에서 해양환경 오염의 방지, 경감 및 통제를 위한 국내법령이나 적용 가능한 국제규칙과 기준을 위반한 경우, 연안국은 외국선박에 대하여 별금만 부과할 수 있다.

7.4.2 배타적경제수역

세계 해양표면적의 약 30%를 차지하는 배타적경제수역 중에서 해양 철분 시비 사업이 실시될 수 있는 해역을 살펴보면, 북태평양의 SERIES와 SEEDS 과학조사 구역 사이에 위치한 철분 결핍 해역 중 일부가 러시아, 캐나다 및 일본의 배타적경제수역에 속해 있다. 그리고 남부 해양에서, 아르헨티나, 호주, 뉴질랜드 및 기타 군도 국가들의 배타적경제수역이 철분 결핍 해역으로서 해양 시비 사업 대상에 포함될 수 있다(Fig. 5).

배타적경제수역에서 해양 시비 사업이 실시되는 경우, 영해에서와 마찬가지로 연안국이 당해 시비 사업을 규제·관리하게 되며, 이와 관련한 UN 해양법협약의 규정도 영해의 경우와 크게 상이하지 않다. UN 해양법협약에 따르면, 연안국은 자국의 배타적 경제수역에서 선박으로부터의 오염을 방지, 경감 그리고 통제하기 위하여 권한 있는 국제기구나 일반 외교회의를 통하여 확립된 국제 규칙 및 기준에 합치하고 또한 이에 대하여 효력을 부여하는

<sup>13</sup>http://www.maritimeboundaries.com. 2008년 4월 방문.



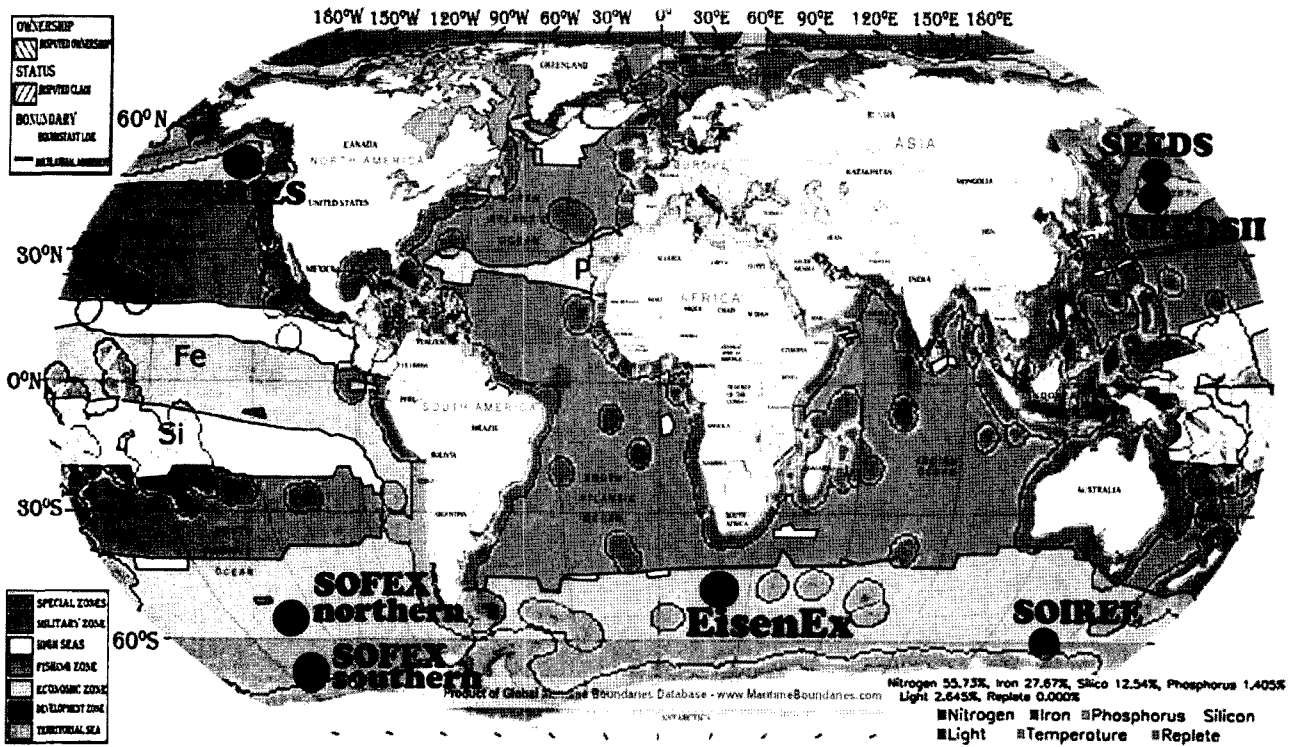


Fig. 5. High-nutrient, low-Chlorophyll ocean areas and national maritime delimitation. The red solid line indicates Exclusive Economic Zone of each countries.

법령을 제정할 수 있다. 또한 연안국은 배타적경제수역을 항행하는 선박이 환경 보호를 위한 상기의 국제규칙 및 연안국의 법령을 위반하였다고 믿을 만한 명백한 증거가 있는 경우, 당해 선박에 대하여 선박식별, 등록항, 그리고 경유 기항지에 관한 정보와 위반발생 여부를 확인하는 데 필요한 그 밖의 관련 정보를 요구할 수 있으며, 동 협약 규정에 따라 당해 선박에 대한 물리적 조사를 행할 수 있다. 즉, 연안국은 해양 시비 사업이 배타적경제수역의 자원에 중대한 피해를 야기하거나 야기할 위험이 있으며 이와 관련한 명백하고 객관적인 증거가 있는 경우, 자국 법률에 따라 선박의 억류를 포함한 소송을 제기할 수 있다. 그러나 연안국이 배타적경제수역에 대한 해양 시비 사업을 규제·관리하기 위해 관련 선박의 억류를 포함한 소송을 제기하는 경우에도, 적절한 절차적 요건을 충족하는 보석금이나 기타 금융 담보에 따라 연안국은 당해 선박의 출항을 허용해야 한다.

7.4.3 공해

공해란 어느 한 국가의 배타적경제수역, 영해, 내수 또는 군도 국가의 군도 수역에 속하지 아니하는 바다의 모든 부분으로서 세계 해양표면적의 약 65%를 차지한다. 하지만 UN 해양법협약은 공해의 법적 지위 및 관할권 행사와 관련하여 효율적이고 배타적인 국제 관리 체제를 확립하지 못하였다. 즉, 영해 및 배타적경제수역의 경우와 달리, 공해에서는 동 해역에서 발생하는 제반 활동을 관리, 감독, 규제하기 위한 권한 있는 중심 기구가 존재하지 않으며, 모든 국가는 자국기를 게양한 선박에 대하여 각 국의 유효

한 관할권을 행사하고 통제할 수 있다.

해양 질분 시비 사업을 수행할 만한 공해 해역을 살펴보면, 북태평양의 SERIES와 SEEDS 과학조사 구역 사이에 위치한 철분 결핍 해역 중 러시아, 캐나다, 일본의 배타적경제수역에 포함되지 않는 해역은 모두 공해에 포함된다. 또한 남부 해양에서 일부 국가의 영해 및 배타적경제수역에 포함되지 않는 대부분의 철분 결핍 해역 또한 모두 공해에 속한다(Fig. 5). 앞서 언급하였듯이 공해에서 발생하는 활동과 관련하여, 모든 국가는 자국의 국기를 게양한 선박에 대해 배타적 관할권을 가지며, 따라서 해양 시비 사업의 경우에도 마찬가지로 기국이 당해 사업에 대한 관리·규제 관할권을 갖게 된다. 이에 관해서는 별도로 다음의 “공해에서의 기국주의 및 기항지국주의” 항목을 통해 자세히 고찰해 보도록 한다.

7.5 공해에서의 기국주의 및 기항지국주의

7.5.1 UN 해양법협약상 ‘기국주의’ 및 ‘기항지국주의’

UN 해양법협약 제92조 1항에 따르면, 선박은 어느 한 국가의 국기만을 게양하고 항행하며 공해에서 그 국가의 배타적인 관할권에 속하는데, 이러한 원칙을 ‘기국주의 flag state control’라고 한다. 동 협약상 ‘기국주의’ 의거하여, 각국은 자국기를 게양하고 있거나 자국에 등록된 선박으로부터의 해양환경 오염을 방지 및 통제하기 위한 법령을 제정하고 동 법령의 준수를 보장해야 하며, 위반행위의 발생장소에 관계없이 이러한 규칙 및 법령을 실효적으로 집행할 수 있다. 또한 기국은 위와 같은 기국 선박의 위반행위에 관해 신속히 조사하고 적절한 경우 소송을 제기해야 한다.

그러나 일부 국가는 UN 해양법협약상 기국 선박에 대한 관리·감독 의무를 성실히 이행하지 않고, 심지어 국제법 준수 능력을 보유하지 않은 선박에 자국 국적을 부여함으로써 부당하게 자본을 축적하였다(AI-Suood [2002]). 그리하여, 기국주의 원칙만으로 해양 오염 방지의 실효성을 확보할 수 없다는 국제 사회의 인식에 따라 기국주의 원칙을 보완하기 위해 채택된 것이 ‘기항지국주의’이다(최 [1996]). 기항지국주의 *port state control* 원칙에 따르면, 자국의 내수, 영해 및 배타적경제수역 밖에서 국제 규칙 및 기준을 위반하여 배출을 행한 선박이 어느 국가의 항구 혹은 연안 정박시설에 자발적으로 들어온 경우, 기항지국이 동 선박의 위반행위에 대한 조사를 할 수 있으며, 증거가 허락하는 경우 사법절차를 개시할 수 있다(최 [1996]).

### 7.5.2 기국주의 원칙의 적용 및 한계

기국주의 원칙의 적용과 관련하여, UN 해양법협약상 국적을 부여하는 국가와 국기를 게양하는 선박간에는 ‘진정한 연계 *genuine link*’가 존재해야 한다. 그러나 기국주의 원칙의 적용을 위한 ‘진정한 연계’의 의미에 관해 각 국가들의 해석이 상이할 뿐만 아니라, 많은 국가들이 선박과 국가간 연계성을 간과함으로써 편의적 *flags of convenience* 문제를 야기하였다. 이와 관련하여 국제 해양법 재판소(International Tribunal for the Law of the Sea; ITLOS)는 1998년 *The M/V “Saiga” (No.2) Case (Saint Vincent and the Grenadines v. Guinea)*에서 “진정한 연계에 관한 UN 해양법협약 규정의 목적은, 선박에 대한 기국의 효율적인 의무 이행을 보장하기 위한 것이며, 당해 선박 등록의 유효성에 관해 타국이 이의를 제기할 수 있는 기준을 확립하기 위한 것은 아니다”라고 판시하였다.<sup>14</sup> 즉, ITLOS의 판례에 따르면 동 협약 제91조 1항 ‘진정한 연계’는 선박의 등록을 위한 필수조건이 아니며, 선박에 대한 기국의 의무를 부과하기 위해 규정된 것일 뿐이다.

ITLOS는 또한, 동 협약 제94조에 따라 기국은 선박에 대한 효율적 관할권 행사를 위한 조치들을 취해야 하며, 선박에 관한 적절한 관할권이나 통제가 행하여지지 않았다고 믿을 만한 충분한 근거를 가지고 있는 국가는 동조 6항에 따라 기국에 그러한 사실을 통보할 수 있다고 판시하였다. 그러나 ITLOS는 동 협약 제94조 규정이 ‘선박에 대한 적절한 관할권이나 통제가 행하여지지 않았다고 여길 만한 충분한 근거를 가지고 있는 국가에게 선박에 대한 기국의 권리를 부정할 수 있는 권한을 부여하는 것은 아니라고 판시하였다. 한편, UN 해양법협약 제91조 1항에 따라 모든 국가는 선박 국적의 부여 및 등록, 그리고 국기 게양의 권리에 관한 조건을 정할 수 있으며, 선박과 기국 사이의 ‘진정한 연계’에 관한 해석 또한 각 국가의 국내법에 따라 적용된다는 견해도 있다(김 [2006]). 즉, 이와 같은 견해에 따르면, 선박과 기국 사이의 ‘진정한 연계’의 성립 여부는 각국의 국내법에 따라 서로 다를 수 있다.

상기 ITLOS의 판례에 따라 ‘진정한 연계’의 의미를 해석한다

면, 동 협약 제91조 이외에는 선박의 등록요건에 관한 규정이 존재하지 않으므로 대부분 국가의 편의치적 관행을 규제할 수 없게 된다. 따라서 해양 시비 사업이 편의치적 선박을 통해 수행되는 경우, 동 선박에 대한 적절한 관할권이나 통제가 행해지지 않을지라도, 타국은 선박에 대한 기국의 관할권을 배제하고 당해 해양 시비 사업을 관리·감독할 수 없다. ‘진정한 연계’를 국내법의 위임사항으로 해석하는 견해에 따르면, 각국은 국내법의 절차 및 요건에 따라 선박에 국적을 부여하고 당해 선박에 대한 관할권을 갖는다. 예를 들어 플랑크토스 사의 사례를 살펴보면, 플랑크토스 사는 미국의 국적을 가지고 있으며, 시비 사업에 활용되는 웨더버드 2호 선박은 플랑크토스 사의 소유이다. 따라서 선박 등록에 관해 소유권 전속주의 및 선원 일부 주의를 규정하고 있는 국내법에 따라 미국은 웨더버드 2호 선박에 대해 기국으로써 공해상 관할권을 주장할 수 있게 된다. 그러나 플랑크토스 사가 해양 시비 사업을 수행하기 위해 웨더버드 2호 선박을 사용하지 않고 다른 선박을 사용한다면, 마찬가지로 편의치적의 문제가 발생할 수 있다.

### 7.5.3 ‘기항지국주의’ 적용의 한계

‘기항지국주의’ 원칙에 따라 기항지국은 원칙적으로 영해 및 내수에서 외국 선박에 대해 형사 및 민사관할권을 행사할 수 있다. 또한 앞서 살펴보았듯이, 자국의 내수, 영해 또는 배타적경제수역 밖에서 국제 규칙 및 기준을 위반하여 배출을 행한 선박이 어느 국가의 항구나 연안 정박시설에 자발적으로 들어온 경우 기항지국은 당해 선박에 대한 조사를 행하고 증거가 허용하는 경우에는 소송을 제기할 수 있다. 그러나 해양 시비 사업과 관련해 기항지국주의 원칙의 적용 가능성을 살펴보면, 시비 사업을 수행하는 선박은, 당해 사업이 국제 규칙 및 기준을 위반하는 우려가 있는 경우, 기항지국의 관할권 행사를 배제하기 위해서 항구에 자발적으로 진입하지 않을 수 있다. 또한 동 선박이 기항지국의 항구에 진입했을 지라도 조난 선박에 대한 ‘관할권 일부 면제’를 주장함으로써 기항지국의 관할권 행사 및 조치를 무효화할 수 있다. 따라서 기항지국주의 원칙을 통한 해양 시비 사업의 규제 및 감독은 용이하지 않을 것이다.

### 7.5.4 새로운 체제 전망

#### 7.5.4.1 국가책임

다자간 환경 협정에 대한 의무 위반으로 피해를 입은 국가는 의무를 위반한 국가에게 해당 피해에 대한 보상을 요구할 수 있다(백 *et al.* [2006]). 그러나 그러한 국가책임의 원용은 실제 피해를 입은 국가만이 제기할 수 있으며, 공해상 해양 시비 사업의 경우에는 실제로 피해를 입은 피해주체가 명확하지 않기 때문에 국가 책임 제도를 원용하는데 한계가 있을 수 있다. 또한 피해를 입은 국가는 당해 피해의 실제적 범위를 측정하여 그에 대해 국가책임을 원용할 수 있다. 그러나 환경 문제는 근본적으로 측정상 불확실성을 수반하는 것이므로, 해양 시비 사업으로 인한 환경에 대한 피해 정도를 정확하게 계량하는 것은 지극히 어려운 작업이고 또

<sup>14</sup>ITLOS, 1999, *The M/V “Saiga” (No.2) Case (Saint Vincent and the Grenadines v. Guinea)*, Judgment of 1 July 1999.

실효적인 법 집행상 불가능할 수 있다. 따라서 국가책임 제도를 원용하여 공해상의 해양 시비 사업을 규제·감독하기 쉽지 않으리라 여겨진다.

#### 7.5.4.2 의무 준수 메커니즘

국제기구나 다자제도는 ‘보고 및 검토’ 제도를 통해 국제 협정에 대한 국가들의 의무 준수를 장려하고 있다. 보고 및 검토 제도란, 당사국이 정해진 지침에 따라 정기적으로 협정 상의 의무 이행 상황에 대해 보고를 하고, 협정에 따라 구성된 당사국 회의 및 기타 적절한 기구가 이러한 보고를 검토하여 당사국의 협정 의미 이행 여부를 평가하는 것이다(백 [2006]). 비록 동 평가 과정을 통해 관련 위원회가 당사국이 협정상 의무를 성실히 이행하지 않았다고 평가하는 경우에도 그에 따른 법률적 제재는 존재하지 않으나, 이러한 보고 및 검토 절차를 통해 ‘부정적 평판(negative publicity)’이라는 압력을 가함으로써 당사국들이 자발적으로 협정상 의무를 준수할 수 있도록 유도하는 것이다.

해양 시비 사업에 적용할 수 있는 UN 해양법협약과 관련한 보고 및 검토 제도를 살펴보면, 해양에 관한 포괄적 현안을 다루는 UN 총회의 ‘해양과 해양법에 관한 비공식 공개 협의회(The United Nations Open-ended Informal Consultative Process on Oceans and the Law of the Sea, ICP)’가 있다.<sup>15</sup> 해양과 해양법에 관한 UN 총회의 연례 결의를 통해 비공식 공개 협의회의 주요 논제가 결정되며, 동 협의회의 토론 위원회는 이러한 논제들을 신중하게 검토하게 된다. 그리고 토론 위원회의 주요 검토사항에 관해서는, 협의회의 공식 회기 이전에 개최되는 비공식 예비 회기에서, 의장이 각국 대표단과의 토의를 통해 결정한다. 따라서 비공식 예비 회기를 통해 해양 시비 사업에 관한 국가들의 인식을 환기함으로써, 동 시비 사업과 관련한 주요 쟁점들이 협의회 토론 위원회의 주요 검토 사항으로서 채택될 수 있을 것이다. 토론 위원회는 해양 시비 사업의 쟁점들을 심각하게 고찰하여 UN 회원국 및 UN 해양법협약 당사국 그리고 관련 단체들이 참석하는 ‘협의 절차’를 통해 발표할 것이며, 이를 통해 해양 시비 사업에 대한 국제사회의 관심 및 주의를 고취할 수 있을 것이다.

의무 준수 메커니즘과 관련한 런던의정서 제18조 규정을 살펴보면, 당사국 회의 또는 당사국 특별회의는 동 의정서의 이행상황을 지속적으로 검토하고 그 유효성을 평가해야 하며, 의정서의 효과적 시행을 촉진하기 위해 요구되는 관련 문제 심의 부속기관을 설치할 수 있다. 런던의정서는 또한 제11조 규정을 통해, 당사국 회의가 동 의정서 준수를 평가 및 증진하기 위한 절차와 기제를 구축해야 하며, 이러한 절차와 기제는 건설적인 방법으로 정보의 전면적이고 공개적인 교환을 위해 개발되어야 한다고 규정하고 있다. 따라서 런던의정서의 의무 준수 메커니즘에 의거하여 해양 시

비 사업에 대한 실효적 관리 역시 가능할 것으로 여겨진다. 즉, 런던의정서 과학그룹 회의 및 당사국 회의를 통해 시비 사업의 과학적 측면과 정책적 측면을 고려하여 현실적인 규제 지침을 마련하고, 이러한 지침에 따라 동 시비 사업을 검토 및 평가함으로써 관련 기업 및 당사국의 효율적인 의무 이행을 유도할 수 있을 것이다.

## 8. 결 론

해양 시비 사업은 상업적 목적으로 해양에 특정 물질을 첨가하는 활동으로서 환경 관련 문제를 수반하고 있으며, 특히 공해상 시비 사업에 대한 국제적 관리가 시급히 요구되고 있다. 동 시비 사업의 해양 환경에 대한 영향은 런던협약 및 의정서의 적용 범위에 포함되며, 런던협약과 의정서는 UN 해양법협약과 양립하는 조약으로서 보편적 국제 레짐의 기능을 갖는다. 런던의정서에 따르면, 생물 자원 및 해양 생태계에 위해한 영향을 초래할 수 있는 활동은 ‘오염’에 해당하며, 모든 국가는 런던의정서 및 UN 해양법협약에 따라 오염으로부터 해양 환경을 보호해야 할 의무를 가지고 있다. 플랑크토스 사 등 기업에 의해 추진되는 철분 시비 사업은 해양 환경에 대한 잠재적 영향으로 인해 동 의정서 규정상 ‘오염’을 구성할 것으로 보인다.

사회규범으로서의 법은 사전 규제의 역할이라기 보다, 주로 사후 규제를 위한 규범으로서 역할을 담당해 왔다. 예를 들어, 신기술에 의해 새로운 도구 혹은 장치가 개발되면, 법은 이러한 신기술로 인해 야기되는 문제점을 규율하고 그로 인한 영향을 규제하는 방향으로 발전해 왔다. 해양 시비 사업을 전문적으로 관리·감독하기 위한 국제적 규범은 아직 존재하지 않으나, 런던협약 및 의정서의 당사국회의가 당분간 동 사업의 국제적 관리 주체가 될 것이고 강제적 집행의 효율성에서는 의문이 있으나 유엔총회산하의 해양과 해양법에 관한 비공식 공개 협의회에서 광범위하게 논의될 것으로 전망된다. 따라서 해양 시비 사업과 유사한 행위에 대한 우리나라의 국내법 규정에 대해서도 위와 같은 국제 동향이 반영될 수 있도록 검토를 시작해야 할 것이다.

## 사 사

원고를 검토하신 서울대 백진현 교수, 편집을 도운 한국해양연구원 문병호 연구원에 감사 드린다. 본 연구는 한국해양연구원에서 수행되었다(PM 38500-1835-4).

## 참고문헌

- [1] Aalders, E., 2007, IETA's guidance note through the CDM project approval process.
- [2] Adhiya, J. and Chisholm, S. W., 2001, "Is ocean fertilization a good carbon sequestration option? A critical review of ocean fertilization methods proposed for addressing the problem of anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions in the atmosphere", Massachu-

<sup>15</sup>이는 유엔총회가 해양법협약의 기본 원칙 이행을 촉진하기 위해 1983년 이래로 활용하고 있는 것으로, 본 협의 회기를 통해 총회는 유엔총회 결의, 결정과 사무총장의 관련 특별 보고서 및 지속 가능한 개발 위원회의 관련 권고 사항에 대해 적절히 고려하여 사무총장의 ‘해양과 해양법’에 관한 연례 보고서를 심의한다. 또한 본 회기에서는 총회에서 고려되어야 할 특정 현안들을 제시할 뿐 아니라, 국가 간 혹은 기관 간 조정 및 협력의 증진이 중점적으로 요구되는 현안들을 파악하고 있다.

- setts Institute of Technology.
- [3] Al-Suood H., 2002, "Port State Control – with special emphasis on the Maldives", Centre for Maritime Law, Annual Report 2002.
- [4] de Baar, H. J. W., Boyd, P. W., Coale, K. H., Landry, M. R., Tsuda, A., Assmy, P., Bakker, D. C. E., Bozec, Y., Barber, R.T. Brzezinski, M. A., Buesseler, K. O., Boye, M., Croot, P. L., Gervais, F., Gorbunov, M. Y., Harrison, P. J., Hiscock, W. T., Laan, P., Lancelot, C., Law, C. S., Levasseur, M., Marchetti, A., Millero, F. J., Nishioka, J., Nojiri, Y., van Oijen, T., Riebesell, U., Rijkenberg, M. J. A., Saito, H., Takeda, S., Timmermans, K. S., Veldhuis, M. J. W., Waite, A. M., and Wong, C.-S., 2005, "Synthesis of iron fertilization experiments : From the Iron Age in the Age of Enlightenment", *J. Geophysical Research*, Vol.110, 1-24.
- [5] Buesseler, K. O., Doney, S. C., Karl, D. M., Boyd, P. W., Caldeira, K., Chai, F., Coale, K. H., de Baar H.J.W., Falkowski, P. G., Johnson, K. S., Lampitt, R. S., Michaels, A. F., Smetacek, V., Takeda, S., Watson, A. J., 2008, *Science*, Vol. 319, 161.
- [6] Gilbert, P., Azana, R., Burford, M., Furuya, K., Al-Azri, A., 2008, "Ocean urea fertilization for carbon credits poses high ecological risks", *Marine Pollution Bulletin*.
- [7] IMO, 2007, "Planktos, Inc., Large-scale Ocean Iron Addition Projects", IMO, LC/SG 30/INF.28.
- [8] IMO, 2007, "Statement of concern regarding iron fertilization of the oceans to sequester CO<sub>2</sub>", IMO, LC-LP.1/Circ.14.
- [9] IMO, 2007, "Regulation of CO<sub>2</sub> sequestration", IMO, LC/SG 30/12.
- [10] IMO, 2007, "Challenging 'geo-engineering solutions' to climate change: The urgent need for detailed scientific scrutiny and international regulations to protect the oceans from large-scale iron fertilization programmes", IMO, LC/SG 30/12/1.
- [11] IMO, 2007, "Statement by CPPS regarding iron fertilization of waters in the South-east Pacific", IMO, LC 29/WP.3.
- [12] IMO, 2007, "Barriers to accession to, implementation of and compliance with international sea dumping controls: Global review & proposals for action", IMO, LC29/INF.2.
- [13] IPCC, 2007, "Working Group 1 Report : The Physical Science Basis", UNEP, IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007.
- [14] Kintisch, E., 2007, "Carbon sequestration: Should oceanographers pump iron?", *Science*, Vol. 318, 1368-1370.
- [15] Lunsford, D., 2007, "Greenhouse gas market report 2007", International Emissions Trading Association (IETA).
- [16] Martin, J. H., 1990, "Glacial-interglacial CO<sub>2</sub> change: The iron hypothesis", *Paleoceanography*, Vol.5, No. 1, 1-13.
- [17] Michaelson, J., 1998, "Geoengineering: A climate change Manhattan Project", *Stanford Environmental Law Journal*, Vol. 17, 86.
- [18] Moore, J. K., Doney, S. C., Lindsay, K., 2004, "Upper ocean ecosystem dynamics and iron cycling in a global three-dimensional model", *Global Biogeochemical Cycles*, Vol. 18, 1-21.
- [19] Powell, H., 2007, "Dumping iron and trading carbon: Profits, pollution, and politics all will play roles in ocean iron fertilization", *Oceanus*, Vol. 46, No. 1. 22-25.
- [20] Sunda W. G., Huntsman S. A., 1995, "Iron uptake and growth limitation in oceanic and coastal phytoplankton", *Marine Chemistry*, Vol. 50, 189-206.
- [21] Taiyab, N., 2006, "Exploring the market for voluntary carbon offsets", International Institute for Environment and Development, London, 36.
- [22] Voluntary Carbon Standard Secretariat, 2007, "Voluntary Carbon Standard Program Guidelines", 19 November 2007.
- [23] World Bank, 2007, State and trends of the carbon market 2007.
- [24] 김인현, 2006, "선박국적 부여 조건으로서의 진정한 연계와 국제사회의 대응", *海事法研究*, 第18卷, 第1號, 69-93.
- [25] 백진현, 2003, "기후변화협약체제의 의무이행 문제: 주요쟁점과 향후 전망", *국제지역연구*, 제12권, 제4호, 1-25.
- [26] 백진현, 2005, "유엔해양법협약 체제의 평가와 전망: 협약상의 국제기구를 중심으로", *국제법학회논보*, 제50권, 제3호, 123-144.
- [27] 백진현, 홍기훈, 2006, "다자간 환경협정의 의무준수 문제", *多者間環境協定の 遵守 : 런던議定書を 중심으로*, 정인아이앤디, 1-19.
- [28] 최동현, 1996, "선박 해양 오염에 관한 기항지국 시행 제도", *해운산업연구*, 제140호, 5-19.
- [29] 홍기훈, 박찬호, 김한준, 2005, "이산화탄소 해저지질구조격리: 기술현황과 제도 예비검토", *한국해양환경공학회지*, 8권, 4호, 203-212.

---

2008년 5월 6일 원고접수

2008년 8월 17일 수정본 채택