

특집논문 '인간 너머의 지리학'의 탐색과 전망

한국의 양식 산업 속 적조와 인간의 관계 작은 것들의 카리스마, 적조* **

Relation between Red Tides and Human in the Korean Aquaculture Industry:
The Charisma of Small Things, Red Tides

김지혜***

비인간이 인간만큼이나 사회의 핵심적인 구성요소라는 것에 주목한 정치생태학계 연구자들은 인간 이상의 접근에 관심을 보이고 있다. 이 접근에 따르면 인간과 비인간은 분리될 수 없기 때문에 사회에 대한 연구는 언제나 인간 이상에 대한 연구이다. 따라서 인간 이상의 세계를 탐구하는 연구자들은 인간과 비인간의 얽힘을 포착하고 이들의 새로운 관계를 모색하고 있다. 이 연구는 적조와 적조를 구성하는 *Margalefidinium polykrikoides*라는 비인간에 주목하여 비인간의 행위성을 탐구한다. 특히 한국의 양식 산업에서 적조가 어떤 식으로 얽혀있는지 살펴보면서, 적조와 인간의 관계에 대해 분석한다. 이 연구는 대규모의 적조와 양식어패류의 대량 폐사가 연달아 일어나면서 적조가 실험실과 제도의 공간으로 들어가는 과정에 주목한다. 이때 적조는 *M. polykrikoides*라는 한 종의 개체군으로 대체되고, 실험실에 들어온 *M. polykrikoides*는 적조의 대표자로 활동한다. 또한 제도에서 적조는 감시하고 관리하며 제어해야 하는 대상으로 간주된다. 그러나 실험실의 *M. polykrikoides*는 적조를 재현하는 데 성공하지 못하고, 제도는 적조를 통제하지 못한다. 오히려 적조는 양식 물고기들을 방류시키는 데 영향력을 발휘한다. 적조는 연안사회생태라는 행위자-연결망을 들여다보게 하고, 행위자들 간의 연결망을 강화하거나 새롭게 기

* 이 논문은 2017년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017H1A2A1042193).

** 비판과 조언을 해주신 <공간과사회>의 심사위원들께 진심으로 감사하다. 면접에 참여해주신 연구 참여자들과 논평을 해주신 김우창·박종문·소윤미·최종민 선생, ANT 책읽기를 함께 해주신 환경사회연구소 구도완·박순열 선생님을 비롯한 세미나팀, 비인간지리학 세미나를 개최하신 황진태 선생, 지도해주시는 윤순진 선생님께도 감사하다.

*** 서울대학교 환경대학원 박사과정(jhkim15@snu.ac.kr)

획하는 데에 일조한다. 이 연구는 적조가 무수히 많은 행위자들의 집합체임을 강조하고, 적조와 그를 구성하는 플랑크톤들이 인간 이상의 공동체 속 일원임을 밝힌다.

주요어: 인간 이상의 접근, 플랑크톤, 적조, 비인간, 마주침

1. 도입

사회를 ‘비인간(non-human)’적인 것으로부터 분리된 것으로 여기거나, 비인간의 행위는 외재적인 것으로 취급하는 학문적 경향에 반대하여 인간 이상의 세계(more-than-human world)를 논하는 연구들이 등장하고 있다. 이러한 연구가 등장한 연유에는 사회생태계가 기후변화나 핵 문제와 같은 지구환경적인 위협에 노출되어 있다는 인식과 부분적으로 관련이 있다. 환경문제들은 인간들의 모임처럼 보이는 사회 역시 물질적인 제한 속에 놓여있다는 것을 자각하게 한다. 이때의 인간들은 인간이 아닌 것들—비인간—과 끊임없이 상호작용하며, 비인간의 행위성(agency)은 인간을 예기치 않은 곳으로 인도한다.¹⁾ 이러한 경향 속에서 인간중심주의나 인간 예외주의로부터 벗어나 비인간 행위자들이 사회와 문화의 행위자로서 연구의 관심 제재가 되고 있다. 개, 고양이 등 집에서 함께 사는 동물들, 식문화와 관련되어 있는 가축과 물고기 등이 연구되었으며, 최근에는 미생물이나 바이러스에 대한 연구 역시 진행되었다(Haraway, 2003; Bear and Eden, 2011; Greenhough, 2012; 이종찬, 2016). 이 연구들은 비인간 행위자들을 정치·사회·문화적인 맥락의 중심에 배치시키면서 행위자들 간의 상호작용을 다루고 있다.

1) 행위성 혹은 행위능력으로 번역되는 agency는 자신을 포함한 행위자들의 행위를 바꾸게 하는 능력을 의미한다(라투르, 2010).

식물플랑크톤으로 통칭되는 미세조류들은 일반적으로 광합성을 하며 바다의 1차 생산자로서 생태계의 기반을 형성한다. 그들은 단세포 동물로서 분열을 통해 증식하지만 환경 악화에 대비하거나 유전적인 안정화 등을 위하여 짝짓기를 하기도 한다. 모든 바닷물에는 식물플랑크톤이 있으며, 이 플랑크톤이 색을 띠 만큼 수적으로 많아질 때 ‘적조’라고 표현된다. 따라서 ‘적조’는 눈에 보이지 않는 미생물이 비로소 인간의 맨눈에 포착되는 현상이며, 비가시적인 존재가 가시성을 띠는 순간이다.²⁾

적조는 고대부터 신화적 신비성을 지닌 존재로 문헌에 등장했다. 구약의 출애굽기 7장에서 “강물이 모두 피로 변하여 고기가 죽고 물은 냄새가 나서 마실 수 없었다.”는 기록은 가시화된 플랑크톤 군집, 적조를 표현하고 있다. 삼국시대나 고려, 조선에도 적조에 대한 기록이 남아있다. “경상도 고성현에 천구성(天狗星)이 떨어져 바닷물이 솟아올랐는데 그 붉기가 피와 같았다.”는 조선왕조실록의 기록처럼 적조는 신비로운 기원을 가지고 있으며 나라나 민족의 길흉과 관련된 예외적이고 특수한 현상으로 여겨졌다.³⁾

적조는 드물게 발견되는 신비스러운 현상이었지, 그 자체가 관리의 대상이지는 않았다. 현미경이라는 도구의 발달로 인하여 적조가 생명 번식 활동이라는 사실이 알려지면서 영양분이나 빛, 온도와 같은 요소들의 영향을 받는 생명체 군집으로서 인식되었다. 그것이 관리의 대상으로 포착된 것은 한국의 경우 90년대 가두리 양식 산업의 발달과 더불어 산업화로 인한 오폐수 문제가 대두되면서부터이다. 연안을 뒤덮

2) 과거에는 바다와 담수에서 나타는 미세조류 대번식(algal bloom)을 모두 적조라고 표현했으나, 90년대에 담수에서 일어나는 녹색의 적조 현상을 녹조라고 표현하는 용어가 등장하면서 현재 담수의 녹조와 해수의 적조가 분리되어 사용되고 있다. 그러나 해수의 적조 역시 붉은색뿐 아니라 녹색, 황갈색 등의 다양한 색을 띤다. 이 연구는 연안의 공간에 집중하고 있기 때문에 해수의 적조에 보다 관심이 있다.

3) 천문우주지식정보 홈페이지, <https://astro.kasi.re.kr>

은 플랑크톤으로 인해 폐사한 물고기들의 이미지는 기사의 단골 사진이 되었으며, 대규모의 적조가 난 후에는 대통령들이 나서서 적조를 ‘제거’할 것을 약속하였다. 플랑크톤이라는 행위자가 사회 문제의 전면에 나서게 된 것이다.

이 연구는 플랑크톤 중 특히 한국의 연안에서 적조 원인으로 주목받고 있는 *Margalefidinium polykrikoides*(마갈레피디니움 폴리크리코이테스, 이명: *Cocholodinium polykrikoides*)라는 종과 적조가 인간과 관계 맺는 방식과 얽힘(entanglement)을 포착하고, 적조 또는 *M. polykrikoides*가 인간들의 집합으로 여겨지는 사회 규칙들을 변형시키는 상황을 살펴볼 것이다.⁴⁾ 특히 한국사회에서 양식업이 등장하면서 적조와 *M. polykrikoides*의 행위성이 보다 도드라지기 때문에, 양식 산업이 본격화되는 1960년대 이후의 언론과 관련 제도를 살펴보면서 적조 또는 *M. polykrikoides*와 관계 맺기가 어떻게 진행되었는지 들여다보고, 실험실에서 *M. polykrikoides*과 만나는 상황에 대하여 심층면접을 통해 알아본다. 적조현상은 해양오염과 직결되었으며 그간 정책결정자와 어업 종사자들에게 적조를 일으키는 *M. polykrikoides*는 감시하고, 관리하며, 제거해야할 대상으로 파악되었다. 그들은 물고기와 인간의 단란한 관계를 비집고 들어가 물고

4) 이 연구가 설계될 당시 이 종의 이름은 *Cocholodinium polykrikoides*였으나, Gómez et al.(2017)의 논문에서 *Cocholodinium*의 대표종(type species)을 비롯한 다른 근연종들과 *Cocholodinium polykrikoides*의 형태학적·유전학적 성질을 비교하여 *Margalefidinium*이라는 신속(new genus)에 *Cocholodinium polykrikoides*를 포함시켰다. 따라서 가장 최근에 개정된 이름에 의하면 *Margalefidinium polykrikoides*이나, 한국의 연안에서 적조 원인으로 가장 많이 회자되고 보고되었던 종명은 *Cocholodinium polykrikoides*이다. 이 종은 1961년 Margalef라는 조류학자에 의해 최초로 보고되었으며, Margalef의 논문에서도 *Cocholodinium polykrikoides*로 명명되어 있었다(Margalef, 1961). 따라서 최초 보고 이후 60여 년이 조금 안 되는 세월 동안 이 종은 *Cocholodinium*이라는 속으로 이름 불려졌으나 이제는 새 속명을 갖게 되었다. 논문에서는 2018년 현재를 기준으로 정식 등록된 학명에 따라 *Margalefidinium polykrikoides*로 종명을 사용하였다. 이후의 논의에서 종명은 로마자 표기를 원칙으로 하되 속은 약어로 표기하여 *M. polykrikoides*로 통일하여 썼다. 학명은 기울임체 사용 원칙에 따라 표기하였다.

기의 몸에 붙어 들의 관계에 휘방을 놓는다. 그러나 이 연구는 *M. polykrikoides*가 언제나 휘방꾼이라는 생각에서 벗어나길 요청한다. 양식 어장, 실험실, 제도의 공간에서 적조와 적조를 구성하는 생물 그리고 인간의 관계를 파악하고, 적대적 관계가 아닌 새로운 관계를 형성할 가능성에 대해 탐색한다.

비인간에 대한 연구자들은 종과 종이 만나는 경계에 대하여 탐구하면서 자연과 인간의 이분법에 도전한다. 그러나 비인간에 대한 대부분의 연구들은 인간과 비슷한 크기의 동물에 더 관심이 있었다(Hird, 2009). 그린하우(Greenhough, 2012)가 지적한 것처럼, 인간이 바이러스(이 연구에서는 미생물)와 맺는 관계 방식은 ‘우리처럼 큰(big like us)’ 카리스마 있는 동물과 맺는 관계 방식과 매우 다르다.⁵⁾ 이 연구는 인간 이상의 세계를 논할 때, 아주 작은 플랑크톤을 생각한다. 다시 말해서 인간-어패류-적조(혹은 *M. polykrikoides*)-(다시)인간으로 이어지는 관계망과 플랑크톤의 행위성에 대해 탐색하고자 한다. 또한 이 연구는 라투르(Latour, 2012)의 표현대로, 주어진 것처럼 보이는 자료들을 연구의 대상으로 적극적으로 끌어내고, 이들의 행위성이 미치는 영향에 대해 탐구하는 하나의 예시이다. 따라서 인간들의 세계가 인간 아닌 존재들과의 상호작용을 통해 존재한다는 것을 보여준다는 점에서 의의가 있다. 특히 플랑크톤은 유동하는 세계인 바다를 가득 메우고 있는 존재이다. 이 연구는 육지와 분리된 ‘자연’으로 여겨지는 바다가 인간과 여러 종들이 끊임없이 상호작용하는 공간임을 보여주고, 적조를 부정적 대상으로 바라보기 보다는 바닷물에 있는 플랑크톤들의 군집이 이루는 거대한 연결망으로서 다시 생각한다. 또 그 거대함이 주는 카리스마에 대해 살펴봄과 적조의 카리스마가 사람들을 바다의 미시적 세계를 탐구하도록 만든 원동력임을 주장한다. 이러한 탐색적 연구는 적조와 인간이

5) 로리머(Lorimer, 2007)에 따르면 보전주의자들은 종종 판다의 귀여운 얼굴이나 개의 친밀성 등을 가리켜 카리스마가 있다고 말한다고 한다. 카리스마에 대한 이론적 논의는 2장에서 다룬다.

관계 맺는 새로운 방식을 모색하는 실마리를 제공할 것이다.

2. 인간 이상의 접근: 이론적 논의 및 문헌검토

인간 이상의 접근은 자연과 사회의 관계를 이론적으로 파악하던 기존의 학문적 논의들에 반하여 복잡하게 얽혀 있는 관계를 탐색하는 정치생태학계의 새로운 움직임 중 하나이다(Panelli, 2010; Asdal et al., 2016; Choi, 2016).⁶⁾ 인간 이상의 접근·세계·조건 등의 논의에서 인간은 결코 인간 혼자인 적이 없기 때문에 언제나 인간 이상일 수밖에 없다(Latour, 1993; Asdal et al., 2016). 특히 환경 문제로 통칭되는 조류 독감, 유전자 조작, 기후 변화 등의 문제들에서 비인간 행위자들의 행위성은 흔히 발견되며, 비인간들이 인간 개인들 혹은 집단에 영향력을 행사한다는 것은 의심할 여지가 없다. 그러나 일상적 권력과 이성 능력이 없다고 여겨지는 비인간 ‘객체’들을 인간 ‘주체’와 명확하게 구분하여 이들 간의 차이에 집중한 논의들에서 이 행위성들은 흐릿해졌다(Lorimer, 2007). 인간 이상의 접근에서 사람들과 관계하는 것은 다른 사람들뿐만 아니라 다른 사물, 생물체, 혹은 그 조합이기 때문에 그간 집중적으로 연구되지 않았던 비인간과의 관계나 비인간의 행위성이 주목받게 되었다. 인간 이상의 접근을 시도하는 사람들에게 “비인간 물질은 인간에 의해 생동감이 생기길 기다리는 소극적이고 관성적인 존재가 아니다. 대신, 인간들에 침입할 수 있는 적극적인 행위소다”(Choi, 2016: 618).

비인간의 행위성에 주목한 대표적인 이론은 행위자-연결망 이론

6) More-than-human에 대해 Choi(2016)는 비인간이라고 번역한다. 그러나 non-human이라는 단어가 비인간으로, more-than-human은 ‘인간 이상’ 혹은 ‘인간 너머’로 번역되어야 할듯하다. More-than-human이란 단어에는 인간을 초월하는 것에 대한 탐구를 암시하고 있기 때문이다(Whatmore, 2013). 따라서 이 글에서는 more-than-human을 인간 이상으로 번역하였다.

(ANT; actor-network theory)이다. 이 행위자-연결망 이론에서 비인간과 인간은 모두 행위자이자 연결망이다(라투르, 2010). 인간과 비인간은 모두 독립적이지 않고 무수히 많은 관계들에 의해 존재한다. 만약 그것이 하나의 독립적인 대상으로 보인다면 연결망이 하나의 행위자나 대상으로 축약된 것이다. 행위자-연결망 이론에서는 이렇듯 하나의 대상으로 취급받으며 내부가 보이지 않는 상태의 연결망을 검은 상자(black box)라고 정의한다(라투르, 2010: 23~24). 라투르(Latour, 2012)는 축약된 대상을 다시 들여다보고 이 안에 무수한 이중적인 연결망이 있다는 것을 발견하는 고장의 상태에 주목할 것을 제안한다. 그는 고장에 대해 다음과 같은 예시를 든다. 컴퓨터 사용자는 컴퓨터가 고장이 나기 전까지 컴퓨터라는 사물조차 자신과 연결되어있음을 깨닫지 못한다. 컴퓨터가 고장 나면 그때서야 비로소 컴퓨터가 복잡한 구성요소를 지니고 있음을 깨닫고, 동시에 컴퓨터 기술자까지 자신과 연결되어 있음을 알게 된다(라투르, 2012: 55~57).

행위자-연결망 이론과 페미니스트 과학론에 영향을 받은 왓모어(Whatmore, 2002)는 혼종의 지리학에 대한 논의에서 본격적으로 ‘인간 이상의 세계의’ 혹은 ‘인간 이상의 세계를 위한’ 지리학을 다룬다. 그녀는 페미니스트와 환경주의자들이 함께 공유하고 있는 권리에 대한 문제의식에 주목한다. 더 나아가 이러한 논의는 남성과 여성, 인간과 자연이라는 이분법을 뛰어넘는 것과 관련이 있다. 페미니스트 글쓰기는 주권 국가의 권리를 지닌 ‘시민’들의 성차별적이거나 인종차별적인 특성을 강조하며, 권리의 담론을 해체하는 것에 집중해왔다. 반면 환경주의자들은 인간성과 대상-지위의 개념에 도전하여 비인간 존재들의 권리를 확장하는 것에 주목했다. 권리의 해체와 확장이라는 서로 다른 노선에도 불구하고 양자의 노력들은 전통적인 윤리 담론에서 나타나는 지리적 상상들의 권력을 알아차렸다. 그들은 국가-이웃-개인으로 고정된 지도를 파괴하는 것이 어렵다는 것을 강조한다(Whatmore, 2002: 146). 이 논의에서 왓모어(Whatmore)는 시민과 사람만을 윤리적 대

상으로 삼는 전통적인 윤리 담론에 내재한 불완전함을 발견하고, 관계적 윤리를 위한 혼종의 공간—인간 이상의 세계—에 대해서 논한다.

왓모어의 인간 이상의 접근은 유물론자의 귀환을 이야기 하면서 조금 더 구체화된다(Whatmore, 2006). 그녀에 따르면, 삶과 땅(공간)의 밀접한 관계에 관심이 있는 문화지리학계의 논의들이 물질성 전환의 논의와 만나 새로운 방식으로 발달하고 있다. 물질성 전환은 최근 사회과학계에서 몸(육체성), 물질문화, 지식생산의 물질적 조건에 관심을 두고 연구하는 현상을 말한다(김환석, 2016). 이때의 물질은 고전적인 의미에서 확실하거나 불변하는 것이 아니다. 관찰된 사물과 관찰의 행위자가 분리될 수 없다는 현대물리학의 발견처럼, 물질은 관계적이며 과정 중에 있다(Barad, 2003). 행위자-연결망 이론과 페미니즘 과학론 등은 물질성 전환을 이끌고 있으며, 특히 인간과 비인간의 경계, 자연(과학)과 사회(과학)의 구분을 넘는 이종적 연결망(heterogeneous network), 혼종성(hybridity)에 주목한다. 이러한 이론적 자원을 바탕으로 왓모어(Whatmore, 2006)는 문화지리학계에서 불고 있는 물질성 전환의 두 가지 특징을 설명한다. 첫 번째는 유전기술을 비롯한 바이오기술과 기계학습을 통한 인공지능의 발달로 인하여 ‘삶’ 그 자체가 변한 현실을 연구한다는 점이고, 두 번째는 사람들이 음식이나 건강에 대한 불안으로 더 이상 사회와 과학을 분절된 영역으로 간주하지 않는 현실에 주목하여 새롭게 재조정되는 사회와 과학의 관계를 연구한다는 점이다. 왓모어의 논의는 지리학의 문제를 넘어 인간 이상의 접근이라는 독특한 접근 방식을 통해 유전자, 동물, 오염, 폐기물, 보건 등의 문제를 다루고 있는 환경사회학과 연결된다. 인간과 비인간의 경계를 허무는 작업에 더하여, 인간과 비인간의 관계에 근거한 윤리에 대해서도 전면적으로 다루고 있기 때문이다. “비인간을 집단 안에 포함시키거나 사회집단들이 물리적이고 환경적인 세계에 살고 있다는 것을 아는 것만으로는 충분하지 않다. 중요한 것은 비인간들과의 새로운 종류의 마주침을 통해 비인간과 인간의 새로운 정치적 실천을 배우는 것이다”(Paulson, 2001:

112). 따라서 인간 이상의 관점 연구는 인간과 비인간과의 관계를 이론적이고 윤리적인 틀 안에 포함하려는 시도에 가깝다.

인간 이상의 접근에서 나타나는 관계의 인지되거나 재현될 수 없는 만남에 대한 강조는 정동(affect)에 대한 관심으로 이어진다(Choi, 2016; Lorimer, 2007). 정동은 특정한 신체의 물질적이고 생태적인 능력이자 무형의 감정적인 반응을 묘사할 때 모두 사용되며, 타자의 신체와 상호작용을 촉발하는 순간을 말하기도 한다(Lorimer, 2007). 다시 말해서 타자의 정신적이거나 육체적인 반응을 유발하는 능력을 일컫는다고 할 수 있다. 사회자연의 조합(socionatural assemblage) 안에서 인간과 비인간의 관계는 일방향이 아니라 정동하며 함께 얽혀있다. 로리머(Lorimer)에게서 정동은 카리스마와 밀접하게 관련되어 있으며, 그 예시로 깃대종(flagship species)들이 서식지 보전주의자들에게 보여준 카리스마를 설명한다(Lorimer, 2007). 가령 세계자연기금(WWF; Worldwide Fund for Nature)의 상징인 자이언트 판다나, 런던야생기금(London Wildlife Trust)의 상징인 사슴 별레는 인간들의 감정을 동요시키고, 윤리적 실천을 이끌어내는 카리스마 있는 존재들이다. 카리스마는 본래 신학적 의미로 쓰였으나 막스 베버(Max Weber)가 지배자의 특출한 속성에 대한 믿음으로 자발적인 복종을 유도하는 권위를 가리켜 카리스마적인 권위로 명명하면서 본격적으로 사회과학적 용어로서 고려되었다(이학식·임지훈, 2004). 권위와 계층에 대한 논의만이 아니라 기업이나 리더의 카리스마에 대한 연구도 진행되면서 카리스마는 새로운 방향으로 사람들을 이끄는 주체가 가지고 있는 특성으로 여겨지기도 한다. 이 용어를 인간에게 한정하지 않고 비인간까지 확장하여 비인간 카리스마를 논한 로리머(Lorimer, 2007)는 ‘존재를 드러내는 강력한 힘’으로 카리스마를 지칭한다. 이 논의에서 유기체들의 비인간 카리스마는 유기체 고유의 성질이나 내재한 성질은 아니지만, 그렇다고 완전히 관계적인 것도 아니다. 카리스마의 출현은 유기체의 신체적 특징들에 의해 제한되어 있는 동시에 마주치는 인간에 의해서도 제한된다(로리머, 2007: 927). 로리머(Lorimer,

2007, 2015)는 비인간 카리스마를 생태학적·미학적·신체적인 것으로 구분 짓는다. 생태학적인 것은 인간에 의해 인지될 수 있는 해부학적이거나 지리적이거나, 또는 일시적인 특성을 의미한다. 기술의 발달로 인하여 인간은 점점 더 많은 유기체들을 인지할 수 있게 되었기 때문에, 생태학적 카리스마는 더 많은 유기체에 부여되는 특성이 되었다. 미학적인 것과 신체적인 것은 비인간과 마주칠 때 사람들 사이에서 감정적 반응을 이끌어내는 유기체의 특성을 말한다. 그중 미학적인 것은 생김새로부터 오는 느낌인데, 귀여움, 무서움, 맹렬함 등의 느낌이 모두 포함된다. 심지어 기이함 역시 카리스마가 불러일으키는 정동에 해당한다(Lorimer, 2014). 그러나 미적인 카리스마는 카리스마 있는 비인간에 대한 보호의식이라든지 그 존재를 유지하는 데 긍정적인 인식을 보장하지는 않는다(Lorimer, 2015: 44). 반면 신체적인 카리스마는 비인간과 인간이 상호작용하면서 발생하는 감정을 나타내는데, 이 감정은 유기체의 생태적인 카리스마뿐 아니라 주변의 물질적 특성에 의해 달라진다. 그는 예시로서 농업이 지닌 독특한 정동적 논리(affective logics)를 설명한다. 로리머는 인간들 사이에서 주로 쓰이는 카리스마라는 용어를 비인간을 포함한 용어로 일반화하지만, 주로 보전주의자의 시선에서 카리스마 있는 종(charismatic species)에 주목한다.

이러한 카리스마 있는 동물들에 대한 관심은 그간의 많은 동물지리학 연구들처럼 오히려 생명권력(biopower)의 논리를 정당화하는 기반이 될 수 있다. 동물지리학의 많은 연구들은 몇몇의 성스러운 동물들과(죽여도 되는) 다른 동물들 간의 위계를 인정하는 방식으로 동물을 학문적 경계 안으로 끌어들인다(Wolfe, 2012; Johnson, 2015). 그러나 인간 이상의 지리학에서 비인간들은 ‘희생자’가 아니다. 그들은 행위자-연결망 이론에서처럼 ‘사물과 상황과 생각의 만들어짐’ 안에서 일하고 있는 행위자이다(Latour, 2005; Johnson, 2015에서 재인용). 이러한 접근 아래 존슨(Johnson)은 생명의 위계를 뒤집는 ‘마주침’에 주목한다. 그녀는 실험실에서 지내는 바다가재와 마주친 경험을 기술하면서, 실험대에 올라간

바닷가재의 사진을 보여준다. 바닷가재와의 마주침은 그녀에게 동물 윤리 문제에 대한 의문을 들게 만들었고, 실험에서 인간 행위자가 주요한 행위자가 아니었다는 것을 발견한다. 실험실 안에서 생물학적이고, 기술적이며, 정동적인 요소들이 충돌하면서 기쁨과 고통이 만들어진다. 이 마주침의 경험은 존슨에게 있어서 주체와 대상이라는 수직적 위계에 대한 생각을 전복시키고, 수동적 대상이라 여겼던 행위자에게 권력을 재분배하게 하며, 인간-비인간-환경-세계의 관계 안에 있던 자신을 다시 보게 했다(Johnson, 2015: 302).

인간 이상의 접근 연구들은 다양한 비행위자들을 다루고 있다. 판다나 아시아 코끼리처럼 ‘인기’있는 동물뿐 아니라, 박테리아나 바이러스에 대한 연구도 있다(Whatmore and Thorne, 2000; Wilbert, 2006; Lorimer, 2007; Greenhough, 2012). 베어(Bear)와 에덴(Eden)의 논의는 취미낚시꾼들과 물고기들의 관계에 대해 다루면서 육지의 공간으로부터 벗어난다(Bear and Eden, 2011). 이들은 들뢰즈(Deleuze)와 가타리(Guattari)의 동물-되기 개념과 해러웨이(Haraway)의 마주침 속 존재들(beings-in-encounter) 개념을 이용하여 낚시꾼들이 물고기들과 만나는 방식을 탐구한다. 이 연구는 취미낚시꾼들을 세 가지로 유형화하여 인간 행위자들을 구분하였고, 반구조화된 면접과 포커스그룹을 활용하였다. 그 결과 낚시꾼들은 종종 ‘물고기처럼’ 생각한다는 것과 일부의 낚시꾼들에게는 물고기 전체가 아니라 개별 물고기가 중요하다는 것을 포착하였다. 그러나 동시에 다른 낚시꾼들은 물고기의 행동을 일반화하고 총체로서의 물고기에 대해서 말한다는 것도 밝힌다. 낚시꾼들은 ‘물고기-되기’를 수행하지만, 이 과정에서 물고기의 ‘낯선’ 특징들은 사라진다. 리엔(Lien) 역시 물고기, 특히 연어에 주목하여 양식과 길들여짐에 대한 인간 이상의 접근을 시도한다(Lien, 2015). 리엔은 노르웨이의 연어 양식을 살펴보면서 자연과 사회의 이분법에서 벗어나는 칭(Tsing)과 잉골드(Ingold) 등의 인류학적 논의들을 수용한다. 또, 해러웨이의 반려 개념을 이용하여 연어를 새롭게 출현하는 반려종으로서 묘사하며, ‘연어 되기’의 다중적 방식

과 연어 양식을 구성하는 우연스러운 관행들(contingent practices)에 주목한다. 식문화와 (무역)경제를 아우르는 양식어업 속에서 연어는 완전히 통제되는 대상이 아니다. 연어 양식은 상호적이고 불확실하며 어설픈 것으로서 연어라는 주요한 행위자의 자율성에 일부 의존한다.

박테리아의 합법성을 추적하는 베어(Bear, 2016)의 논의나 바이러스의 반려(viral companions)를 논하는 그린하우(Greenhough, 2012)의 논의는 비인간의 범위를 미생물이나 생물과 무생물의 경계로 확장한다. 베어(Bear, 2016)는 박테리아가 법적 존재로서 등장하게 되는 과정을 추적하고 박테리아가 인간에게 가시성을 띤 존재가 되면서 통치의 영역으로 들어오는 과정을 포착한다. 이 과정에서 박테리아를 비롯한 동물(새)들은 예측되지 않은 채로 끊임없이 활동하면서 관리의 체계 안으로 들어오는 것을 거부하거나 관리의 내용을 수정하게 만든다. 베어(Bear)의 논의에서 박테리아는 법을 만들어가는 행위자이며, 박테리아-새-물(유동하는 생태)-인간과의 관계가 논의의 대상이 된다.

그린하우(Greenhough)는 감기 바이러스와 인간이 만나고 얽히는 공간으로 감기연구소(CCU; Common Cold Research Unit)를 살펴본다(Greenhough, 2012). 그녀는 1946년에 설립된 영국의 감기연구소에서 1994년부터 1997년 사이에 행해진 면접 자료들을 토대로 제도적 조합(assembly)이 정치적이고 경제적인 반응뿐 아니라 바이러스 행위자의 산물임을 밝힌다. 또 질병의 일상적 경험이 바이러스와의 소통을 요구한다는 것을 보여준다. 그녀는 해러웨이의 반응-감(response-abilities)의 개념이나 반려라는 개념이 카리스마적이지 않거나 생물과 무생물의 경계에 있는 바이러스와 어떻게 연결될 수 있는지 질문한다. 그린하우는 해러웨이나 로리머의 연구에서 바이러스가 관계의 주체가 아니라 관계의 형식이었다는 것에 주목한다. 다시 말해서 이 연구들은 다른 카리스마 있는 비인간 행위자와 인간 행위자가 박테리아를 서로 교환하는 과정에 주목한다. 그러나 그린하우는 관계의 주체로서 바이러스를 끌어들이면서, 바이러스-인간의 마주침에 대해 설명한다. 감기연구소의 사례에서

모집된 지원자들과 길들여진(pet) 감기 바이러스 종주(strain)는 다른 이들(다른 인간, 다른 바이러스)과 격리된 공간에서 같이 지내게 된다. 이때 지원자들은 바이러스/숙주의 협력과 과학자 사이에서 통역자로 행동하고, 과학자들은 지원자(숙주)들을 조작하여 바이러스에 대한 것들을 이해하려고 한다. 그린하우는 이 연구에서 인간과 바이러스의 관계가 긴 싸움만 있었다기보다는 길들여지는 차원도 있었음을 밝히면서, 그들과 함께 사는 법에 대해 재고한다(Greenhough, 2012).

연구 대상이 확대되면서 카리스마에 대한 논의도 종(species)에 한정되지 않게 되었다. 매슈스(Mathews)는 화산의 생태학적이고 미학적인 카리스마가 화산을 보전하도록 이끈다고 주장한다(Mathews, 2015). 산을 경외하는 마음은 산의 카리스마로 인해 나타난다고 해도 무방하다. 따라서 유기체만이 카리스마를 점유할 수 있는 것은 아니다. 인간 이상의 접근을 시도하는 연구들은 점점 ‘우리과 비슷하지 않은 크기의’ 행위자들까지 포함하는 새로운 관계를 모색한다. 이는 이들의 행위성을 찾는 것에 그치지 않고, 인간과 비인간 행위자들이 맺는 관계의 방식에 대해 새롭게 질문한다.

이 연구는 인간 이상의 접근을 통해 적조와 인간의 관계를 살펴본다는 점에서 다른 연구들과 차별점이 있다. 특히 양식어업의 피해에 의해 실험실과 제도로 들어오는 적조와 적조를 구성하는 종에 대해 주목한다. 유동하는 바다 공간과 과학자, 어업인, 비인간 행위자 등을 다룬다는 점에서 칼롱(Callon)의 가리비 연구와 유사하나, 관계를 연결하려는 시도에 주목한 칼롱의 연구에 비해 이 연구는 오히려 관계를 펼쳐내려는 시도에 집중했다는 점이 다르다(Callon, 1986). 행위자-연결망 이론의 연구자들이 검은 상자를 다시 열어야 하는 ‘고장’의 상태에 주목하였던 것처럼, 만성적인 ‘환경 문제’들은 끊임없이 비인간의 행위성을 상기시켰고, 그들과의 관계를 재조정해야할 필요성이 증가하였다. 적조는 그 자신뿐 아니라 그 자신의 서식환경까지도 인지하게 한다.

또한 이 연구는 적조라는 대상만의 독특한 특성에 주목한다. 특히 얼굴조차 없는 작은 비인간 행위자들의 거대한 조합들을 살펴본다는 것은 다른 연구에서 이루어지지 않았다. 적조는 ‘큰 것(눈에 보이는 적조)’일 수도 있고, ‘작은 것(플랑크톤 군집)’일 수도 있다. 앞서 논한 그린하우 등의 미생물 논의들은 비가시적 상태의 미생물을 다루었다. 그러나 본 논의는 미생물들의 거대한 군집을 다룬다. 이 가시성에 주목한 연구자는 적조가 지닌 카리스마를 고려하게 되었다. 기존의 카리스마 연구들이 보전주의자들의 입장을 충실히 다루고 있는 것과 다르게, 이 연구에서는 오히려 제거해야할 대상으로서 인지되는 적조를 카리스마 있는 비인간으로 논한다. 적조의 카리스마는 생태적이거나 미학적인 카리스마로 쉽게 드러날 수 있다. 인간은 기술의 발달로 플랑크톤을 관찰할 수 있게 되었지만, 맨눈으로 플랑크톤이 가득한 바닷물을 보면 여전히 아무 것도 없는 ‘깨끗한’ 물처럼 인지한다. 그러나 적조가 나타나면 사람들은 압도적인 붉은 물을 눈으로 확인한다. 죽은 물고기들을 보며 그의 파괴적인 속성에 공포심을 느끼거나 혐오나 우려의 목소리를 보낸다. 그들의 존재는 위압적으로 드러난다. 연구자는 이것을 적조의 카리스마라고 명명한다. 이것은 호랑이의 맹렬함이나 바다쇠오리의 기이함과 비슷하며, 로리머(Lorimer, 2015)가 이야기한 대로 마냥 긍정적인 찬사를 표할 수는 없다. 기존의 연구들에서 비인간 카리스마는 인간, 특히 보전주의자들로 하여금 비인간의 존재를 존속하게끔 만드는 힘에 가깝다. 그러나 이 연구는 적조의 카리스마가 그들의 존속이 아니라 그들의 서식지(연안사회생태계)를 다시 들여다보게 한다는 점을 강조한다. 적조라는 존재가 인간으로 하여금 자신들이 배출하는 오염에 대해 인지하게 하게하고 적조를 구성하는 종들의 생태생리를 연구하게하며 연안사회생태계를 다시 살펴보게 하는 역할을 한다면, 그들은 충분히 압도적인 존재감을 드러낸다고 말할 수 있을 것이다.

3. 방법론

인간 이상의 접근 연구들은 특정한 상황에서 특정한 행위자를 중심으로 여러 행위자들의 관계를 살펴보기 위하여 면접과 문헌 연구, 매체 연구나 참여 관찰, 실험을 복합적으로 이용한다(Whatmore and Thorne, 2000; Lorimer, 2007; Bear and Eden, 2011; Greenhough, 2012; Ginn, 2013; Whatmore, 2013, Johnson, 2015; Bear, 2016). 존슨(Johnson, 2015)은 인간 이상의 접근을 취하기 위하여 연구자는 모든 종류의 전통적 주변행위자(marginalized actor)들을 충분히 숙고할 필요가 있다고 말한다. 이 연구 역시 문헌 자료와 심층 면접 등을 복합적으로 이용하여 비인간 행위자들의 행위성과 연결망의 가변성에 대하여 살펴본다.

이 연구는 한국의 양식 산업이 시작되는 1960년대부터 등장하였던 적조문제를 다룬 언론보도들과 대통령 담화, 법령, 보도자료, 학술논문 등을 이용하여 적조와 적조 원인종으로 알려진 *M. polykrikoides*의 행위성이 어떤 방식으로 재현되는지 살펴보고, *M. polykrikoides*와 그들로 구성되어 있는 적조가 제도 안팎에서 어떤 행위성을 보였는지 탐구한다. 또, 이들과 관계하는 주요 행위자로서 양식어업자들과 미세조류를 1~3회에 걸쳐 1시간~4시간 30분 동안 진행되었다(<표 1>). 연구 참여자 A씨, B씨는 양식어업자로서 A씨는 적조피해를 경험한 적은 없고, B씨는 경험한 적이 있다. 면접은 반구조화된 방식이었고, 연구 참여자의 직업에 따라 질문할 가이드를 설정하였으며 면접 내용에 따라 추가적으로 질의하였다. 이는 연구 참여자들이 직업에 따라 각기 다른 사연으로 *M. polykrikoides*를 만날 것이라고 가정하였기 때문이다. 연구자는 적조 관련 실험실에서 2014년 7월부터 2017년 2월까지 *M. polykrikoides*을 포함한 미세조류들을 배양하고 함께 실험하였다. 이 기간 동안 연구자는 미세조류의 생태·생리·화학·분자생물학적인 특성을 기반으로 종의 분류, 타감 작용(allelopathy), 중간 경쟁, 분포, 독성 등에 대한 전반적인 연구를 진행하였다. 특히 *M. polykrikoides*에 대해서는 또

〈표 1〉 연구 참여자 정보

	참여자	연령	성별	직업	직위	면접 시점	면접 시간
1	A	40대 중반	남	고성군 양식어업자	어촌계 비가입자	2017.8.24.	1시간
2	B	60대 중반	남	통영시 양식어업자	어촌계장	2017.8.25.	1시간
3	C	30대 중반	여	해양생태학자	연구교수	2018.1.9. 2018.1.12. 2018.1.22.	4시간 30분
4	D	30대 중반	여	해양생태학자	박사후 연구원	2018.1.18.	1시간 20분
5	E	20대 후반	남	해양생태학자	박사수료생	2018.1.12.	1시간 20분

다른 미세조류인 *Alexandrium pobangense*가 *M. polykrikoides*를 섭식하는 기작을 연구하였으며, *A. pobangense*가 비록 광합성을 하기는 하지만 *M. polykrikoides* 섭식을 통해 성장을 지속한다는 것을 최초로 밝힌 연구에 참여하였다(Lim et al., 2015). 이 연구에는 이러한 실험실 경험과 적조 현장 연구 경험이 반영되어 있다. 또한 연구 전부터 해양생태학자들과 친밀한 관계(rapport)가 형성되어 있었음을 밝힌다. 모든 면접은 녹음 후 전사되었다. 면접 인용문의 괄호는 필자가 면접의 맥락에 맞는 보충어를 삽입한 것이며, 면접 인용문은 최대한 참여자의 발화를 그대로 담기 위하여 노력하였지만 문법적 오류를 바로잡고 가독성을 높이기 위하여 일부 수정되었다.

4. 적조, 그리고 *Margalefidinium polykrikoides*와의 마주침

1) 한국의 양식어업 속 적조의 등장과 제도적 관리

한국의 역사에서 적조는 고대 때부터 기록되어 있으나, 적조라는 용

어가 명시되어 있는 것은 아니었다. 주로 ‘해수의 변색’과 ‘물고기의 떼죽음’으로 기록되었으며, 조선왕조실록의 기록에서도 적조는 심심치 않게 등장한다(이진환, 1999). 실학자 안정복의 동사강목에 기록되어 있는 바에 의하면 최고(最古)의 적조 기록은 161년 8월 신라 아달라왕 시절 물고기가 많이 나와 죽었다는 기록이며, 삼국사기에는 639년 7월 선덕여왕 당시 동해의 물이 붉어지고 열이 나서 물고기와 자라가 죽었다고 기록되어 있다(김부식, 1998; 이진환, 1999; 민족문화추진회, 2007). 이때의 적조는 기이한 일이나 불운의 상징으로 여겨졌다. 태종실록을 살펴보면 바닷물이 붉어지며 (물)고기가 죽는 일이 지속되어 임금이 “천구가 떨어져 변이 있으니, …… 해괴제(駭怪祭)를 지내는 것이 좋겠다”라고 말한다. 이는 적조가 토속신앙과 깊은 관련이 있었음을 알려준다. 이 시기 적조는 생명 현상이라 여겨지지 않았으며, 바다 속 미생물들을 관찰할 장치도 발달하지 않았다. 그러나 적조는 압도적인 존재감을 드러내며 인간들의 인식 속에 들어왔고, 이 점에서 적조의 카리스마가 드러난다.

해방 이후의 기록들은 적조를 신비의 현상으로 기록하지 않는다. 대신 적조는 양식어장과 함께 등장한다. 특히 적조는 어패류의 죽음이나 어장의 피해를 일으키는 재해로 기록된다. 네이버 뉴스라이브러리 검색에 의하면, 국내에서 해방이후에 적조가 최초로 등장한 기사는 1966년 매일경제 기사이다.

지난 8월 말경에 내린 호우로 인해 요즘 진해만을 비롯하여 통영·거제도 등 남해안 일대에 적조가 밀려들어 성어기를 맞은 각 어장에 많은 피해를 주고 있다(《매일경제》, 1966.9.15).

적조현상으로 양식장에 피해를 준다는 기사는 규모와 장소, 어패류

7) 조선왕조실록 홈페이지, <http://sillok.history.go.kr/main/main.do>

종의 이름만 달라질 뿐, 비슷한 형태로 계속 등장한다. 그러나 양식장의 피해와 적조의 직접적인 관계에 대해서는 논란이 있었던 것으로 보인다. 적조와 양식은 함께 등장하지만, 인과로서의 연결고리는 강하지 않았던 것이다. 1967년 매일경제 기사에서는 적조로 종패가 전멸한 상황을 보도하며 ‘홍합의 알을 포함한 붉은 물’인 적조를 원인으로 지목하지만, 수산청 당국자들은 적조와 굴양식의 관계에 대해서 부정한다. 수산청 당국자들은 적조가 ‘플랑크톤이 영킨 바닷물’이므로 굴양식에는 큰 영향이 없다고 설명한다(《매일경제》, 1967.6.30). 이 기사에서 플랑크톤은 적조를 이루는 생물로 처음 보도되었는데, 양식과 적조가 관련이 없다는 수산청의 해명을 뒷받침하기 위함이었다.

1960년대 후반 이후 적조가 종종 보도된 원인에는 국내의 양식업이 본격화된 것과 연관이 있는 것으로 보인다. 국내의 어류양식업은 1964년 동해안 방어 축양이 효시로 여겨지고 있다(송정현, 1998). 1960년대 중반부터 정부는 「잡는 어업으로부터 기르는 어업으로」란 문구를 적극적으로 사용하면서, 수산업의 ‘근대화’를 위한 양식업 장려 정책을 펼친다. 이는 공급량 예측이 어려운 잡는 어업보다 안정적으로 어패류의 공급량을 관리하려고 했던 의도가 있었을 것으로 보인다. 어업에 있어 해면 양식은 상당히 적극적으로 도입되었다. 1966년 신임 수산청장은 기르는 어업을 위하여 대일 청구권자금을 수산자금으로 확보하겠다고 밝힌다(《동아일보》, 1966.3.3). 같은 해, 공무원·수산업자·과학자가 참여하는 ‘한국수산업의 근대화를 위한 세미나’에서 수산 기술 협회장 정문기는 잡는 어업을 지양하고 기르는 어업으로 나아가야 한다는 것을 역설하였다(《경향신문》, 1966.5.23). 이때 잡는 어업은 원시적인 것이고 기르는 어업은 과학적인 것으로 표현된다. 어업의 근대화는 양식어업의 육성으로 이어지고, 이와 거의 동시에 적조는 양식어장에서의 재해로서 등장하게 된다. 적조는 과거의 기록을 미루어 보았을 때, 연안에 간헐적이나 지속적으로 나타났을 터지만 언론이나 행정기관에 의해 사회적 문제로 회자되지 않았다. 양식업이라는 연안의 새로운

사업이 떠오르자 양식업자와 양식어패류의 관계를 자꾸만 방해하는 방해자가 되었다.

1970년대 적조는 양식 산업과 함께 해양오염과도 연결되며, 이 과정에서 플랑크톤도 빈번하게 등장한다. 1960년대와 다르게 적조는 양식어패류의 폐사 원인으로 확고하게 자리 잡았으며, 해양오염 현상을 가시적으로 보여주는 예시가 되었다. 그러나 적조-해양오염-플랑크톤의 관계는 단일하지 않고 다양하게 나타났다. 1971년 매일경제의 기사는 일본 해양오염관련 박사의 초청강연을 요약하며, 사업 활동이나 인간 생활로 인한 피해를 공해라고 하고 해상 환경에서 발현하는 해상공해의 결과 중 하나로 적조를 말한다(《매일경제》, 1971.11.4). 이듬해의 동아일보 기사에서도 공업폐수의 온배수로 수질이 나빠지며 적조가 발생하였다고 보도한다(《동아일보》, 1972.11.14). 다음해, 국립수산진흥원은 진해만 일대의 적조가 공장 폐수에 의해 영양염류 변동으로 생겨났으며, 때문에 정착생물이 폐사하게 된다고 발표한다(《경향신문》, 1973.6.30). 이 예시들은 해양오염이 적조와 관련이 있다고 말한다. 그러나 한편으로 공장폐수와 적조가 별개의 것으로 설명되기도 한다. 한 기사에서는 어패류의 집단폐사원인을 공장폐수오염, 적조현상, 원인미상으로 분류하여 적조현상을 폐수와 다른 원인으로 기록한다(《동아일보》, 1975.12.16). 양식어패류 폐사가 보상 문제와 연결되면서 공장의 폐수와 적조를 분리시킨 것으로 보인다. 1977년 보도에서도 적조 등의 피해에 대한 보상을 요구하는 어민들과 적조를 ‘천재지변’으로 표현하는 관계당국의 시각차를 다루고 있다(《동아일보》, 1977.12.12).

당시, 이미 연구자들 사이에서는 적조를 일으키는 미세조류에 대한 연구가 시작되었으나 대중을 대상으로 하는 기사들은 다른 이야기들을 하고 있다. 미세조류-적조의 연결망도 확고하지 않았다는 것을 확인할 수 있다. 어민과 관계당국의 시각차를 다룬 위의 기사에서 적조는 플랑크톤의 발생이 아니라 오히려 죽음과 연관이 있다. 기사는 굴양식조합측의 말을 빌려 적조현상이 생기는 원인에 대해 육수가 한꺼

번에 많이 흘러들어 플랑크톤이 한꺼번에 사멸, 부패되는 과정에서 일어나는 현상이며 독수(毒水)대는 사멸된 플랑크톤이 조류에 따라 이동하다 바다 밑으로 침입함으로써 생기는 것이라고 밝힌다(《동아일보》, 1977.12.12). 플랑크톤이 아니라 세균이 적조를 유발한다는 기사도 있다.

농업용수에서 나오는 유기물은 이른바 물의 부영양화를 불러 세균을 번창시킨다. 세균의 번창은 물속 산소량을 격감시켜 어패류를 전멸하게 만든다. 결국 적조현상을 초래하는 것이다(《경향신문》, 1977.5.13).

이를 보아 당시의 적조는 오염이나 플랑크톤과 연결되지 않을 때도 있었으며, 적조-플랑크톤-해양오염의 연결고리는 비교적 확고하지 않았다는 것을 확인할 수 있다. 그러나 적조는 인간에 의해 죽어가거나 병들어가는 바다의 상징이 되었다(《경향신문》, 1977.7.6; 《동아일보》, 1977.7.7; 《경향신문》, 1979.7.7).

1970년대 후반 적조피해에 대한 보상 문제는 적조의 원인 규명 문제와 이어졌다. 적조는 물고기들이 살 수 없는 ‘독수대’로 표현되었으며, 전문가들은 적조의 원인을 철저하게 규명하여 연안수자원 보호와 연안어민들의 생계보호를 위하여 적조의 형성 원인을 규명해야 하는 임무를 띠게 되었다(《동아일보》, 1977.8.20). 1980년대에도 같은 선상에서 적조에 대한 원인 탐색과 근본 대책의 문제가 기사화되었다. 이제 적조는 대책과 관리가 필요한 대상으로 등장하였으며, 내륙의 오염과 연관 지어 설명되었다(《경향신문》, 1981.8.8; 《매일경제》, 1981.7.29). 이는 1970년대 내륙의 오염과 관련이 없다는 정부의 발표와 대조적이다. 환경청은 육상의 각종 폐수와 적조를 연관 지어 설명하였으며, 하수처리장의 확충을 약속한다.

부산·마산 등의 공단에서 버려진 각종 폐수가 낙동강을 통해 흘러들어
가 이 속에 섞인 인분 연분 질소 등이 수온 23~30도에서 보글보글 끓으

며 미생물이 번식, 바닷물이 붉게 보이며 물엿처럼 끈끈해져 각종 고기가 호흡장애를 일으켜 죽어가는 무서운 독수대를 형성하게 된 것이다 (《매일경제》, 1981.7.29).

1981년 양식어업의 규모가 커짐에 따라 양식업의 적조 피해가 상당히 해졌고, 이에 대한 기사도 예년보다 급증했다. 당시 민주한국당은 양식어장의 적조피해를 정부가 보상할 것을 촉구하며 조사반을 파견하고, 수산청은 적조 피해 어민들에게 금융지원과 폐사 피해를 보상하기로 결정한다(《경향신문》, 1981.8.28, 1981.9.2; 《매일경제》, 1981.8.19). 또, 해양오염방지법 시행령 개정안이 의결되면서 이듬해 정부는 마산만을 특별 관리 해역으로 선포한다(한국해양수산개발원, 2002). 다양한 행위자들은 적조 피해를 보상하고, 더 나아가 적조를 관리하기를 자처한다. 적조가 제도의 영역으로 들어오게 된 것이다.

또한 80년대에 들어 플랑크톤의 여러 종들(*Gymnodinium*, *Prorocentrum* 등)이 신문에 등장하기 시작한다. 플랑크톤이 일으키는 적조 중에는 양식에 피해를 주지 않는 경우도 있다고 알려지면서 적조는 일반적인 적조와 피해를 일으키는 악성적조로 분리되었다(《경향신문》, 1981.8.3, 1981.7.31). 그러나 1960~1970년대와 마찬가지로 적조 기사의 방점은 적조가 양식어패류를 폐사시킨다는 것에 있었다. 이 과정에서 양식어업-적조-플랑크톤-해양오염의 연결고리는 단단해졌다. 이 연결고리는 90년대에도 반복해서 나타나며, ‘플랑크톤’이라는 검은 상자는 다시 열어져 보다 다양한 미세조류들이 기사에 등장한다.

적조가 공식적인 법적 제도에 처음 등장하게 된 것은 1990년 8월 1일 개정된 「농어업재해대책법」이다. 이때 적조는 자연재해의 하나로 등장한다. 이 개정법은 이상조류·적조현상에 의한 수산양식물의 피해에 대한 보조 및 지원의 근거를 마련하여 농어민이 안심하고 농어업을 영위할 수 있는 기틀을 마련하기 위함이라고 개정의 이유를 밝히고 있다.⁸⁾ 개정이유처럼 이 법령은 당시 지속적으로 나타나던 적조 피

해에 대한 보상의 근거 기준이 되었다.

적조가 본격적으로 관리의 영역으로 들어온 것은 1995년, 대규모의 적조와 함께 양식어패류가 대량 폐사되면서부터다. 그해 7월 유조선 시프린스호가 침몰하면서 기름 유출로 인한 피해와 함께 적조가 나타났고 양식어업의 기록적인 피해가 발생했다.⁹⁾ 1995년 적조로 인한 피해액은 764억 원으로 추정되어 한국에서 가장 큰 적조 피해로 기록된다(정상옥·안경호, 2011). 당시의 적조 피해는 양식어업자 B씨의 면접에서도 나타난다.

적조 때문에 피해 많이 봤죠. 김영삼 대통령 당시에 진짜 완전 폐죽음(당)했다 아닙니까. 그리고 또 매미 태풍 때, 경남에 하나도 남은 게 없었어요. 전부터 죽었습니다. 그래서 정부가 그 당시 특구(특별재난지역)를 만들어서 어민들한테 보상을 좀 해줬어요. 그리 안했으면 어민들 다 죽었어요. …… 옛날에 한 이십년 전에는 엄청났습니다. 그럴 때는 어떻게 할 수가 없습니다. 어느 정도는 황토를 뿌리면 조금 방제가 되는데 심하면 어렵도 없지요(양식어업자 B).

1995년의 대규모 적조는 보다 많은 정책결정자들의 관심을 끌었다. 수산정책은 70년대 이후 지속적으로 양식 산업을 발달시켜 ‘근대적인 수산업 체계와 안정적인 수산물 생산’을 목표로 하였기 때문에, 양식 산업의 대규모 피해는 정책의 골칫거리가 되었다. 먼저 대규모의 적조와 어패류의 폐사는 행정부 수장의 행동을 유발했다. 당시 김영삼 대통령은 피해 지역을 방문하는 것뿐만 아니라 10월에는 시정연설을 통

8) 국가법령정보센터 홈페이지, <http://www.law.go.kr/main.html>

9) 과학계에서 기름 유출과 적조와의 인과적 관계는 아직 확실하게 밝혀지지 않았다. 어떤 논문에서는 기름의 존재가 외편모류를 포함한 미세조류의 밀도를 감소시킨다고 나오며, 어떤 논문은 기름 유출로 인하여 외편모류의 밀도가 변함없거나 증가한다고 말한다(Teal and Howarth, 1984; González et al., 2009; Hu et al., 2011; Ozhan et al., 2014).

해 ‘해양오염방지대책 5개년 계획’을 수립할 것을 약속하고, 적조로 인해 피해가 심각했던 연안바다를 특별관리 해역으로 지정하였다.¹⁰⁾ 김영삼 대통령은 최초로 적조에 대해 시정연설한 대통령으로 남게 되었다.

최근 잇단 유조선 사고와 적조현상으로 인한 해양오염 피해는 우리 모두에게 해양환경 보전의 중요성을 일깨워 준 교훈이 되었습니다. 정부는 이러한 해양사고를 근원적으로 예방하고 사고 발생 시 신속한 방제를 통해 피해를 최소화하기 위한 다각적인 대책을 추진할 것입니다. 특히 적조 등 해양오염을 근원적으로 예방하기 위해 ‘해양오염방지대책 5개년 계획’을 수립·시행토록 할 것입니다. 오염이 심한 연안바다를 특별관리 해역으로 지정하고, 연안 해역에 하수처리장, 축산폐수처리장 등 환경기초시설을 앞당겨 건설하겠으며, 어장도 단계적으로 정화 조치를 취해나가겠습니다. 해양오염피해 발생 시 어민들이 정당한 보상을 받을 수 있도록 공신력 있는 기관과 합동으로 피해를 조사토록 하겠으며, 특히 영세어민에 대한 보상기준을 대폭 현실화 하겠습니다(김영삼 대통령 국회 시정연설, 1995.10.16).

이 담화에서 적조는 해양오염, 하수처리장, 축산폐수처리장, 어장, 어민 등의 행위자들을 불러온다. 이듬해 대통령의 발언대로 통상산업부, 환경부, 건설교통부, 과학기술처, 경찰청, 수산청, 해운항만청, 기상청이 참여하고 환경부가 총괄한 『1996~2000 해양오염방지5개년계획』이 수립된다. 계획의 가장 중요한 목표 중 하나는 적조를 종합적으로 방지하는 대책을 세우는 것이다. 이 계획에서 적조는 무계획적인 산업입지, 도시개발, 매립사업과 짝을 이뤘고, 정부는 적조를 방지하고 관리하기 위한 대책을 수립한다. 적조종합대책은 크게 다섯 가지로

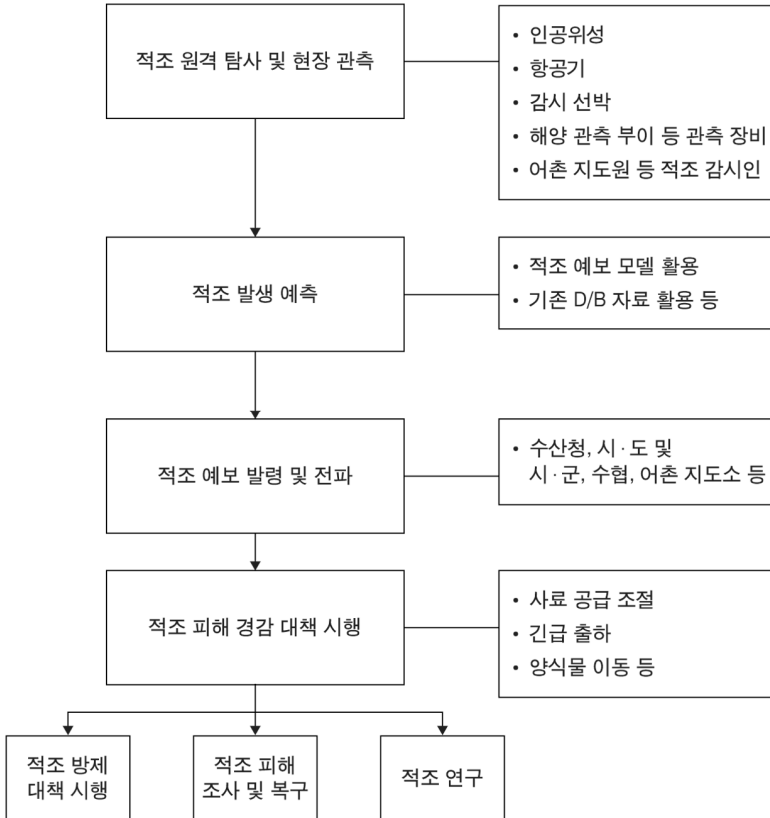
10) 국가기록원 홈페이지, <http://www.archives.go.kr/>

이루어졌다. 육상과 해상의 오염원을 종합적으로 관리하는 연안통합 관리체제를 구축하고, 하수종말처리장을 비롯한 환경기초시설을 확충한다. 오염이 심각한 해역은 특별 관리 해역으로 지정하고 관리를 강화한다. 연안 어장의 환경개선사업을 추진하며, 적조조기예보시스템과 피해예방체제를 구축한다(환경부, 1996). 적조는 새로운 행위자들을 불러왔고, 그들의 연결망을 강화시켰다.

「1996~2000 해양오염방지5개년계획」에 수록되어 있는 적조조기예보시스템 구축계획안(<그림 1>)을 보면 정부가 적조를 예보하기 위한 새로운 연결망을 모색했다는 것을 확인할 수 있다. 어촌지도원, 적조감시인, 수산청, 인공위성, 항공기, 감시선박 등이 나타나있는 이 그림은 새로운 연결망의 행위자들을 보여준다. 행위자들은 하나의 연결망에 묶여있으며, 연결망의 중심에는 적조가 있다. 이 연결망이 성공적으로 구축되었다면 적조는 적절하게 예보되고 방제되었을 것이다.

대통령의 담화나 「1996~2000 해양오염방지5개년계획」에서 적조는 연안사회생태의 검은 상자를 여는 열쇠에 가깝다. 적조는 인간과 양식어패류, 바다, 영양염류 등이 얽혀있는 연결망을 들여다보는 신호로서 작동한다. 이는 평상시 검은 상자의 영역에 놓여있던 연결망이 적조라는 가시적인 현상으로 인해 열려지게 된 상황을 보여준다(라투르 외, 2010; Latour, 2012). 어패류의 대량 폐사는 연안사회생태(socio-ecological system)의 고장을 적나라하게 보여주었다. 연안은 대규모의 해면 양식이 집적되는 상황에 순응하기보다는 적조가 형성되도록 장소로서 역할 하였다. 적조는 정부로 하여금 해양오염을 들여다보게 했으며, 환경기초시설의 건설 등의 정화 조치를 취하도록 유발했다. 대량의 플랑크톤이 눈에 보일 정도로 성장하고 양식 어패류가 폐사하면서 ‘육지와 동떨어진 바다’는 더 이상 육지와 독립적이지 않게 되었다. 바다의 공간은 육지와 연결되어 있고, 그 경계의 범주에 연안이 있음을 확인한다. 어패류의 폐사를 들여다본 사람들은 적조와 오염을 연결시켰고, 그 안에 더 많은 행위자들이 있음을 발견한다.

〈그림 1〉 적조조기예보시스템 구축계획안



자료: 환경부(1996).

공식적인 제도뿐 아니라 양식어업자들에게도 적조는 새로운 규칙을 고안하게 만들었다. 양식어패류의 먹이는 제한적으로 주고, 그물을 갈아준다. 여름에서 늦가을까지 양식어업자들에게 적조는 경계해야 할 대상으로 다가온다.

그물갈이라고 해서 그물을 계속 갈아줍니다. 구멍이 커야죠. 왜냐면 이게 물 바닥 쪽에는 워낙 미생물이나 조류 이런 것들이 많기 때문에 구

명이 작으면 작을수록 많이 낚입니다. 그렇게 끼게 되면 고기들한테 굉장히 안 좋습니다. 산소가 원활하게 공급이 안 되니까 폐사 우려가 있습니다(양식어업자 A).

법령에서도 적조는 다시 ‘조류(藻類) 대발생’이라는 이름으로 『재난 및 안전관리 기본법』과 『해양수산발전 기본법 시행령』에 나타난다.¹¹⁾ 이는 1990년 재해 피해에 대한 보조와 지원 마련을 위한 『농어업재해 대책법』에서 나아가, 적조의 관리와 관련 산업의 발전을 모색한다. 특히 『해양수산발전 기본법 시행령』에서는 2017년 10월 17일 태풍, 조수와 함께 조류 대발생을 해양 분야 재난으로 간주하고 이의 예방과 피해 저감과 관련된 산업을 해양수산업으로 인정한다는 조항을 신설하였다(해양수산발전 기본법 시행령 제1조의2(해양수산업)). 이는 해양 산업으로서 적조와 관련된 산업을 개발하는 것을 제도가 지원해주겠다는 의미로 해석할 수 있다. 적조는 재해를 넘어 하나의 산업이 되었다. 적조를 제어하기 위해서 다양한 방법들이 강구되었으며, 과학자, 공학자, 정책 행위자들의 관계는 더 긴밀해졌다.

더불어 경합하는 여러 플랑크톤 종들 중에 단연 떠오르는 종이 생겼다. *M. polykrikoides*가 전면에 등장한 것이다.¹²⁾ 해양 과학자들이 당시의 적조물을 현경미경으로 보면서 미세조류들을 동정(identification)해본 결과, *M. polykrikoides*가 우점하고 있었기 때문이다. 수산진흥원은 ‘적

11) 2004년 제정 당시의 『재난 및 안전관리 기본법』에는 ‘자연현상으로 인하여 발생하는 재해’ 중 하나로 적조를 기입하였다. 그러나 2014년 적조에서 조류 대발생으로 이름을 변경하였는데, 이에 대한 개정이유는 밝히지 않았다. 따라서 적조는 『재난 및 안전관리 기본법』과 『해양수산발전 기본법 시행령』에서는 조류 대발생으로, 『농어업재해대책법』에서는 적조로 다르게 명명되어 있다.

12) 김학균 외(2001)는 *M. polykrikoides*는 1982년 최초로 보고되었다고 기록하였으나, 연구자는 *M. polykrikoides*의 사회적 파급력이나 행위성이 두드러진 경우를 1995년 적조라고 판단하였다. 이 시기에 최초로 *M. polykrikoides*가 그의 이전 이름인 *Cochlodinium polykrikoides*로 언론에 노출된다.

조 주의보'와 '적조 경보'를 발령하고 *M. polykrikoides*을 비롯한 조류의 개체 수를 세어 보고하였으며, 어업인들은 그들의 존재에 관심을 갖게 되었다(《연합뉴스》, 1995.9.15, 1995.9.22). *M. polykrikoides*가 어패류 폐사의 범인이 되었다. 적조를 구성하는 여러 행위자들이 있었지만, 적조는 *M. polykrikoides*의 행위로 축소되었다.

적조는 제도 안으로 들어왔지만, 적조의 관리가 언제나 성공하는 것은 아니었다. 오히려 적조의 관리는 빈번히 실패했다. 해마다 적조는 반복적으로 일어났고, 어패류 폐사의 피해는 반복되었다. 해양수산부의 보도 자료에 의하면 적조가 줄어든 해도 있지만 *M. polykrikoides* 최대 밀도의 전체적인 경향성은 유지되었다(<표 2>). 피해액의 규모는 1995년도 적조가 가장 크지만 10년 간격으로 200억대 이상의 피해가 일어났다. 이처럼 적조는 통제되지 않은 채로 남아있다. 양식어업자 A와 B는 적조를 막는다는 것에 회의감을 느끼고 있다.

산소를 공급해주면 안되냐고 하는데 사실 그렇게 하려면 육상에 산소통이 있어야죠. 아무리 큰 산소통을 가지고 온들 (바다에서는) 불가능하다는 거 아닙니까. 산소공급해주는 거(가 해결책이 될 수 있다는 것을) 당연히 알죠. 또 다른 게 황토(뿌리는 거)라고 하던데, 저는 잘은 모르지만 미래를 생각했을 땐, 전문가들이 좋진 않다고 하더라고요. 토양오염의 원인도 될 수 있다고 하니까. 제일 많이 쓰는 것은 스크루를 이용하여 바람을 일으켜서 적조를 (양식장) 밖으로 내보내려고 하는데 그것도 이제 못 하죠. 기름이 들고 하니까. 적조는 사실 아직까지는 인간의 힘으로 방어가 힘듭니다(양식어업자 A).

오히려 *M. polykrikoides*와 그의 플랑크톤 동료(혹은 경쟁자)들은 양식장에서 양식어류들을 빼내는 데 일조한다. 적절한 적조 제어에 번번이 실패하자, 정부가 나서서 적조 피해발생이 예측되면 어민들이 어류를 방류하도록 유도한 것이다. 정책결정자들은 적조피해 방지 대책 중 하

〈표 2〉 연도별 적조 발생 현황

연도	최초 발생일	최초 발생지역	발생 범위	지속일 (일)	최대밀도 (개체 수/mL)	피해액 (억 원)
1995	8.29	고흥	완도~강릉	54	30,000	764
1996	9.5	고흥, 여천	완도~기장	28	23,000	21
1997	8.25	고흥	완도~울진	29	20,000	15
1998	8.30	고흥	완도~거제	34	20,000	16
1999	8.11	고흥	완도~울진	54	43,000	3.2
2000	8.22	여수, 남해	고흥~기장	29	15,000	2.6
2001	8.14	여수	완도~삼척	42	32,000	84
2002	8.2	여수	완도~울진	55	30,000	49
2003	8.13	여수~남해	진도~강릉	62	48,000	215
2004	8.5	거제	완도~거제	30	5,800	1.2
2005	7.19	고흥	완도~거제	58	25,000	10.6
2006	8.6	여수	완도~남해	37	33,500	0.7
2007	7.31	고흥	완도~울진	50	32,500	115
2008	7.30	고흥	완도~울산	62	7,300	-
2009	10.28	여수	여수~통영	20	1,660	-
2010	9.17	통영	통영	3	1,300	-
2011	-	-	-	-	-	-
2012	7.27	고흥	완도~거제, 태안	75	23,000	44
2013	7.17	여수, 통영	고흥~양양	51	34,800	247
2014	7.24	경남 고성	완도~삼척	86	20,000 (포항 9.13, 9.19)	74
2015	8.2	경남 통영	진도~울진	56	32,000	53
2016	8.16	전남여수(M*) 고흥~완도(K**)	여수~완도	14	2,200(M) 1,280(K)	43

주 1) M* *Margalefidinium polykrikoides* 우점.

2) K** *Karenia mikimotoi* 우점.

자료: 해양수산부(2016)을 참고해 필자 수정.

나로 어류 방류에 대한 보상 제도를 마련하였다. 그 결과, 어패류 폐사가 상당했던 2013년에 어류방류 신청이 14건에 달했다. 결과적으로 양

식이 총 45만 마리가 방류되었다(해양수산부, 2013). 적조가 가두리에 갇혀있던 양식어를 방류하도록 유도한 것이다.¹³⁾ 양식 어류의 방생을 촉진한다는 점에서 적조는 인간 행위자와 양식어 행위자와의 독특한 관계를 형성한다. 이때 양식어와 적조의 관계는 전복적이다. 왜냐하면 적조는 양식어장에 침입하여 양식어를 죽였지만, 방류를 통한 보상 제도가 생겨나면서 양식어는 적조에 의해 방류되었기 때문이다. 이 때 양식어들은 더 이상 가두리에 갇혀 있을 필요가 없게 되었다.

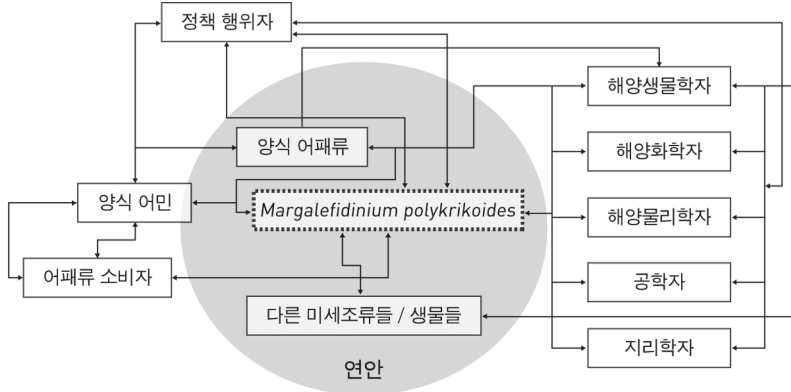
정리하자면, 적조는 어장에 피해를 입히는 존재라는 인식이 공고해지면서 경각심과 경계의 정동을 유발했다. 이러한 정동은 양식 산업이 없었다면 크게 드러나지 않았을 수도 있었다. 적조가 원인으로 밝혀진 어패류의 집단 폐사는 두 가지 상황을 야기했다. 첫 번째는 제도를 통한 보상과 관리의 방향이었으며, 두 번째는 과학적 지식을 통해 적조의 원인을 규명하고 적조의 발생을 예측하거나 피해를 제거하자는 방향이었다. 이들은 서로를 뒷받침하는 역할을 하였고, *M. polykrikoides*와 적조는 한국의 실험실과 제도의 공간으로 들어가게 되었다. 다음 장에서는 *M. polykrikoides*를 보다 자세히 소개하고 실험실의 공간에서 벌어진 일들에 대해 이야기하겠다.

2) *Margalefidinium polykrikoides*의 소개

적조원인종으로 지목받은 *M. polykrikoides*는 유독한 존재가 되었다(《연합뉴스》, 1995.9.28). *M. polykrikoides*가 주목 받게 되자 그가 속하는 와편모조류(Dinophyta)의 생태적이고 생리적인 특징들은 더 많이 소개되고 연구되었다. 그들의 외형과 크기, 속도, 단면, 유전정보, 천적, 진화 계통뿐만 아니라 빛과 영양분에 대한 선호, 흔들림에 대한 반응, 사멸 기

13) 어류 방류는 2000년대 후반부터 논의 되었지만 방류가 실제로 시행된 시기는 2013년뿐이었다. 보상 문제에 있어 정부와 양식어업자간 합의가 이루어지지 않았기 때문이다.

〈그림 2〉 *M. polykrikoides*와 관련이 있는 행위자들



주: 다른 행위자들은 생략되어 있다.

작, 그들의 기생생물 등도 기록되었다(Park et al., 2001; Jeong et al., 2004; Kim et al., 2007; Lee, 2008; Kim and Park, 2014; Lim et al., 2015). *M. polykrikoides*의 일거수 일투족은 꼼꼼하게 기록되어 논문으로 발표되었다. 그뿐만 아니라 *M. polykrikoides*를 제거하고, 적조를 측정하거나 예보하기 위하여 대학이나 정부 혹은 사설 연구기관에 있는 연구자들은 *M. polykrikoides*에게 접근했다.

<그림 2>는 *M. polykrikoides*와 관계있는 행위자들을 도식화한 것이다. 이들의 연결망은 적조가 대규모 양식어패류를 폐사시키면서 더 밀접한 관계를 갖게 되었다. 먼저 *M. polykrikoides*는 물 안에서 다양한 해양생물들과 관계하는데, *M. polykrikoides*는 어패류의 아가미에 잘 붙어 어패류의 호흡을 힘들게 만든다. 가두리에 키워지는 양식 어패류의 일부는 *M. polykrikoides*가 붙으면 숨을 쉴 수 없어 죽는다. 이 때문에 양식 어민들은 양식 어패류를 *M. polykrikoides*로부터 ‘지키고자’한다. 그들은 최대한 어패류와 *M. polykrikoides*가 관계하지 않길 바란다. 정책 행위자들은 양식 어민의 피해를 최대한 줄여 수산업을 ‘보호’하거나 ‘진흥’하기 위하여 *M. polykrikoides*와 그의 적조를 관리하고자 한다. 이들은 어

업자들의 피해를 보상하는 체계를 마련하고, 과학적 지식의 축적을 지원하고, 적조 모니터링 결과를 알리는 역할을 한다.

몇몇의 과학자들과 공학자들은 주로 지식의 증대, 어업 피해 감소, 연구 과제 유지 등의 복합적 목적으로 *M. polykrikoides*와 관계한다. 해양 생태학자나 생물학자들은 *M. polykrikoides*가 어떤 생물학적 특징이나 생태학적 특징을 지녔는지에 관심이 있다. 다시 말해서 이 분야의 연구자들은 *M. polykrikoides*의 성장과 죽음에 영향을 미치는 일조량, 바람, 해류, 수온, 영양분, 유전정보 등에 대해 연구하며, 다른 조류나 해양 생물 간의 관계에 대해서도 관심이 있다. *M. polykrikoides*의 먹이나 포식자, 경쟁자, 공생자들은 해양생태학자의 논문에 종종 함께 등장한다 (Park et al., 2001; Jeong et al., 2004; Kim et al., 2007; Lee, 2008; Kim and Park, 2014; Lim et al., 2015). 해양화학자들은 *M. polykrikoides*의 적조와 영양염분 등의 분자들과의 관련성을 추적하거나, *M. polykrikoides*의 물질에 주목한다(Lee and Kim, 2007). 해양물리학자들은 해류의 흐름 같은 바다의 물리적 변화와 *M. polykrikoides* 적조의 이동과의 관계에 관심이 있다(Choi et al., 2011). 공학자들은 주로 *M. polykrikoides*를 물리적이거나 화학적인 방식으로 제거하는 것이나 적조의 모니터링 장치에 주된 관심이 있다(백승호 외, 2012; 송병호 외, 2010). 한편 지리학자들은 위성사진기술로 적조를 분석하고 활용하는 것을 연구한다(Kim et al., 2009). 이들은 제각기 관심사가 조금씩 다르기는 하지만 경계가 확고한 것은 아니다. *M. polykrikoides*에 대한 관심으로 각기 다른 분야의 연구자들은 여러 방법론의 논문을 열람하고 공동 작업을 진행한다. *M. polykrikoides*는 분야가 다른 학자들이 각자가 가지고 있는 지식을 교환하도록 유도한다.

3) 실험실에서의 *Margalefidinium polykrikoides*

이 절에서는 1995년 대규모 적조 이후 실험실의 공간에 들어온 *M. polykrikoides*를 묘사하고, 이들과 과학자들이 만나는 상황과 실험실에서

바다를 재현하는 것의 어려움에 대해 서술한다. 적조 원인종으로 지목 받은 *M. polykrikoides* 중 하나의 세포가 실험실에 성공적으로 안착하면서, *M. polykrikoides*의 실험실 생활은 시작되었다. 그들이 실험실에 성공적으로 안착하는 것은 몇 가지 과정을 거친다. 우선 미세조류는 자신들이 살던 해수에서 실험실의 정제되고 영양분이 풍부한 해수로 이동하는 것에 순응한다. 그 다음 그들은 실험실의 주어진 영양분만으로도 분열한다. 마지막으로 자신이 처음 이동했던 공간에서 더 큰 공간으로 이동해도 밀도를 높여가며 증식한다. 실험실 F의 경우 2002년 8월 통영의 바닷물에 있는 한 마리의 *M. polykrikoides*가 분열에 성공하면서 실험실 행위자로 등장했다. 이 *M. polykrikoides*의 딸세포들은 바다 속 *M. polykrikoides*를 대표하여 실험에 참여한다. 그들의 행위는 *M. polykrikoides* 전체를 대표하는 것으로 기록된다.

실험실에 안착하는 과정이 모두 순탄한 것은 아니다. 일부의 미세조류들은 죽거나 더 이상 분열하지 못하면서 실험실 정착에 실패한다. 칼롱(Callon, 1986)의 표현을 빌리자면, 실험실 생활에 ‘동의’하지 않은 미세조류들은 죽음이나 분열 멈춤 등으로 실험실 생활을 ‘거부’한다. 해양생태학자 C씨와 E씨는 배양에 실패했던 경험들을 서술하면서, 미세조류가 실험실에 정착할 때 미세조류의 상태에 대해 각별히 주의를 기울인다고 말한다. 이 과정에서 다른 미세조류들은 ‘불청객’이 된다. 만약 이들이 배양체에 있다면 연구자들은 그 배양체를 오염된 것으로 간주한다. *M. polykrikoides*와 연구자들만의 단란한 연결망이 구축되어야만 본격적인 실험실 생활이 시작된다.

*M. polykrikoides*의 건강 문제는 그들과 연구를 함께하는 연구자들의 지속적인 관심이다. C씨와 D씨는 *M. polykrikoides*의 ‘기분’이 좋아야 한다고 생각한다. 이때의 기분은 활동량이 많아지거나 개체 수가 적절히 증가하고 있는 것과 동일하다. *M. polykrikoides*의 건강이나 운동성이 실험에 중요한 영향을 미치기 때문이다.

*M. polykrikoides*의 입장에서 보면 환경이 바뀌는 것이니까 조금 더 살아남을 수 있는 가능성이 높은 조건을 찾아서 개를 기본 좋게 만들어야 해요. 기분이 좋아야 많이 잘 자라니까요. ……(기분이 좋다는 것을 확인하기 위하여) 기본적으로 *M. polykrikoides*을 광합성 상태로 키우니까 먹는 거는 눈으로 볼 수 없으니 잘 놀고(움직이고) 잘 자라고 꾸준히 세포 수가 증가하는 것을 보고, 체인이 좀 길게 형성이 되고 있는지 유지가 되고 있는지 아니면 혼자 돌아다니는 게 많은지 봐요.¹⁴⁾ 그리고 배양체에 분비물이라든지 가라앉아 있는 침전물들이 있는지 그런 것들을 보고 *M. polykrikoides*의 상태를 판단해요(해양생태학자 C).

*M. polykrikoides*의 상태가 나빠지면 연구자들은 그들의 상태를 회복시키기 위해 각고의 노력을 기울인다. 개체군이 모여 있는 배양액에서 다시 한 마리만을 뽑아 격리시키는 방법은 실험실 연구자 사이에서 통용되는 방법이다.

실험실의 *M. polykrikoides*는 배양실에서 산다. 배양실은 언제나 같은 온도로 유지되며, 영양분은 풍부한 상태에 가깝게 유지된다. 광량과 점등시간도 정해져 있다. 이 공간에서 *M. polykrikoides*는 적응한다. 적응한다는 것은 곧 초기의 특징들을 잃어버리는 것과 관계한다. E씨는 처음 잡았을 때 활발하게 먹이를 섭식하다가 어느 순간부터 먹이를 먹지 않고 광합성에만 의지하는 경우를 들며, 실험실에 적응한 *M. polykrikoides*가 초기의 성질을 버리기도 한다고 말한다. C씨는 *M. polykrikoides*의 ‘야생성’에 대해 이야기 한다.

14) *M. polykrikoides*는 광합성을 통해 성장하는 독립영양체이지만, 유기체를 먹어 소화할 수 있는 종속영양체이기도 하다(Jeong et al., 2004). 이러한 영양 방식을 혼합영양(mixotroph)이라고 하는데, 육상식물의 경우 겨우살이와 같은 반기생식물이 이에 해당한다. 또한 단세포이지만 여러 세포들이 연결된 형태로 함께 돌아다니기도 하는데, 이를 체인(chain)이라고 표현한다.

(실험실에 *M. polykrikoides*가 오면) 야생성을 좀 잃어버리는 느낌이랄까요? 바다에서 금방 데리고 온 애들(*M. polykrikoides*)은 체인도 훨씬 더 길고, 운동성도 훨씬 좋고, 어지간히 흔들어준다고 해서 (상태가) 그렇게 쉽게 나빠지지 않아요. 근데 계속 좋은 환경에서 최적조건, 혹은 반(半)최적조건 같이 애의 구미에 맞게 조성된 공간에서 배양된 애들은 갑자기 큰 물리적 충격을 준다든지, 온도를 조금 바꾼다든지 그렇게 하면 너무 쉽게 죽어버리는 것 같아요(해양생태학자 C).

여기에서 *M. polykrikoides*의 길들여짐은 실험실의 안착과 적조의 재현 실패라는 두 가지 측면을 보여준다. 실험실의 공간에 살기를 선택한 세포들은 일단 실험실의 환경에 적응하며 성장한다. 이 공간은 흔들림이 거의 없거나 규칙적이며, 영양분도 비교적 풍부하다. 움직일 공간도 많지 않다. 바다라는 공간과 다르다. 바다는 끊임없이 유동하고, 영양분은 불균등하게 분포되어 있으며, 깊이도 깊다. 실험실에 안착한다는 것은 *M. polykrikoides*가 바다에서 생존하는 방식과는 다르게 사는 방식을 터득했다는 것이다. 따라서 *M. polykrikoides*는 바다의 적조를 대표하기 위해 실험실로 옮겨져 왔으나, 그들의 행동은 바다에서의 행동과 달라졌다. 적조 대표자의 신뢰성은 위협받는다.

대표성의 문제는 길들여짐과 성질이 다른 부분에서도 나타난다. 그것은 종주(strain)마다 특성이 다르게 나타날 때가 있다는 점이다. 종주는 한 마리의 *M. polykrikoides*가 분열한 개체들로 이루어진 개체군으로, 같은 종으로 분류된다고 할지라도 동일한 개체에서 분열되지 않으면 같은 종주가 아니다. 이때 종주 간의 특징이 비슷할 때도 있지만 다를 때도 있다. E씨에 따르면 *M. polykrikoides*의 종주 A를 회전시키면 물리적인 힘에 의해 개체군이 금방 죽지만, 종주 B는 회전시켜도 죽지 않는다. 빛이나 영양분에 대한 반응도 달라진다. 어떤 종주가 *M. polykrikoides*의 대표자가 되느냐에 따라서 *M. polykrikoides*의 최적 생존 조건은 달라진다. 연구자들은 *M. polykrikoides* 종주들의 다양한 반응에 혼

란스러워한다.

더불어 연구자들은 *M. polykrikoides*의 형태, 상태, 행동, 유전적 특징 등을 기록할 때, 인간과 달리 그들이 20~40 μ m 정도의 단세포 생물이 라는 점에서 나타나는 문제를 발견한다. 대표적인 문제는 종(species)과 계통의 문제다. 이분열을 하는 단세포의 특징상 종간의 생식적인 격리를 확인할 수 없다는 점은 어떤 세포를 *M. polykrikoides*로 명명할 것인지에 대한 질문을 야기한다. D씨는 연구 과정에서 아시아태평양, 필리핀, 미국에서 나온 *M. polykrikoides*의 유전배열이 다름을 확인한다.

사실 개네들(다른 지역에서 나온 *M. polykrikoides*)을 따로 분리하는 것도 어려웠던 게 어쨌거나 똑같은 이름이잖아요. 나누는 게 의미가 있나 했는데 의외로 염기서열을 봤는데 차이가 나는 거예요. 이정도 차이라면 다른 종으로 나누어야 되는 건 아닐까 하고 생각을 했는데, 그러기에는 형태도 비슷한 것 같고. 그게 아마 외편모조류 분류학에서 제일 복잡한 것 중에 하나인 것 같아요. 형태가 비슷한데 DNA가 아예 다른 애들이 있는가하면, 어떤 경우는 형태가 완전 차이가 나는데 DNA가 동일한 애들도 있잖아요. 그래서 그게 좀 많이 고민인 것 같아요. 형태를 보고 신중으로 냈는데, 몇 십 년 지나서 DNA 분석을 했을 때 같으면, (종이 다른 것이 아니라) 종주가 다른 거다 이렇게 나오는 것들도 있고요(해양생태학자 D).

*M. polykrikoides*가 일단 실험실에서 안정적으로 살아가게 되면 한 개체 한 개체는 중요하지 않는다. 실험은 *M. polykrikoides* 개체군으로 진행되며, 그들의 성장은 세포 수의 비율로 기록된다. 일부의 *M. polykrikoides*는 실험 과정 중에 죽고, 일부는 영양분이 풍부한 새 배양액으로 옮겨주면서 죽는다. 때로는 수를 세기 위해, 때로는 형태를 더 자세히 보기 위해 고정액에 고정되어 죽기도 한다.

연구자들은 이 *M. polykrikoides*의 종주를 이용하여 바다에서 나타나는

적조를 살펴보고자 한다. *M. polykrikoides*을 더 자세하게 살펴보기 위해서 연구자들은 광학현미경뿐만 아니라 투과전자현미경이나 주사전자현미경 등을 이용하기도 한다. 침묵하는 *M. polykrikoides*의 활동을 확인하기 위하여 그들의 유전자나 물질대사 등 분자 수준의 물질들이 분석의 대상이 된다. 또한 적조를 이해하고 궁극적으로 적조를 제어하는 것이 연구자들의 임무로서 여겨진다. 미세조류의 실험 결과는 ‘적조’와 관련되어 보도된다. 가령 *M. polykrikoides*의 포식자가 발견되면, “‘적조생물’ 먹는 신종 단세포 생물 발견”이란 기사가 나오고, *M. polykrikoides*의 특정 물질에 의한 사멸 기작을 밝히면 『유전자 반응 이용한 적조 구제방안 마련』이란 기사가 나온다(《경향신문》, 2015.12.28; 《환경일보》, 2016.1.26). 실험실 개체군의 특징이 바다에서도 지속되리라 가정한다. 실험실이 바다를 재현해서 만들어진 것처럼 실험의 결과가 다시 바다에서도 재현되기를 바란다.

그러나 바다와 실험실 공간의 차이는 이를 어렵게 만든다. E씨는 바닷물을 채취하면서 실험을 했던 경험과 실험실의 경험을 비교한다.

실험실에서는 어떻게 보면 1대1관계 위주로 많이 보잖아요. 그런 게 (바다와) 다른 것 같고. 또 실험실에서는 원하는 대로 정확히 몇 μ 이런 식으로 체계가 잡혀 있잖아요. 근데 바다에서 (실험)하는 경우는 다양한 요소들에 의해서 하고 싶지만 그 조건대로 하지 못하는 그런 방해받는 요소들이 너무 많은 것 같아요. 예를 들면 아침 여덟시부터 주기적으로 (실험)하기로 했다고 해도 너무 파도가 높거나 그런 상황에서는 못할 수도 있는 거고요. 아니면 (배를) 탔다 해도 그날 우연찮게 비가 엄청 왔고 쳐요. 그럼 또 영향을 크게 주는 부분이잖아요. 근데 그렇다고 오늘 비 많이 왔으니까 3~4일 있다가 비의 영향이 다 꺼졌을 때 하는 것도 아니잖아요. 그뿐만 아니라 적조 생물의 수를 세는 것도 운 좋게 패치가 있을 때 농도랑 아니면 바로 옆에 있는 농도랑 다르고 정확도는 당연히 엄청 떨어질 거고요. 그럴 수밖에 없는 거고. 실험실에서는 최적의 조건을

맞추기 위해 노력해서 최적을 맞춰서 하는데, 바다에서는 아 이걸 최적이 아니다 하는 생각이 드는 데도 어쩔 수 없는 것 같아요. 그렇게 하는 게 최적인 것 같아요. 그런 상황이 많이 있는 것 같아요. 그런 게 좀 많이 달라요(해양생태학자 E).

바다에 있는 *M. polykrikoides*는 실험실에서보다 다양한 행위자들과 함께 한다. 이때 *M. polykrikoides*는 다른 행위자들이 그러한 것처럼 무수히 많은 관계 속에서 자신만의 방향으로 움직인다.

바다가 열려있는 공간이잖아요. 그래서 순식간에 파도에 의해 (플랑크톤이) 집적되면 그게 적조의 밀도가 되기도 했다가 또 흩어지기도 하고, 그런 것을 많이 봤거든요. 예를 들면 무어링(Mooring; 한 지역에서 시간별로 바닷물을 채취하는 표집 방식)을 해보니까, 알겠더라고요. 한 지점에 있다고 하더라도 물이 썰물·밀물도 그렇고 적조 띠도 있다가 몇 시간 뒤면 옆으로 넘어가고 그런걸 보니까, 어느 정도 (적조의) 개념적인 부분은 이해할 수 있겠지만. 궁극적으로 이걸 제어하는 것도 그냥 호수에서 일어나는 것처럼 어느 정도 폐쇄된 시스템이라면 될 것 같은데 바다는 너무나 열린 곳이라서 불가능할 거라고 봐요. 학문적으로 이해는 더 깊게 할 수 있기는 한데, 적조는 제어할 수 있는 것이 아닌 것 같고요(해양생태학자 E).

과학적 지식을 통한 적조 제거에 대해서 면접 참여자인 C, D, E 모두 회의적인 시선을 견지한다. 그들에게 바다는 통제할 수 없는 넓은 공간이고, 적조는 *M. polykrikoides*뿐만 아니라 다른 조류에 의해서도 생기는 현상이다. 그들은 플랑크톤이 없어지지 않는 한, 적조는 제거되지 않는다는 것을 인지한다.

적조가 난 물들을 떠 보면, 그것이 *M. polykrikoides*로만 이루어지지 않았다는 것을 발견한다. 적조연구자들은 일정한 부피의 바닷물을 떠 그

안에 보이는 일련의 미세조류 목록을 만들어 작성한다(Heil et al., 2001; Mudie et al., 2002; Jeong et al., 2013). 적조는 다양한 행위자가 연결되어 있는 연결망으로서 *M. polykrikoides*는 연결망의 한 구성요소이다. 바다에서 나타나는 붉은 적조는 실험실의 *M. polykrikoides* 적조에서 결코 나타나지 않는다. 바닷물을 떠보면 파란색이 아닌 것처럼, 실험실에서 만들어낸 *M. polykrikoides* 단일 종의 적조는 오히려 노란 색에 가깝다. 그에 반해 바다라는 공간에서 *M. polykrikoides*가 우점한(dominant) 적조는 그 이름대로 붉은 빛을 띤다. 바다는 결코 단일한 생물이 차지할 수 없으며, 적조는 그 자체로 혼종적이다. 적조 안의 플랑크톤은 5~60배울의 일 반적인 현미경에서조차 보이지 않는 크기의 플랑크톤부터 육안으로도 보이는 플랑크톤까지 섞여 있다. 바다에서 서식하는 작은 생명체 들을 모두 일컫는 플랑크톤 안에는 핵산(DNA)을 둘러싸는 핵막이 없는 원핵생물부터, 단세포 진핵생물, 다세포 진핵생물 등의 이질적인 존재들이 포함되어 있다. 하지만 1995년 대규모의 적조 이후 적조는 *M. polykrikoides*와 그의 몇 안 되는 경쟁자들의 행위로 축소되었다.

실험실에서 *M. polykrikoides* 배양체는 적조를 대표하고 있다. 과학 장치를 통한 접근이 종에 대한 이해를 넓혔지만 실험 결과들을 통해 연구자들은 배양체가 바다 속에 있는 모든 *M. polykrikoides* 혹은 적조를 대표할 수 있는지 의심하고 있다. 1982년 경향신문의 한 기사는 “부산수 대, 진해만을 실험실에 옮겼다”라고 썼다(《경향신문》, 1982.1.7). 그러나 실험실은 진해만을 재현할 수 없었고, 바다 역시 실험실의 연구 결과를 재현하는 공간이 될 수 없었다. 적조의 원인을 규명하겠다는 다짐은 반복되고, 그때마다 감추어져 있던 더 많은 연결망들이 나타났다. 결국 제도와 실험실의 공간에서 적조는 완전히 통제되지 않은 채로 남겨졌다.

5. 결론과 제언: 인간 이상의 공동지와 적조

지금까지의 논의에서 양식장, 제도, 실험실의 공간에서 나타나는 인간과 적조 혹은 *M. polykrikoides*의 마주침을 기술하였다. 국내의 양식 산업에서 적조는 청정한 바다를 위협하는 비극의 원인으로 지목되었다. *M. polykrikoides*는 ‘유독’한 존재가 되었으며 이들을 제거하기 위해 다양한 방법이 강구되었다. 이 과정에서 *M. polykrikoides*(또는 그들의 적조)의 행위는 양식어업인과 과학자, 공학자, 정책 행위자와의 관계를 더욱 긴밀하게 해주었다. 그러나 실험실은 바다의 적조를 재현하지 못했으며, 제도를 통한 제거·관리는 성과를 이루지 못하였다. 오히려 양식어업자들은 적조를 피하기 위하여 양식어를 방류하고, 정부는 이를 보상하는 방식으로 양식어 방류를 지원하기에 이른다.

플랑크톤은 사람이 보기에 너무 작아서 그들 하나의 모습과 행동을 보기 위해서는 실험실 도구들이 필요하다. 장치를 통해 바닷물을 보고서야 플랑크톤이 있음을 안다. 그러나 적조는 다르다. 적조는 세상의 어떤 동물보다 크기 때문에 육지의 인간들도 적조가 나타났다는 것을 안다. 그것은 출애굽기에서도 나타나고, 삼국시대에도, 고려와 조선, 한국에서도 나타났다. 그때 사람들은 비로소 무슨 일이 일어났음을 감지한다. 이 적조를 통해서 사람들은 바다 안에 무언가가 있음을 발견하게 된다. 그것은 국가의 흥망과 불운을 상징하다가 양식어 패류의 폐사 원인이 되기도 하고, 환경오염의 상징으로 나타나기도 한다. 여기서 적조의 정의는 모호하다. 해양생태학자들은 종종 그것의 밀도를 기준으로 적조를 정의하려고 하지만, 가장 뚜렷한 정의는 그것의 색이 눈에 띈다는 것에 있다. 가시성을 떨 때 *M. polykrikoides*를 비롯한 플랑크톤들은 행위자-연결망에 편입된다. 적조는 플랑크톤, 바닷물, 바람, 빛, 영양염류 등의 연결망에 의해 만들어지다가 사라지는 것을 반복한다.

이 과정에서 사람들은 적조의 내부에 관심을 갖고, 그것들의 생명

〈그림 3〉 적조와 양식장



자료: 국립수산과학원.

활동에 관심 갖는다. 비록 그것이 양식어업의 ‘고장’을 유발하는 행위 자일지라도 말이다. 이 ‘고장’으로 인해 검은 상자는 열리고, 그 안에 *M. polykrikoides*와 그의 동료들(혹은 적들)이 있음을 발견한다. 그들이 인간보다 오래 살았으며, 지구의 산소를 공급해왔고, 유동하는 공간에 적응했다는 것을 알게 된다. 또한 이 적조는 제도를 수정하게 유도한다. 적조는 자이언트 판다처럼 귀여운 얼굴로 서식지 보호의 상징이 되지는 않았지만 경각심을 갖게 하는 존재로 떠오른다. 판다의 카리스마가 판다 중 자체의 보전을 추구하도록 만들었다면, 적조는 적조의 보전이라기보다는 적조가 형성되는 공간(연안)에 대한 보전을 추구하게 만들었다. 다시 말해서 연안이라는 공간의 지속가능성이 중요한 문제가 될 수 있도록 일조한다. 이처럼 작은 플랑크톤들은 정동을 일으키는 거대한 카리스마를 이룬다(〈그림 3〉). 카리스마는 인간이나 인간

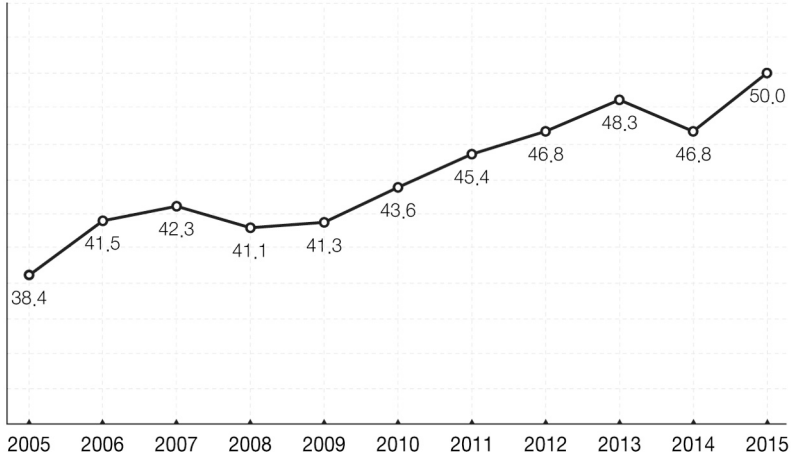
과 비슷한 크기의 비인간만이 점유할 수 있는 단어가 아니라 작은 것들의 군집도 보여줄 수 있다. 플랑크톤의 행위성은 군집을 이루면서 뚜렷해진다.

패트릭 브레스니한(Patrick Bresnihan)은 ‘어업을 변형하기(Transforming the fisheries)’에서 어부 톰(Tom)을 이야기 한다(Bresnihan, 2016). 브레스니한(Bresnihan)은 톰(Tom)이 어업을 어떻게 돌보는지 확인하면서 그를 개별적인 어부로서가 아니라 인간과 비인간, 사회와 자연, 물질과, 비물질, 과거와 미래가 뒤얽혀있는 집합체(collectivity)의 부분으로서 보게 된다. 이때 ‘인간 이상의 공동지(more-than-human commons)’는 인간과 비인간의 상호의존성을 가리킨다(Bresnihan, 2016: 131). *M. polykrikoides*를 비롯한 플랑크톤은 1차 생산자로서 공동자원을 키우는 공동의 생산자다. 그들은 제거될 수 없으며, 제거되어서도 안 된다. 그러나 그들의 집합인 적조는 양식어업의 방해자로 여겨지기 일쑤이다. 그들이 연안사회생태의 일부로서 고려되기 위해서는 새로운 상상력이 필요하다.

연구자는 이 새로운 상상력이 연안이라는 공동체 혹은 공간을 다시 생각하는 것부터 시작될 수 있다고 조심스레 제안한다. 폴라니(Polanyi, 2009)는 본래 시장에서 소비될 목적이 아니었던 토지가 지대라는 이름으로 시장에 편입되면서 나타나는 문제에 대해 비판했다. 연안 역시 비슷한 상황에 노출되어 있다. 물론 연안이 직접적으로 시장에 편입되지는 않았지만, 물고기를 공급하기 위한 장소로서 생산성만이 중요시되면서 더 많은 양식어장이 연안을 뒤덮게 되었다. 2015년 기준 천해 양식어업(shallow-sea cultures)은 한국의 총 어업 생산량 절반(50.0%)을 차지했다(해양수산부, 2016). 특히 2005년, 총 어업 생산량의 38.4%를 차지하던 양식어업이 약간의 변동을 거치면서 10년 만에 12% 상승하면서 양식 산업은 빠르게 발전하고 있다(<그림 4>). 연안생태의 회복탄력성은 중요한 문제가 되지 않기 때문에 어패류들은 최대한 밀집되어 양식되고, 적조는 기회가 닿는 대로 양식어장을 덮친다. 양식어업이 집약적으로 이루어지는 한 적조에 대한 대규모 피해는 없어질 수 없다. 적조

〈그림 4〉 연도별 총 어업생산량 대비 천해양식어업생산량

(단위: %)



자료: 해양수산부(2016).

는 바다라는 공간의 특성상 플랑크톤이 있다면 언제 어디서나 나타날 수 있는 행위자이고, 연안은 플랑크톤의 서식지이기 때문이다. 따라서 공간에 대한 인식을 다시 생각하기 전에는 수많은 어패류의 죽음을 근본적으로 해결할 수 없을 것이다. 단지 생산성이 최대화되는 지점이 아니라 다양한 행위자들이 어우러져 사는 인간 이상의 공동지에는 플랑크톤이 적조라는 균집으로 나타난다 하더라도 문제될 것이 없을 것이다.

원고접수일: 2018년 2월 1일

심사완료일: 2018년 2월 19일

계재확정일: 2018년 3월 6일

최종원고접수일: 2018년 3월 6일

❖ Abstract

Relation between Red Tides and Human in the Korean Aquaculture Industry:
The Charisma of Small Things, Red Tides

Kim, Ji Hye

Paying attention to nonhumans as core components of society, some of political ecologists are researching on a more-than-human approach. From this point of view, society is a collectivity of human and nonhuman actors which cannot be separated from each other. Thus, researchers exploring a more-than-human world have captured the moment of encounters between human and nonhuman and sought their new relational practices. In the wave, this study explores agencies of red tides and one of red-tide species, *Margalefidinium polykrikoides*. In particular, it focuses on red tides as a way for small plankton to visualize their own agency and describes the encounter between red tides and human actors in the Korean aquaculture industry. Red tides entered the space of institutions and laboratories making humans consider a new network about a coastal socio-ecological system. To control massive red tides, Korean policy makers arranged a monitoring and control system, and scientists tried to represent red tides through the laboratory experiment with *M. polykrikoides*. However, institutions were not able to control red tides, and *M. polykrikoides* in the laboratory has not succeeded in representing red tides. Rather, red tides have an influence in releasing aquacultured fish. Therefore, the study concludes that red tides affect for human actors to look into an actor-network of a coastal socio-ecological system, and contribute to redesigning a network of actors. Furthermore, this study emphasizes that a red tide is an aggregate of numerous actors, and suggests that red tides and its plankton be considered as members in more-than-human commons.

Keywords: more-than-human approach, plankton, red tides, nonhuman, encounter

참고문헌

- 김부식. 1998. 『삼국사기 II』. 경기도: 한길사.
- 김학균·정창수·임월애·이창규·김숙양·윤성화·이삼근. 2001. 『한국연안의 *Cochlodinium polykrikoides* 적조발생과 변천』. 《한국수산학회지》, 34권 6호, 691~696쪽.
- 김환석. 2016. 『사회과학의 ‘물질적 전환(material turn)’을 위하여』. 《경제와사회》, 112권, 208~231쪽.
- 라투르, 브뤼노(Bruno Latour) 외. 2010. 『인간·사물·동맹: 행위자네트워크 이론과 테크노사이언스』. 홍성욱 엮음. 서울: 이음.
- 라투르, 브뤼노(Bruno Latour). 2012. 『브뤼노 라투르의 과학인문학 편지』. 이세진 옮김. 서울: 사월의책.
- 민족문화추진회. 2007. 『동사강목』. 경기도: 한국학술정보.
- 백승호·장민철·주혜미·손문호·조훈·김영욱. 2012. 『해양적조생물제어를 위한 살조물질 Thiazolidinedione 유도체 (TD49) 평가』. 《한국해양학회지 바다》, 17권, 9~15쪽.
- 송병호·정민아·이성로. 2010. 『사례 기반 추론을 이용한 적조 예측 모니터링 시스템 구현 및 설계』. 《한국통신학회논문지》, 35권 12호, 1819~1826쪽.
- 송정현. 1998. 『해상 어류양식업에 있어서 기업적 경영의 전개과정에 관한 연구』. 《수산경영론집》, 67권, 139~154쪽.
- 이종찬. 2016. 『행위자-연결망 이론을 통해 본 길고양이 중성화 사업 (TNR) 과 공존의 정치』. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 이진환. 1999. 『한국연안에 있어서 적조발생과 식물플랑크톤 독성에 관한 개관』. 《환경생물》, 17권 3호, 217~232쪽.
- 이학식·임지훈. 2004. 『브랜드 카리스마, 형성요인, 그리고 효과』. 《마케팅연구》, 19권 3호, 137~177쪽.
- 정상욱·안경호. 2011. 『우리나라 연안의 코클로디니움 적조발생 변동 연구』. 《한국환경생태학회 학술대회논문집》, 21권, 57~58쪽.
- 칼 폴라니(Karl Polanyi). 2009. 『거대한 전환』. 홍기빈 옮김. 서울: 길.
- 한국해양수산개발원. 2002. 『환경관리해역 환경개선연구』. 해양수산부.
- 환경부. 1996. 『1996~2000 해양오염방지5개년계획』. 환경부.
- 해양수산부. 2016. 『해양수산통계연보』. 해양수산부.
- Asdal, K., T. Druglitrø. and S. Hinchliffe(eds). 2016. *Humans, Animals and Biopolitics: The More-than-human Condition*. London, U.K.: Routledge.
- Barad, K. 2003. "Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter." *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 28(3), pp. 801~831.

- Bear, C. 2016. "Tracing Bacterial Legalities: the Fluid Ecologies of the European Union's Bathing Water Directive." in Braverman, I. ed. *Animals, Biopolitics, Law: Lively legality*. London, U.K.: Routledge, pp. 79~98.
- Bear, C. and S. Eden. 2011. "Thinking like a Fish? Engaging with Nonhuman Difference Through Recreational Angling." *Environment and Planning D: Society and Space*, 29(2), pp. 336~352.
- Callon, M. 1986. "Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay." in Law, J. ed. *Power, Action and Blief: a New Sociology of Knowledge?* London: Routledge, pp. 196~223.
- Choi, J. W., E. Kim., J. Na., and D. Kang. 2011. "Observations of 5 MHz Acoustic Backscattering from *Cochlodinium polykrikoides* Blooms in Coastal Waters." *The Journal of the Acoustical Society of America*, 129(4), pp. 2693~2693.
- Choi, M. A. 2016. "More-than-human Geographies of Nature." 《대한지리학회지》, 51(5), pp. 613~632.
- Ginn, F. 2013. "Sticky Lives: Slugs, Detachment and More than human Ethics in the Garden." *Transactions of the Institute of British Geographers*, 39(4), pp. 532~544.
- Gómez, F., M. L. Richlen. and D. M. Anderson. 2017. "Molecular Characterization and Morphology of *Cochlodinium strangulatum*, the Type Species of *Cochlodinium*, and *Margalefidinium* gen. nov. for *C. polykrikoides* and Allied Species (Gymnodiniales, Dinophyceae)." *Harmful Algae*, 63, pp. 32~44.
- Gonzalez, J., F. G. Figueiras., M. Aranguren-Gassis., B. G. Crespo., E. Fernandez., X. A. G. Moran. and M. Nieto-Cid. 2009. "Effect of a Simulated Oil Spill on Natural Assemblages of Marine Phytoplankton Enclosed in Microcosms." *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 83(3), pp. 265~276.
- Greenhough, B. 2012. "Where Species Meet and Mingle: Endemic Human-virus Relations, Embodied Communication and More-than-human Agency at the Common Cold Unit 1946-90." *Cultural Geographies*, 19(3), pp. 281~301.
- Haraway, D. J. 2003. *The Companion Species Manifesto: Dogs, People, and Significant Otherness*. Chicago, U.S.: Prickly Paradigm Press.
- Heil, C. A., P. M. Glibert., M. A. Al-Sarawi., M. Faraj., M. Behbehani. and M. Husain. 2001. "First Record of a Fish-killing *Gymnodinium* sp. Bloom in Kuwait Bay, Arabian Sea: Chronology and Potential Causes." *Marine Ecology Progress Series*, 214, pp. 15~23.
- Hird, M. 2009. *The Origins of Sociable Life: Evolution after Science Studies*. Berlin: Springer.
- Hu, C., R. H. Weisberg., Y. Liu., L. Zheng., K. L. Daly., D. C. English. and G. A. Vargo. 2011. "Did the Northeastern Gulf of Mexico Become Greener after the

- Deepwater Horizon Oil Spill?” *Geophysical Research Letters*, 38(9).
- Jeong, H. J., Y. D. Yoo., J. S. Kim., T. H. Kim., J. H. Kim., N. S. Kang. and W. H. Yih. 2004. “Mixotrophy in the Phototrophic Harmful Alga *Cochlodinium polykrikoides* (Dinophyceae): Prey Species, the Effects of Prey Concentration, and Grazing Impact.” *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 51(5), pp. 563~569.
- _____. 2013. “Red Tides in Masan Bay, Korea in 2004-2005: I. Daily Variations in the Abundance of Red-tide Organisms and Environmental Factors.” *Harmful Algae*, 30, pp. S75~S88.
- Johnson, E. R. 2015. “Of Lobsters, Laboratories, and War: Animal Studies and the Temporality of More-than-human Encounters.” *Environment and Planning D: Society and Space*, 33(2), pp. 296~313.
- Kim, C. J., H. G. Kim., C. H. Kim. and H. M. Oh. 2007. “Life Cycle of the Ichthyotoxic Dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides* in Korean Coastal Waters.” *Harmful algae*, 6(1), pp. 104~111.
- Kim, S. and M. G. Park. 2014. “*Amoebophrya* spp. from the Bloom forming Dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*: Parasites not Nested in the “*Amoebophrya ceratii* Complex.”” *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 61(2), pp. 173~181.
- Kim, Y., Y. Byun., Y. Kim. and Y. Eo. 2009. “Detection of *Cochlodinium polykrikoides* Red Tide Based on Two-stage Filtering Using MODIS Data.” *Desalination*, 249(3), pp. 1171~1179.
- Latour, B. 1993. *We Have Never Been Modern*. Massachusetts, U.S.: Harvard University Press.
- Lee, D. K. 2008. “*Cochlodinium polykrikoides* Blooms and Eco-physical Conditions in the South Sea of Korea.” *Harmful Algae*, 7(3), pp. 318~323.
- Lee, Y. W. and G. Kim. 2007. “Linking Groundwater-borne Nutrients and Dinoflagellate Red-tide Outbreaks in the Southern Sea of Korea Using a Ra tracer. Estuarine.” *Coastal and Shelf Science*, 71(1-2), pp. 309~317.
- Lien, M. E. 2015. *Becoming Salmon: Aquaculture and the Domestication of a Fish*. California, U.S.: Univ of California Press.
- Lim, A. S., H. J. Jeong., J. H. Kim., S. H. Jang., M. J. Lee. and K. Lee. 2015. “Mixotrophy in the Newly Described Dinoflagellate *Alexandrium pobangense*: a Specialist for Feeding on the Fast-swimming Ichthyotoxic Dinoflagellate *Cochlodinium polykrikoides*.” *Harmful Algae*, 49, pp. 10~18.
- Lorimer, J. 2007. “Nonhuman Charisma.” *Environment and Planning D: Society and Space*, 25(5), pp. 911~932.
- Lorimer, J. 2014. “On Auks and Awkwardness.” *Environmental Humanities*, 4(1), pp.

- 195~205.
- Lorimer, J. 2015. *Wildlife in the Anthropocene: Conservation after Nature*. London, U.K.: Univ of Minnesota Press.
- Margalef, R. 1961. "Hidrografía y Fitoplancton de un Área Marina de la Costa Meridional de Puerto Rico." *Investigacion Pesquera*, 18(1), pp. 33~96.
- Mathews, N. 2015. "Material Mediations: Nonhuman Agency in New Zealand Herald Representations of Auckland's Volcanoes, 2000-2012." In *Refereed Proceedings of TASA 2015 Conference*, pp. 31~36.
- Mudie, P. J., A. Rochon. and E. Levac. 2002. "Palynological Records of Red Tide-producing Species in Canada: Past Trends and Implications for the Future." *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 180(1-3), pp. 159~186.
- Ozhan, K., M. L. Parsons. and S. Barga. 2014. "How Were Phytoplankton Affected by the Deepwater Horizon oil spill?" *BioScience*, 64(9), pp. 829~836.
- Panelli, R. 2010. "More-than-human Social Geographies: Posthuman and other Possibilities." *Progress in Human Geography*, 34(1), pp. 79~87.
- Park, J. G., M. K. Jeong., J. A. Lee., K. J. Cho. and O. S. Kwon. 2001. "Diurnal Vertical Migration of a Harmful Dinoflagellate, *Cochlodinium polykrikoides* (Dinophyceae), during a Red Tide in Coastal Waters of Namhae Island, Korea." *Phycologia*, 40(3), pp. 292~297.
- Paulson, W. 2001. "For a Cosmopolitical Philology: Lessons from Science Studies." *SubStance*, 30(3), pp. 101~19.
- Teal, J. M. and R. W. Howarth. 1984. "Oil Spill Studies: a Review of Ecological Effects." *Environmental Management*, 8(1), pp. 27~43.
- Whatmore, S. 2002. *Hybrid Geographies: Natures Cultures Spaces*. Newcastle upon Tyne, U.K.: Sage.
- _____. 2006. "Materialist Returns: Practising Cultural Geography in and for a More-than-human World." *Cultural Geographies*, 13(4), pp. 600~609.
- _____. 2013. "Earthly Powers and Affective Environments: An Ontological Politics of Flood Risk." *Theory, Culture & Society*, 30(7-8), pp. 33~50.
- Whatmore, S. and L. Thorne. 2000. "Elephants on the Move: Spatial Formations of Wildlife Exchange." *Environment and Planning D: Society and Space*, 18(2), pp. 185~203.
- Wilbert, C. 2006. "Profit, Plague and Poultry: the Intra-active Worlds of Highly Pathogenic Avian Flu." *Radical Philosophy*, 139, pp. 2~8.
- Wolfe, C. 2012. *Before the Law: Humans and other Animals in a Biopolitical Frame*. Chicago, U.S.: University of Chicago Press.

<기사>

- 《경향신문》. 1966.5.23. “水産近代化(수산근대화)의 問題點(문제점)”.
- _____. 1973.6.30. “鎭海灣(진해만)일대 磷酸鹽(인산염) 오염”.
- _____. 1977.5.13. “共同討論(공동토론) 生存(생존)의 罅(틈)물… 물을 아끼자”.
- _____. 1977.7.6. “바다가 썩고 있다”.
- _____. 1979.7.7. “바다를 푸르게… 病(병)들어가는 沿岸(연안)… 오염 現場(현장)을 간다”.
- _____. 1981.7.31. “惡性赤潮(악성적조)대책에 苦心(고심)”.
- _____. 1981.8.3. “惡性赤潮(악성적조)에 대한 根本(근본) 對策(대책)을 促求(촉구)한다”.
- _____. 1981.8.8. “김노디늬赤潮(적조)의 主犯(주범)은 農藥(농약)”.
- _____. 1981.8.28. “赤潮(적조)조사반 파견 民韓(민한),麗川工團(여천공단)도”.
- _____. 1981.9.2. “民韓(민한) “赤潮(적조)피해 補償策(보상책)을””.
- _____. 1982.1.7. “釜山水大(부산수대) 鎭海灣(진해만)을 實驗室(실험실)에 옮겼다”.
- _____. 1995.9.26. “바다살리기 대책 수립 金(김)대통령 赤潮(적조)현장방문”.
- _____. 2015.12.28. ““적조생물’ 먹는 신종 단세포 생물 발견”.
- 《동아일보》. 1966.3.3. “養殖漁業指向(양식어업지향) 吳水産廳長新任談(오수산청장신임담)”.
- _____. 1972.11.14. “海水汚染(해수오염) 魚族(어족)이 사라진다”.
- _____. 1975.12.16. “南海岸養殖場(남해안양식장) 폐사原因(원인)못밝혀 漁民補償問題(어민보상문제) 長期化(장기화)될 듯”.
- _____. 1977.12.12. “「赤潮(적조)」에 시달리는南海岸養殖(남해안양식)”.
- _____. 1977.7.7. “放置(방치)된채 죽어가는 바다”.
- _____. 1979.8.20. “횡설수설”.
- 《매일경제》. 1966.9.15. “漁場(어장) 큰 被害(피해)”.
- _____. 1967.6.30. “「1천70만 원」水糞(수장)”.
- _____. 1971.11.04. “海上公害(해상공해)와 保險(보험) 日(일) 龜井利明博士(구정이명박사) 초청講演(강연초)”.
- _____. 1981.7.29. “鎭海灣赤潮(진해만적조) 피해실태調査(조사)나서 환경청”.
- _____. 1981.8.19. “養殖保險制(양식보험제) 도입 金水産廳長(김수산청장),赤潮(적조) 등 被害(피해)보상”.
- 《연합뉴스》. 1995.9.15. “유독성 赤潮(적조) 부산연안으로 확산”.
- _____. 1995.9.22. “赤潮(적조) 피해 남해안서 동해 남부까지 계속 확산”.
- _____. 1995.9.28. “全南(전남),赤潮(적조)피해 따른 특별재해지역 선포 건의”.
- 《환경일보》. 2016.1.26. “유전자 반응 이용한 적조 구제방안 마련”.

<보도자료>

- 해양수산부. 2013. “적조 피해발생 전 어류방류 순조롭게 진행”.
해양수산부. 2016. “2016년 적조 대응 관계기관 평가회의 개최”.

<웹사이트>

- 조선왕조실록 홈페이지, <http://sillok.history.go.kr/main/main.do>
국가기록원 홈페이지, <http://www.archives.go.kr/>
국가법령정보센터 홈페이지, <http://www.law.go.kr/main.html>
천문우주지식정보 홈페이지, <https://astro.kasi.re.kr>