

조선왕조실록의 적조(HABs) 고찰

민승환¹ · 서영상^{1*} · 박종우¹ · 황재동¹

A Study of Red Tide(HABs) in the Annals of the Joseon Daynasty

Seung-Hwan MIN¹ · Young-Sang SUH^{1*} · Jong-Woo PARK¹ ·
Jae-Dong HWANG¹

요 약

조선왕조실록을 통해 14세기 말부터 19세기 초까지 적조(HABs) 발생상을 분석하였다. 적조기사는 모두 81건으로 표로 정리하고, 적조지도를 구축하였다. 해역별 발생횟수는 남해 62건, 동해 50건 그리고 황해 22건으로 나타났다. 남해와 동해에 접한 경상도에서는 82건으로 가장 많았다. 경상남도에서 함경북도까지의 적조발생은 두 가지 형태로 나타났는데 첫 번째는 3월 강원도에서 시작되어 4월 함경남도에서 발생이 증가하고 5, 6월에는 중심이 함경북도로 북상하는 형태이다. 두 번째는 8월 경상남도를 중심으로 발생하다 9월에는 경상북도에서 발생이 증가하는 형태이다. 월별 발생 수는 8월이 가장 높았다. 그 외는 대부분 4~9월에 나타났다. 그 중 조개류를 먹고 인명 피해가 발생한 사례는 2~6월 진해, 거제, 통영에서 나타났다. 수산물 피해는 7~9월 경상도연안 전반에서 나타났다. 적조가 대규모로 발생한 시기는 1394~1451년, 1654~1706년으로 나타났고, 적조의 소규모 발생은 1493~1534년, 1588~1609년 이었으며, 공통적으로 홀수 해(1399, 1403, 1413, 1681년)에 대발생을 보였다.

주요어 : 조선왕조실록, 적조, HABs

ABSTRACT

We investigated the occurrence of red tide, harmful algal blooms(HABs), at the end of 14th century until the beginning of 19th century recorded in the Annals of the Joseon Dynasty, which are the authentic and encyclopedic annual records of the Joseon Dynasty of Korea. In total, 81 cases of HABs are recorded in the annals for which authors draw a table and maps. The number of HABs occurrence at each sea is

2013년 10월 16일 접수 Received on October 16, 2013 / 2013년 11월 14일 수정 Revised on November 14, 2013 / 2013년 11월 29일 심사완료 Accepted on November 29, 2013

1 국립수산물과학원 수산해양종합정보과 Department of Fishery and Ocean Information Division, National Fisheries Research & Development Institute

* Corresponding Author E-mail : yssuhkorea@korea.kr

as follows: 68 times at the South Sea; 50 times at the East Sea; and 23 times at the Yellow Sea. A region hit by red tide most frequently was Gyeongsang-do Province (over 80 times), which borders on both the South Sea and the East Sea. HABs written in the annals follow two distinctive occurrence patterns. The first pattern shows red tide started at Gangwon-do Province in March, spread north to Hamgyeongnam-do Province in April, and moved further north to Hamgyeongbuk-do Province in May and June. On the other hand, the second pattern shows red tide occurred in Gyeongsangnam-do Province in August and then expanded north to Gyeongsangbuk-do Province in September. HABs generally happened from March to September, culminating in August. Paralytic shellfish poisoning incidents involving human deaths were reported in Jinhae, Geoje and Tongyeong, occurring February to June. Fish mortality increased throughout Gyeongsang-do Province from July to September. HABs occurred on an extensive scale from 1394 to 1451 and again from 1654 to 1706. HABs also occurred on a lesser scale from 1493 to 1534 and again from 1588 to 1609. In general, vast HABs occurred in odd years (1399, 1403, 1413 and 1681).

KEYWORDS : *The Annals of the Joseon Daynasty, Red Tide, Harmful Algal Blooms*

서론

적조는 주로 수괴에 서식하는 미생물의 대번식으로 수색이 변화하는 현상으로 정의되었으나(Kim *et al.*, 1997; NFRDI, 2000), 2001년 APEC/IOC/UNESCO에서 공동 발간한 보고서에서 유해적조(HABs)를 “물을 변색 시키는 유독성과 무독성조류의 다량 증식뿐만 아니라 수색을 변화시킬 정도로 충분히 농밀하지 않아도 이들이 가진 조류독소나 물리적 피해를 다른 생물에게 야기하는 것”으로 정의하였다(Anderson *et al.*, 2001). 따라서 지금까지는 red tide라는 용어를 주로 사용하였지만 최근에는 Harmful Algal Blooms (HABs)을 폭넓게 사용하고 있다(Kim, 2005).

국내 적조연구는 국가적으로 1960년대 후반 국립수산진흥원(현 국립수산과학원)에서 처음 시작되었고, 1972년부터는 환경오염조사의 일환으로 시행하였다. 그리고 과학적인 연구보고는 1967년 Park과 Kim의 진해만에서의 적조 발생을 보고한 것이 처음이었다. 이후 1970년

대는 “적조생물 분류”, 1980년대는 “적조생물 군집 및 발생원인”, 그리고 1990년대는 “유독 적조 감시와 피해 방제대책”의 연구가 주를 이루었다(Kim, 2005). 2010년 6월에 발사한 우리나라의 천리안위성에 탑재된 세계최초의 정지궤도해색관측센서 또한 적조 감시에 큰 목적을 두고 있다(Cho *et al.*, 2010). 이렇듯 국내 적조 연구의 역사는 그리 길지 않지만 다방면으로 많은 발전이 이루어졌다.

적조가 문제 되는 것은 주로 인명이나 수산물 피해가 발생했을 때이다. 국립수산과학원의 조사에 따르면 관측 이후 매년 적조 발생횟수와 발생해역, 지속기간이 증가하는 경향을 보이고 어업피해 또한 커지고 있다(Kim *et al.*, 1997; NFRDI, 2000). 1995년에는 2,628만 마리가 폐사했으며, 2013년에는 역대 최고인 2,818만 마리의 폐사(방류 포함)가 있었다. 이러한 피해를 줄여나가기 위해서 적조의 발생과 분포에 대한 이해가 시급하다.

조선왕조실록(이하 실록)은 조선 태조부터

철종까지 472년간의 역사적 사실을 각 왕 별로 연월일 순으로 기록한 사서로써 과학적 연구 목적으로 만들어진 것은 아니지만 실록에 수록된 내용은 매우 다양하고 자연현상에 대한 기록도 잘 되어 있다. 자연사 연구에서 실록의 중요성은 약 500년간 축적된 자료로서 과거의 사례에 비추어 현재 일어나고 있는 현상을 이해하고 미래를 대비할 수 있다는 점과 산업화 전후 어떤 변화가 있었는지를 비교 하는데 있다.

실록에서 적조에 대한 기록은 주로 각종 기사나 보고서등에서 단편적으로 인용하고 있다(Lee *et al.*, 1980; Kim *et al.*, 1997; NFRDI, 2000; Kim, 2005; Kim *et al.*, 2012). Hahn(1997)은 과거 우리나라에서 발생한 적조를 삼국사기와 삼국사절을 통해 조사하였다. 삼국시대 992년간 적조로 파악한 것은 단 4회로 사례가 너무 적어 과거 적조 발생 형태를 파악하기에는 부족하였다. Hahn(1998)은 기원전 57년부터 1997년까지의 HABs 사례를 모아 과거와 현재의 발생 형태를 조사하였다. 이것은 과거 HABs를 조사한 최초의 발표 초록이라 할 수 있다. 하지만 그 이후로 이러한 연구보고는 없었다. 과거 HABs를 연구한 외국 사례로 Vancouver(1798)는 북태평양에서 홍합에 의한 마비성패독 사고를 보고하였다. Darwin(1860)은 1832년 남아메리카 항해 중 브라질, 오스트레일리아, 아프리카 등의 연안에서 적조를 관찰하였으며 적조생물을 채집, 분류하였다. Ernest(1882)는 1880년 멕시코 만 플로리다 연안의 유해성적조 발생을 보고하였다. Orlova *et al.*(2002)는 러시아 동쪽해역의 HABs의 발생을 과거 문헌을 통해 나타내고 최근 20년간 같은 해역에서 발생하는 HABs의 유형에 대해 연구하였다. 외국 사례도 주로 단편적인 기록으로 존재하였고 체계적인 연구는 거의 없었다.

물론 실록에 기록된 내용이 모든 경우를 담았다고 볼 수 없고 누락된 내용도 분명히 있을 것이다. 하지만 부족하더라도 이러한 자료가 최근 적조 발생 메커니즘과 장기 기후변동 등을 과학적으로 이해하는데 기초자료로 활용될 수

있을 것이다.

본 논문에서는 실록의 적조(HABs) 사례를 분석하여 일반적조와 유해성적조로 구분하고 발생위치와 기간 그리고 발생형태에 대해 조사, 연구하였다. 우리나라 적조 발생의 기원을 추적함으로써 현재와 미래를 대비하는 과학적 기초 자료가 되기를 바란다.

자료 및 방법

실록의 HABs검색은 실록 홈페이지(<http://sillok.history.go.kr>)의 국문DB서비스를 이용하였다. 국역 “조선왕조실록”은 세종대왕기념사업회와 민족문화추진회의 두 기관에서 1968년부터 1993년까지 26년간 200여명 이상의 한학자가 동원되어 이룩한 업적이다(김, 1994). 이러한 국역은 원문보다는 완벽하지 못하나 실록을 대중적으로 알리는데 크게 기여하였다. 조사범위는 태종실록(1392년-)부터 철종실록(-1863년) 및 고종실록(-1907년), 순종실록(-1910년)을 포함하였다. 연구방법은 HABs와 관련된 용어 23개(검붉, 고기, 누런, 누렇, 물빛, 물이, 바다, 바닷, 붉게, 붉고, 붉어, 붉었다, 붉은, 수독(水毒), 잡어, 적수(赤水), 적조(赤潮), 죽어, 죽은, 피, 해괴제(解怪祭), 해독(海毒), 홀전(恤典))를 검색어로 하여 적조 사례를 모아 시기와 그 내용을 정리한 표(부록 1)를 만들었다. 각 기록은 전문을 옮기기에는 내용이 너무 많아 HABs가 언급된 단락만 실었고 본 논문의 맨 뒤에 첨부하였다.

기사가 쓰인 날짜가 적조가 발생한 날짜와 일치한다고 보기는 어렵다. 실제로 일부기사에서는 기록된 날짜와 다른 실제 발생 기간을 언급 해주기도 한다. 하지만 실제로 발생한 날짜를 알아낼 방법이 없으므로 기록날짜를 발생일로 삼았고, 발생일이 나와 있는 것은 그 기록에 따랐다. 실록은 1896년 이전에는 음력으로 그 이후는 양력으로 표기 되어 있는데 HABs는 시기에 따라 우점종이 달라지는 등 발생 시기가 중요하다(Kim *et al.*, 1997). 그래서 날짜에 대한 이해를 돕기 위해 한국천문연구원(

kasi.re.kr)의 음양력 대조표를 이용하여 부록 1의 음력 표기 아래 양력으로 변환한 날짜를 괄호 속에 표시하였고 연구결과는 양력으로 변환한 날짜를 사용하였다. Hahn(1998) 또한 실록 속 날짜를 양력으로 변환하여 나타내었는데 일부 잘못된 것이 있어 본 논문에서 수정하였다.

부록 1을 바탕으로 HABs지도(그림 1)를 만들었다. 몇몇 기사에서는 발생규모를 상세히 기록하기도 하였으나 대부분은 규모가 나와 있지 않아 발생해역을 점으로 표시하였고, 규모가 나와 있는 것은 그 내용에 따라 표시하였다. 그리고 같은 해역에 중복되는 기록은 색을 달리하여 나타내었다. 지명 검색에는 한글학회에서 1964년에 우리나라 구석구석의 지명 조사를 시작하여 22년 만에 완성한 한글지명총람(The Korean Language Society, 1978a; 1978b; 1979; 1980a; 1980b; 1982a; 1982b; 1983; 1984)과 고지도들을 모아 데이터베이스를 구축한 고려대학교 민족문화연구원(<http://riks.korea.ac.kr>)의 “조선시대 전자문화지도 시스템”을 이용하였다.

우리나라의 동·서·남해 구분은 기관마다 정의가 다르고 구분이 명확하지 않다. 본 논문에서 동해와 남해의 경계는 대륙붕의 발달 정도에 따라 대륙붕이 좁아지기 시작하는 울산시와 경주시의 경계로 하였고, 남해와 서해의 경계는 국립해양조사원(<http://www.khoa.go.kr>)의 기준에 따라 전남 해남군 땅끝탐으로 하였다.

Hahn(1997)과 Hahn(1998)이 단순히 바다에서 물고기가 죽었다는 기록을 적조로 파악한 것은 수색을 변화시키지 않았지만 물리적 피해를 입혔다는 점에서 동감하나 그것만으로는 근거가 부족하다. Kim(2005)은 이러한 것을 적조 보다는 냉수피에 의한 것으로 유추하였는데 그것도 원인이 될 수 있지만, 한 예로 1653년 윤 7월 23일 “강원도 양양(襄陽) 등의 고을에 큰 바람이 불어 나무가 뽑히고 바다 고기가 많이 죽어 떠서 바닷가로 나왔다.”에서 물고기가 죽은 이유는 태풍과 같은 강한 바람으로 수층의 수직혼합이 일어나 표층의 물이 차가워지고 탁수가 발생하며 강한 파도로 스트레스를 받는

등 복합적인 것이 원인이 될 수 있다. 이와 같은 기사 4건은 HABs 사례로 판단하기에 부족하여 부록 1에서 제외하였다.

패독은 Alexandrium spp 등의 독을 가진 조류가 조개의 섭식활동에 의해 체내에 축적되었을 때 그 조개를 먹고 중독되는 현상이다(Chang *et al.*, 1987; Anderson *et al.*, 2001). 따라서 수색 변화에 대한 내용은 없지만 조개류를 먹고 인명피해가 발생한 기사 3건(부록 1-40, 41, 80)은 HABs로 판단하고 부록 1에 포함하였다.

부록 1-65는 7월에 죽은 물고기를 먹고 인명피해가 발생한 것으로 패독에 의한 것은 아니다. 시구아테라 어독(ciguatera fish poisoning, CFP)으로 의심해 볼 수 있으나 그 독은 주로 열대, 아열대 해역에서 발생하고 우리나라에서는 2009년 제주도와 남해일부 해역에서 처음 보고되었다(Kim *et al.*, 2011). 무엇보다 이미 죽은 물고기를 먹고 병에 걸린 것이기 때문에 물고기가 바이러스에 감염되었거나 상한 것일 수 있다. 이에 따라 부록 1-65는 적조생물에 의한 인명피해가 아닌 것으로 추정하였다.

부록 1-37, 38, 39에는 바닷물이 누렇게 변한 이유를 송화가루에 의한 것으로 의심하고 있다. 하지만 송화에 의해 해안에서 외양 약 6 km까지 수색이 변하기는 어렵다고 판단되어 HABs의 사례에 포함시켰다. 우리나라 연안에 출현 하는 적조생물 중 누런빛을 띠는 것은 대부분 규조류에 의한 것으로 *Skeletonema costatum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, *Thalassiosira rotula*, *Chaetoceros cuvisetus* 등이 있다(Kim, 2005; Sur *et al.*, 2006).

조사 사례 중 “뭇”, “연뭇”, “우물”, 그리고 내륙 깊은 곳의 강과 같이 담수의 수색이 붉게 변한 기록이 있었다. 담수에도 *Cryptomonas* sp.나 *Navicula* sp. 등 황갈색인 종이 일부 있으나 수색을 변화시키는 것은 주로 보조색소에 의한 것으로 보조색소에서 이용하는 빛은 분포 수심에 따라 달라진다. 즉 표층에 분포할수록 녹색을 띠고 수심이 깊어질수록 붉은 빛을 띠

는데 담수는 대부분 수심이 얇아 주로 녹조류가 서식하기 때문에 조류의 대량번식이 일어난다면 녹색계통으로 보여야 할 것이다. 따라서 이러한 사례 16건은 다른 원인에 의한 것으로 보고 부록 1에서 제외하였다. 이런 사례를 결정하기 위해서는 기수역과 담수를 구분해야 한다. 연못이나 우물 등지에서 일어나는 것은 제외하더라도 강은 해수와 담수가 만나는 경계인 물금의 위치를 알아야 한다. 섬진강의 물금은 하구입구에서 약 8.0~28.5km의 상류지역으로 예상되고(Kwon *et al.*, 2004), 금강은 전형적인 감조하구로 감조의 영향은 군산에서 약 50km 상류까지 미치고 있다(Ki and Kim, 1987). 현재 섬진강을 제외한 대부분의 강이 하굿둑이나 보가 설치되어 있어 이런 연구가 매우 부족하다. 각 하천마다 동일한 기준을 적용하기는 어려우나 남해는 섬진강을 기준으로 하여 강 하구에서 상류 28.5km 까지를, 황해는 금강을 기준으로 상류 50km 내에 포함되는 사례만 부록 1에 포함시켰다.

임금 덕의 부족이나 민생 불안으로 적조가 일어났음을 말하는 기사가 6건, 앞에서 언급된 적조의 조사를 명하는 기사가 3건, 임금이 적조로 보고된 내용의 삭제를 명하는 기사가 1건, 적조에 대해 논쟁하는 기사가 1건, 단순 언급이 1건, 그리고 적조 발생지역에서 잡은 해산물의 봉납을 금지하는 기사 1건이 중복되었다(표

1). 이러한 기사는 사례분석에서 제외하였다.

결 과

1. 적조(HABs)의 정의 적용에 따른 실록사례 조사결과

본 논문의 자료 및 방법에서 정한 기준에 따라 적조(HABs)의 사례 조사결과를 부록 1에 나타내었다.

실록에 나타난 최초의 기록은 1394년(태조 6년) ‘기탄(岐灘)의 물이 붉었다’ 이다(부록 1-1). 기탄은 현재 한강의 지류인 안양천으로 밀물일 때 바닷물이 드나드는 곳이기에 적조의 기록으로 볼 수 있다. 일반적으로 실록의 첫 번째 기록은 부록 1-2로 알려져 있었다(Kim *et al.*, 1997). 하지만 그 이전에 HABs의 기록이 있음을 본 조사연구 결과 알게 되었다. 또한 부록 1-2는 1398년의 기록으로 알려져 있는데(Kim *et al.*, 1997; Kim, 2005) 그것은 1399년(정조 1년)의 기록으로 Hahn(1998)과도 일치하였다.

대부분의 사례가 수색이 변하거나 해산물 혹은 인명피해가 있었던 단편적인 사실만을 기록한 것이 대부분이지만 당시상황을 상세히 설명한 기사들도 있다. 부록 1-4, 16, 37, 39, 52, 53, 54, 65에는 구체적인 발생규모가 나오며,

TABLE 1. An introduction to duplicated cases of HABs in the annals of the Joseon Dynasty

Duplicated Article No.	Preceding Article No.	Duplicated Articles Contents
6	5	Cause of occurrence(King' s vice)
11	7, 8, 9, 10	Cause of occurrence(King' s vice)
39	38	Reinvestigate of HABs
43	42	Cause of occurrence(King' s vice)
44	42, 43	Reserch of HABs
45	42, 43, 44	Cause of occurrence(King' s vice)
47	46	Cause of occurrence(Demoralization)
58	57	Cause of occurrence(King' s vice)
60	59	King' s order
61	59, 60	Discussion about HABs
76	75	A simply mention
77	75, 76	Reserch of HABs
79	78	Prohibits of offering seafood

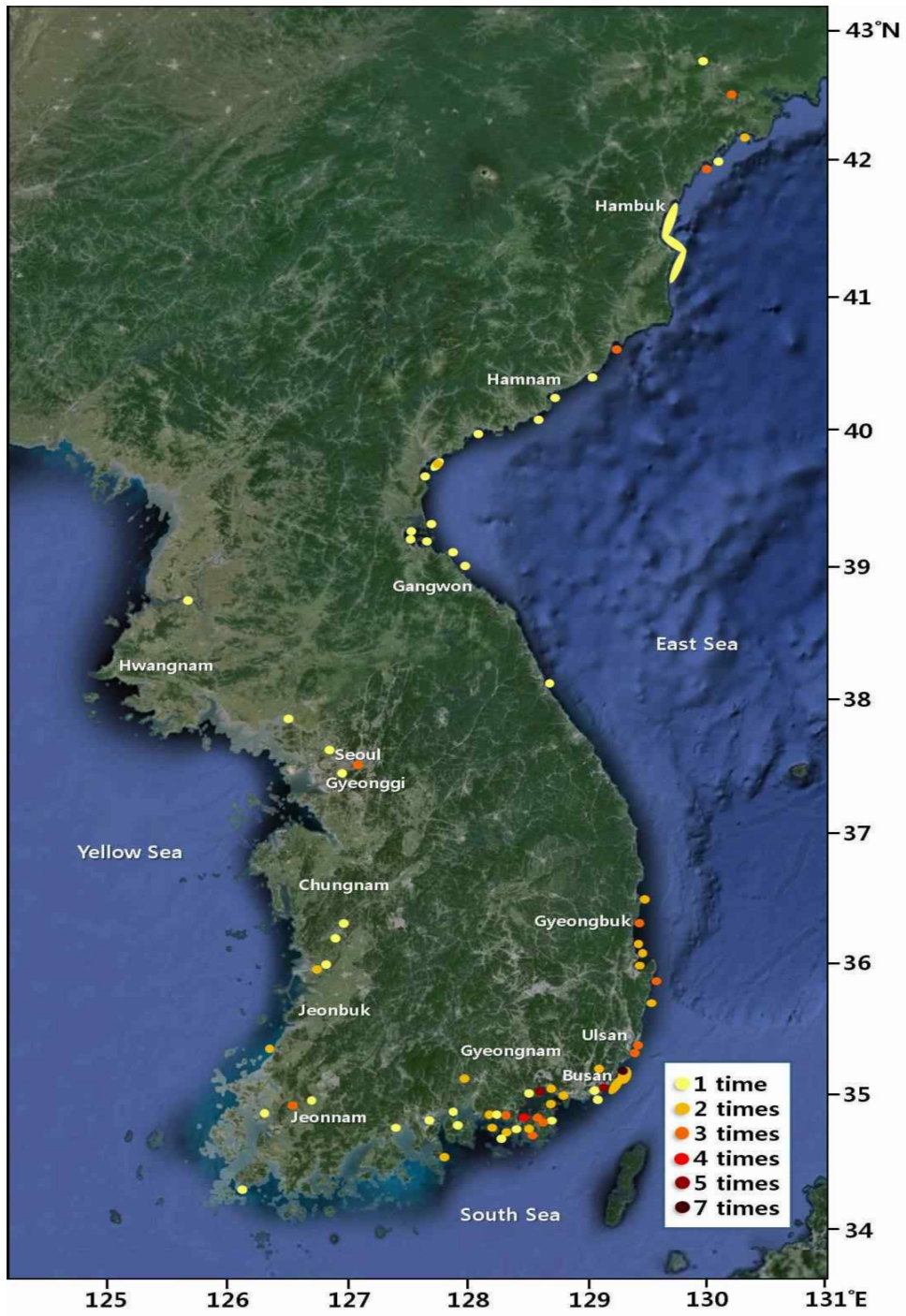


FIGURE 1. A map of HABS described in the Annals of the Joseon Dynasty

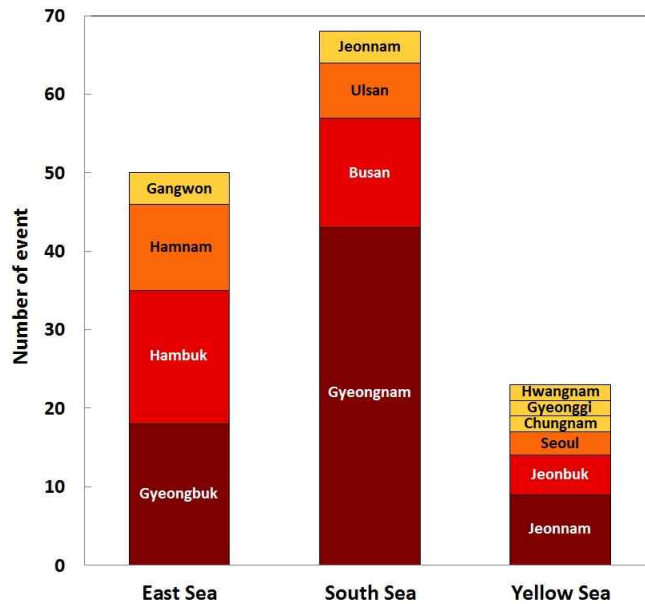


FIGURE 2. The number of HABs event in the coastal waters and rivers divided by administrative districts during Joseon Dynasty (<http://sillok.history.go.kr>)

약 10m~200km까지 다양하게 나타나고 있다. 특히 부록 1-65는 부산 동래에서 경상북도(이하 경북) 영해에 이르는 적조 발생을 보였다. 그리고 부록 1-54에서는 함경북도(이하 함북) 경성에서 그 이남에 이르는 큰 규모의 적조가 나타났다. 여기서 적조에 대해 구체적으로 설명하고 있는데, 5~9시에 적조 생물이 떠오르기 시작하여 9~13시에는 온 바다가 붉게 변한 모습은 최근 우리나라 적조발생의 주종인 *Cochlodinium polykrikoides*의 수직 일주운동과 유사하다(Park *et al.*, 2001; Lee *et al.*, 2002; Sur *et al.*, 2006). 이런 붉은색을 띠는 적조생물 중 현재 우리나라에 자주 출현하는 것으로는 *Chaetoceros*, *Skeletonema*, *Thalassiosira*, *Eutreptiella karenia*, *Prorocentrum*이 있다. 또한 야광충 적조도 붉은색으로 나타나는데 조류를 타고 이동하는 모습에서 적조(赤潮), 즉 붉은 조류라는 이름이 유래되었다(Kim, 2005). 적조가 북쪽에서 남쪽으로 퍼졌다는 것은 북한 동해안을 따라 흐

르는 북한 해류에 의해 남쪽으로 이동된 것으로 추정해 본다. 그리고 말의 피, 흘린 침, 새우알, 풀어진 쌀가루와 같이 그 형태를 잘 묘사하고 있다. 부록 1-18에는 구체적인 규모가 나오지는 않으나 전라도와 경상도 곳곳에서 유해성 적조가 발생하였음이 나온다.

지속기간은 대부분 7일 이하로 나타났고, 10일 이상인 기사는 5건이며, 최대 17일간 지속되었다. 최근의 경향과 비교해 보면 1980년대까지는 주로 7일 이내였으나(Kim *et al.*, 1997) 요즘에는 1~2개월 이상 지속하고 점점 길어지는 추세이다(Lee *et al.*, 2002; Suh *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2012).

2. 적조사례 분석을 통한 분포의 도면화 결과

그림 1은 부록 1을 바탕으로 적조 발생 분포 해역 지도를 만든 것이다. 이 그림은 지명과 발생횟수를 근거로 나타낸 것이기 때문에 발생규모나 농도를 추정해 할 수는 없으나 발생위치와 발생 횟수를 알 수 있다.

동해는 경북에서 높은 발생을 보였고, 함경도에서는 특정 해역에 집중되지 않고 해안을 따라 고르게 나타났다(그림 1, 2). 여기서 북한의 HABs 발생을 확인할 수 있었고, Hahn(1998)의 연구와도 일치하였다. 이 사실로 미루어 현재에도 북한 동해안에서 HABs가 출현할 것으로 예상된다. 남해는 여수부터 울산에 이르는 해역에서 집중적으로 나타났다. 특히 부산 기장이 7회로 가장 많았고 부산 동래와 경남 진해에서 각각 5회로 높은 발생을 보였다. 경상남도(이하 경남)는 행정구역 중 가장 높은 43회로 나타났다. 황해는 전라도가 가장 높았고 다른 해역과 달리 연안보다는 주로 기수역에서 나타나고 발생수가 가장 낮았다(그림 2). 그 원인으로 황해는 영양염은 풍부하지만 조류가 빠르고 조석차가 커 연직혼합이 잘 이루어져(Kim *et al.*, 2012) 플랑크톤이 집중되지 않고 분산될 것이며, 황해와 같이 탁도가 높은 해역은 빛이 수층 깊이 도달하지 못하여 빛 이용에 제한이 있을 가능성이 크다(Pennock, 1985; Ki and Kim, 1987). 5~10월은 황해에 강한 저층 냉수가 발생하고 있으므로 *C. polykrikoides*와 같이 수직 일주운동을 하는 생물은 큰 수온차이를 적응하지 못하고 연안에서 저밀도로 나타

났을 것이다(Lee *et al.*, 2002).

대부분의 HABs 사례가 나타나는 동해와 남해의 발생경향을 알아보기 위해 경남에서 함북까지의 사례를 월별로 정리하여 그림 3에 나타내었다. HABs의 발생을 두 가지 유형으로 구분할 수 있다. 첫째, 강원도에서 함북까지의 유형으로 3월에 강원도에서 시작하여 4월에는 중심이 함경남도(이하 함남)으로 이동하고 함북에서도 조금씩 나타나다가 5월에는 함북으로 중심이 북상하고, 6월까지 유지되다가 7월경 거의 사라지는 것이다. 3월에서 6월로 갈수록 발생의 중심이 북쪽으로 이동하는 것으로 보아 7, 8월이 되면 그 중심이 러시아에 이를 것으로 예상된다. 실제로 Orlova *et al.*(2002)는 블라디보스톡 앞 해역에서 베링해역에 이르는 러시아 동쪽연안에서 발생하는 HABs가 주로 여름에 발생하고 심지어 11월까지 나타난다고 보고하였다. 두 번째는 경남에서 경북까지의 유형으로 경남에서 2월부터 매달 조금씩 발생하다가 8월 경남을 중심으로 부산, 울산, 경북으로 확대되고, 9월에도 경남에서 여전히 많은 발생을 보이지만 8월에 비해 감소하는 반면 경북의 발생이 증가하다 10월부터 급격히 감소하는 유형이다. 여기서 7월 경북의 발생이 유난히 높

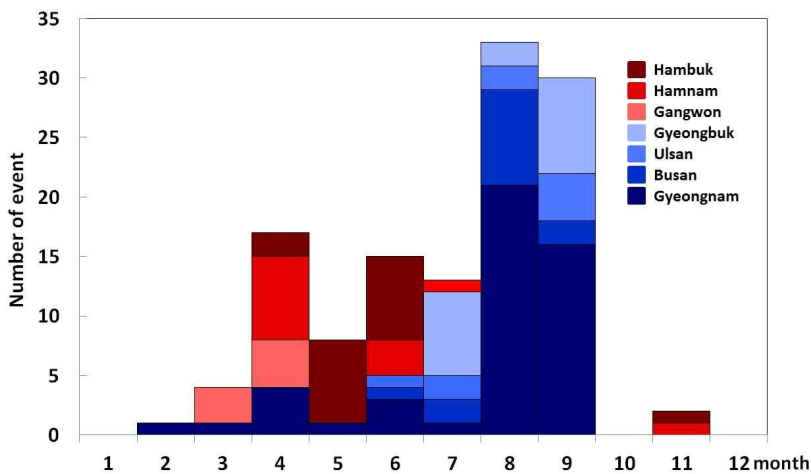


FIGURE 3. The number of monthly HABs event from the coastal waters of Gyeongnam to Hambuk by administrative districts during Joseon Dynasty

은 것은 부록 1-65에서 동해안 일대에 대규모 HABs가 발생한 특별한 경우이기 때문으로 예외로 봐야 할 것이다. 최근 *C. polykrikoides* 적조는 주로 8월 전남 고흥군 나로도 부근에서 처음 발생하여 서쪽으로는 전남 완도까지 나타나며, 동쪽으로는 경남에서 주로 발생하다가 9월쯤에는 경북까지 확대되는데(Suh *et al.*, 2003; Suh *et al.*, 2004) 이것은 두 번째 유형과 매우 비슷하다 할 수 있겠다.

그림 4는 월별 발생횟수를 단순히 수색이 변한 경우와 사람과 수산물의 사망사례로 각각 구분하여 나타내었다. HABs는 1, 12월을 제외한 모든 달에서 나타났는데 이른 봄부터 시작하여 여름에 최대치를 보이고 가을에 급격히 감소하는 등 현재 발생형태와 매우 유사하였다(Kim *et al.*, 1997; Kim, 2005; Kim *et al.*, 2012). 인명피해는 총 6건(부록 1-36, 40, 41, 79, 80, 81)으로 2월부터 6월에 걸쳐 나타났고, 공통적으로 홍합, 굴과 같은 패류를 먹었다고 하였다. 우리나라는 1986년 부산에서 진주담치에 의한 마비성패류독소(paralytic shellfish poison, PSP) 사고가 처음 보고(Chang *et al.*, 1987) 된 이후 진해만을 중심으로 매년 패독을 조사하고 있다. 최근의 패독은 주로 봄철 진해만을 중심으로 발생하기 시작하여 전남 여수와 경북 포항까지 기준치를

초과한 PSP가 나타나고 있다. 국립수산과학원에서는 연중 전국 연안의 패독 검사를 실시하며 허용치 이상 검출 되면 패류채취를 금지시키고 있다(NFRDI, 2012).

7~9월은 어류사망 사례가 집중적으로 나타났는데 7월은 전체 15건 중 11건이, 8월은 39건 중 24건이, 그리고 9월은 30건 중 22건이 어류패사 사례로써 무해성보다 유해성 적조 사례가 더 많은 것이 특징이다. 이것을 당시 유독성 적조가 빈번하였다고 해석해 볼 수 있겠다. 이렇게 기술된 이유에 추가로 고려해야 할 부분은 당시의 사회상이 반영됐을 가능성이 농후하다는 점이다. 이는 단순 발생 보다는 인명이나 수산물 피해가 있었을 때 기록이 더 잘 되었다고 봐야 한다. 부록 1-42에서 적조가 발생하였음에도 관리들이 보고를 하지 않았음이 나오고, 부록 1-60에서는 임금이 적조가 발생했던 사실을 기록에서 삭제하라 명하며, 부록 1-61에는 적조가 발생한 사실을 삭제하려는 것에 대해 재변을 숨기려는 의도가 있다고 말하고 있다. 조선시대에는 사상의 근간인 성리학 적 사고에 의해 재변의 발생은 국왕의 수신이 부족한 탓으로 여겨(Hahn, 1997) 그와 같이 불미스러운 일은 관리들이 보고를 꺼렸을 것이다. 하지만 인명이나 수산물 피해는 주요 사안이고 나중에 책임소재가 돌아올 수 있기에 보

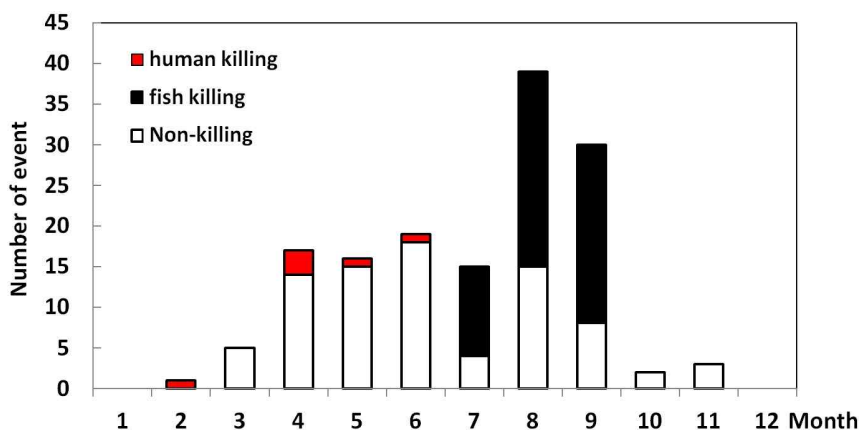


FIGURE 4. The number of monthly HABs event divided into 3 cases during Joseon Dynasty

고가 잘 되었으리라 사료된다.

우리나라에 공식적으로 보고된 HABs에 의한 첫 번째 수산물 피해는 1981년 진해만에서 *Karenia mikimotoi*에 의한 것으로 이후 매년 조금씩 피해가 발생하다가 1990년 중반부터 피해액이 커지고 있다(Kim *et al.*, 2012). 그리고 2013년에는 사상 최대의 피해가 발생했다. 국립수산물과학원에서는 이러한 피해를 예방하기 위해 매년 3~10월 전국연안에서 적조감시를 실시하고, 적조발생시 규모와 생물밀도에 따라 주의보와 경보를 발령하고 있다(Kim *et al.*, 2012).

그림 5는 그림 4의 인명, 수산물 피해를 각각의 지도에 나타낸 것이다. 인명피해는 진해, 거제, 통영에서 발생하였고 진해만을 중심으로 좁은 해역에 집중적으로 나타나는 것이 특징이다. 여기서 세계 최초의 PSP로 추정되는 기록을 발견하였다. PSP의 첫 보고는 비공식적으로는 1607년 Lescarbot의 기록으로 캐나다 동부 연안 인디언들은 바다가 붉게 변하거나 밤에 야광을 내면 배가 고파도 조개를 먹지 않은 풍

속에서 이미 패독을 인식하고 있었다고 여겨진다(Lescarbot, 1907). 지금까지 최초의 기록은 1793년 George Vancouver 선장의 선원들이 항해 중 북태평양 연안에서 홍합을 먹어 4명이 중독되고 그 중 1명이 사망한 것이다(Vancouver, 1798). 하지만 실록에서의 첫 기록은 1450년 2월 25일(부록 1-36)로서 이것이 세계 최초의 기록이라 추정 할 수 있다. 수산물 피해는 경남 남해군에서 경북 영해에 걸쳐 고르게 나타났다. 거의 대부분 경상도에서 발생하였고, 기장과 진해가 각각 5회, 4회로 높은 발생을 보였다. 하지만 최근의 피해는 대부분 연안양식에서 나타나는 것(Kim *et al.*, 2012)으로 당시의 자연 발생적인 것과는 다르다.

그림 6은 부록 1의 발생횟수를 시간별 누적 그래프로 나타낸 것으로 HABs는 발생과 정체가 반복되는 경향을 보인다. 1394~1451년 대규모 발생이 이후 약 40년간 정체기, 1493~1534년 소규모 발생, 이후 약 50년 정체기, 1588~1609년 소규모 발생, 이후 약 45년의 정체기, 1654~1706년 대발생이 나타나

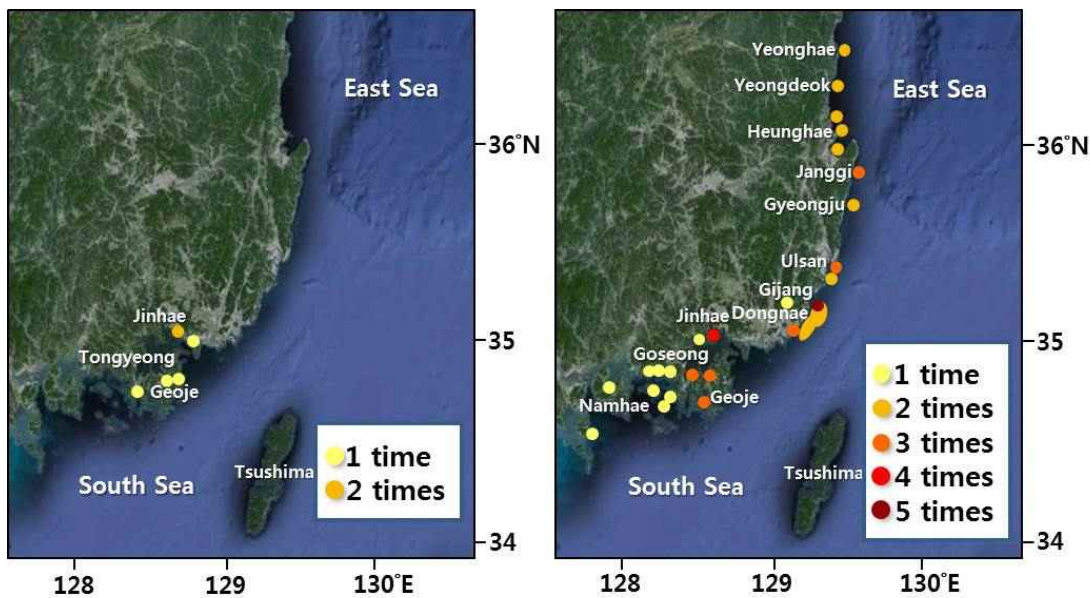


FIGURE 5. Human death (left) and mortality of fish (right) hit by HABs during Joseon Dynasty

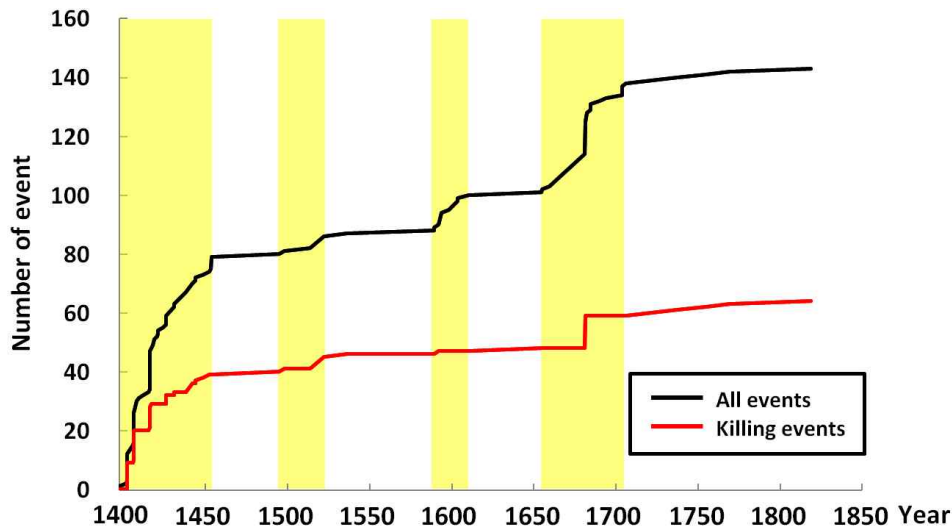


FIGURE 6. Accumulated HABs with time during Joseon Dynasty. Black line stands for total accumulated HABs and red line represents accumulated human/fish death

고 이후 정체를 보이며, 인간이나 물고기의 사망 사례도 유사한 형태로 나타났다.

Suh *et al.* (2003)은 1995~2001년 동안 한반도 해역의 적조가 홀수 해(1995, 1997, 1999, 2001년)에는 대규모로 짝수 해(1996, 1998, 2000년)에는 소규모로 발생하는 2년 주기로 나타나고 있음을 보였다. 2년 주기 변동을 비교해보기 위해 실록에서 홀수 해와 짝수 해의 HABs 발생 수를 알아본 결과 홀수 해는 102건이, 짝수 해는 40건으로 나타났으며, 특히 발생횟수가 10회 이상이거나 발생해역이 200km 이상 되는 대규모 발생이 있었던 해(1399, 1403, 1413, 1681년)는 모두 홀수 해였음을 알 수 있었다.

고 찰

지금까지의 한반도 과거 적조발생에 관한 연구는 삼국사기나 조선왕조실록 등의 옛 문헌에 나오는 사례를 단편적으로 인용하여 과거에도 우리나라에 적조가 발생했으며 적조는 자연발생적인 현상임을 입증하는 정도였으나, 체계적

인 연구는 부족하였다. 본 연구에서는 사례를 충분히 조사하고 적조유무를 검증하여 81개의 사례를 면밀히 조사하여 표로 정리하였다. 조사 중 실록에 나오는 최초의 적조 사례로 알려진 1399년 보다 이전의 사례를 찾을 수 있었다. 이 사례들을 바탕으로 발생횟수에 따른 조선시대 적조 지도를 구축하였다.

조선시대의 적조 발생해역은 현재와 비슷하였고 당시에 지금과 같은 대규모 적조 발생이 있었음을 알 수 있었다. 지속기간은 대부분 7일 이내로 최근 2달 이상 지속되는 것(Lee *et al.*, 2002; Suh *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2012)에 비해 훨씬 짧았다.

한반도의 적조발생은 두 가지 패턴으로 나타났다. 첫 번째는 3월에 강원도 연안에서 시작하여 6월이 될수록 함북으로 북상하고 여름이 되면 러시아 동쪽 연안까지 이동하는 유형이고, 두 번째는 7월 경남 남해안에서 크게 발생하다가 8월이 되면 경북 동해안으로 확장되는 형태이다. 여기서 북한해역의 적조 발생에 대해 알 수 있었는데 현재는 분단되어 직접조사가 불가능하므로 북한해역의 적조를 연구를 위해서는

위성원격탐사 기술과 자료 분석이 필요하다.

전체 81개의 기록 중 조개류를 먹고 사람이 죽은 기록은 6건이고, 수산생물이 죽은 기록은 20건으로 유독성 적조가 전체의 약 30%에 해당한다. 그리고 연구과정에서 세계최초로 추정되는 패독 발생 기록을 확인할 수 있었다. 지금까지 알려진 최초의 기록은 1793년 북태평양에서의 중독 사고였다(Vancouver, 1798). 하지만 실록에는 1450년 2월 경남 거제 옥포에서 홍합(紅蛤)을 먹고 7명이 사망한 기록이 있고 이것이 세계최초의 기록이라 할 수 있을 것이다.

적조 발생과 정체가 반복되는 것은 최근에도 일어나고 있다. 1981~2013년의 적조 발생에서 1981~1990년대 초반은 연간 낮은 횟수를 나타내고 어류폐사도 적었다. 하지만 90년대 중반부터 2009년까지는 발생수와 폐사가 크게 증가하였다. 그리고 2010~2011년에는 크게 감소하였으며, 2012~2013년에 다시 대발생이 일어나 양식어업에 큰 피해를 입혔다. 또한 최근 적조에서 보인 홀수 해 대발생이 실록에서도 나타났다. 이것은 적조가 외해에서의 환경조건 변동 하에 연안에서 물리적 집적으로 나타난다는 가설아래 제시한 동중국해의 수온과 염분 경년변동이 당시에 있었을 가능성을 시사해 준다.

감사의 글

이 논문은 유해생물 모니터링 및 피해저감 연구 (RP-2013-ME-087) 사업의 지원을 받아 수행된 연구임. **KAGIS**

REFERENCES

- Anderson, D.M., P. Andersen, V.M. Bricelj, J.J. Cullen, and J.E. Rensel. 2001. Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. APEC #201-MR-01-1, Asia Pacific Economic Program, Singapore,
- and Intergovernmental Oceanographic Commission Technical Series No.59, Paris, 267pp.
- Chang, D.S., I.S. Shin, J.H. Pyeun and Y.H. Park. 1987. A study on paralytic shellfish poison of sea mussel, *Mytilus edulis* -Food poisoning accident in Gamchun bay, Pusan, Korea, 1986-. Bulletin of the Korean Fisheries Society 20(4):293-299 (張東錫, 申逸湜, 卞在亨, 朴榮浩. 1987. 진주담치의 痲痺性毒에 관한 研究 -1986年 釜山 甘淸만 中毒事故를 중심 으로-. 한국수산학회지 20(4):293-299).
- Cho, S.I., Y.H. Ahn, J.H. Ryu, G.S. Kang and H.S. Youn. 2010. Development of geostationary ocean color imager (GOCI). Korean Journal of Remote Sensing 26(2):157-165 (조성익, 안유환, 유주형, 강금실, 윤형식. 2010. 정지궤도 해색탐체체(GOCI)의 개발. 대한원격탐사학회지 26(2):157-165).
- Darwin, C.R. 1860. The Voyage of the Beagle. Leonard Engel, Doubleday, 1962, 524pp.
- Ernest, I. 1882. On the Fish-mortality in the Gulf of Mexico. United States National Museum, Washington, D.C., pp.74-80.
- Hahn, S.B. 1997. Red tide phenomenon records in the three Kingdom's period. Korea Fisheries Infrastructure Promotion Association 38:38-40 (한상복, 1997. 삼국시대의 적조현상 기록. 어항 38:38-40).
- Hahn, S.B. 1998. History of algal bloom records in Korean coastal waters, harmful algal blooms in Korea and China. Proceedings of Korean-China Joint Symposium on Harmful Algal

- Blooms, Busan Korea. 5-7, December 1997, pp.34-43.
- Ki, J.H. and K.R. Kim. 1987. Studies on chemical and biological process in the Keum river estuary, Korea II. factors controlling chlorophyll-a distribution. The Journal of the Oceanological Society of Korea 22(3):207-215 (기준학, 김경렬. 1987. 금강 하구에서의 화학적, 생물학적 제과정에 관한 연구 II. Chlorophyll-a 분포결정 요인에 관하여. 한국해양학회지 22(3):207-215).
- Kim, H.G. 2005. Harmful Algal Blooms in the Sea. Dasom Publishing Co, 467pp (김학균. 2005. 해양적조. 다솜출판사. 467쪽).
- Kim, H.G., J.K. Choi, M.S. Han and C.K. Lee. 2012. Korea and HABs. The 15th International Conference on Harmful Algae. 132pp.
- Kim, H.G., S.G. Lee, K.H. An, S.H. Yun, P.Y. Lee, C.K. Lee, E.S. Cho, J.B. Kim, H.G. Choi and P.J. Kim. 1997. Recent Red Tides in Korean Coastal Waters. National Fisheries Research & Development Institute. 280pp (김학균, 이삼근, 안경호, 윤성화, 이필용, 이창규, 조은섭, 김정배, 최희구, 김평중. 1997. 韓國沿岸의 赤潮 - 最近 赤潮의 發生原因과 對策 -. 國立水産振興院, 280쪽).
- Kim, H.S., W.H. Yih, J.H. Kim, G.O. Myung and H.J. Jeong. 2011. Abundance of epiphytic dinoflagellates from coastal waters off Jeju island. Ocean Science Journal 46(3):205-209.
- Kim, K.J. 1994. Apropos of the annals of the Joseon Daynasty to Korean translations. Korean Classics 17:87-94 (김구진. 1994. 국역 『조선왕조실록』에 대하여. 민족문화 17:87-94).
- Kwon, K.Y., C.H. Moon, J.S. Lee, S.R. Yang, M.O. Park and P.Y. Lee. 2004. Estuarine behavior and flux of nutrients in the Seomjin river estuary. Journal of the Korean Society of Oceanography 9(4):153-163 (권기영, 문창호, 이재성, 양성렬, 박미옥, 이필용. 2004. 섬진강 하구역에서 영양염의 하구내 거동과 플럭스. 한국해양학회지 9(4):153-163).
- Lee, G.W., H.T. Huh, H.S. Kwak, S.H. Lee, D.B. Yang, K.S. Nam, C.S. Kim, G.H. Hong and Y.J. Ro. 1980. A preliminary investigation on the monitoring system for the red tides in the Jinhae bay 1980. Korea Ocaen Research & Development Institute BSPE 00022, 43-7, 459pp (이광우, 허형택, 광희상, 이수형, 양동범, 남기수, 김철수, 홍기훈, 노영재. 1980. 진해만의 적조 및 오염모니터링 시스템 개발을 위한 기초연구 1980. 한국해양연구원 BSPE 00022, 43-7, 459쪽).
- Lee, S.G., H.G. Kim, H.M. Bae, Y.S. Kang, C.S. Jeong, C.K. Lee, S.Y. Kim, C.S. Kim, W.A. Lim and U.S. Cho. 2002. Handbook of marine Harmful Algal Blooms in Korean waters. National Fisheries Research & Development Institute Republic of Korea, 172pp (이삼근, 김학균, 배헌민, 강영실, 정창수, 이창규, 김숙양, 김창숙, 임월애, 조은섭. 2002. 한국의 적조연구 편람. 국립수산과학원. 172쪽).
- Lescarbot, M. 1907. Histoire de la Nouvelle-France Vol. 1, Champlain Society.
- Orlova, T.Y., G.V. Konovalova, I.V. Stonik, M.S. Selina, T.V. Morozova and O.G.

- Shevchenko. 2002. Harmful algal blooms on the eastern coast of Russia. PICES Scientific Report 23:47-58.
- National Fisheries Research & Development Institute. 2000. Handbook on Oceanography, Marine Environment and Harmful Algal Blooms. National Fisheries Research & Development Institute, 243pp (국립수산진흥원. 2000. 해양환경정보총람 : 해양·환경·적조. 국립수산진흥원. 243쪽).
- National Fisheries Research & Development Institute. 2012. 2012 Technical report of national fisheries research & development institute(2/2). National Fisheries Research & Development Institute, pp.997-1020 (국립수산과학원. 2012. 2012년 국립수산과학원 사업보고서(2/2). 국립수산과학원. 997-1020쪽).
- 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):292-297.
- Park, J.S. and J.D. Kim. 1967. Studies of red tide phenomenon in the Jinhae Bay. National Fisheries Research & Development Institute 1:63-79 (朴周錫, 金種斗. 1967. 鎮海灣의 赤潮現象에 關한 研究. 水振研究報告 1:63-79).
- Pennock, J.R. 1985. Chlorophyll Distributions in the Delaware estuary: regulation by light-limitation. *estuarine, Coastal and Shelf Science* 21:711-725.
- Suh, Y.S., L.H. Jang and H.G. Kim. 2003. Relationships between spatio-temporal distribution of *Cochlodinium polykrikoides* red tide and meso-scale variation of oceanographic environment around the Korean waters. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 6(3):139-150 (서영상, 장이현, 김학균. 2003. *C. polykrikoides* 적조의 시공간분포와 중규모 해양환경 변동간의 관계성. *한국지리정보학회지* 6(3):139-150).
- Suh, Y.S., L.H. Jang, N.K. Lee and J. Ishizaka. 2004. Feasibility of red tide detection around Korean waters using satellite remote sensing. *Journal of Fisheries Science and Technology* 7(3): 148-162.
- Sur, H.S., I.H. Song and C.W. Lee. 2006. A study on the detection method of red tide area in south coast using landsat remote sensing. *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies* 9(4):129-141 (서형수, 송인호, 이철우. 2006. Landsat 위성자료를 이용한 남해안 적조영역 검출기법에 관한 연구. *한국지리정보학회지* 9(4):129-141).
- The Korean Language Society. 1978a. Korea-jimyungchongram5 : Gyeongbuk-pyun1. The Korean Language Society (한글학회 편. 1978a. 한국지명총람5 : 경북편1. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1978b. Korea-jimyungchongram5 : Gyeongbuk-pyun2. The Korean Language Society (한글학회 편. 1978b. 한국지명총람5 : 경북편2. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1979. Korea-jimyungchongram8 : Gyeongnam-pyun1. The Korean Language Society (한글학회 편. 1979. 한국지명총람8 : 경남

- 편1. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1980a. Korea-jimyungchongram9 : Gyeongnam-pyun2. The Korean Language Society (한글학회 편. 1980a. 한국지명총람9 : 경남편2. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1980b. Korea-jimyungchongram10 : Busan-pyun. Gyeongnam-pyun3. The Korean Language Society (한글학회 편. 1980b. 한국지명총람 10 : 부산편. 경남편3. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1982a. Korea-jimyungchongram13 : Jeonnam-pyun1. The Korean Language Society (한글학회 편. 1982a. 한국지명총람13 : 전남편1. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1982b. Korea-jimyungchongram14 : Jeonnam-pyun2. The Korean Language Society (한글학회 편. 1982b. 한국지명총람14 : 전남편2. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1983. Korea-jimyungchongram15 : Jeonnam-pyun3. The Korean Language Society (한글학회 편. 1983. 한국지명총람15 : 전남편3. 한글학회).
- The Korean Language Society. 1984. Korea-jimyungchongram16 : Jeonnam-pyun4. The Korean Language Society (한글학회 편. 1984. 한국지명총람16 : 전남편4. 한글학회).
- Vancouver, G. 1798. A Voyage of Discovery to the North Pacific Ocean and Round the World. London, 504pp.
- Korea Astronomy & Space Science Institute. <http://www.kasi.re.kr>.
- Korea Hydrographic and Oceanographic Administration. <http://www.khoa.go>.
- National Institute of Korean History. <http://sillok.history.go.kr>.
- Research Institute of Korean Studies. <http://riks.korea.ac.kr>. **KAGIS**

APPENDIX 1. HABs records in the Annals of the Joseon Dynasty (<http://sillok.history.go.kr>)

No.	Year/Month/Day (Solar calender)	Contents
1	1394/06/20 (1394/07/18)	기탄(岐灘)의 물이 붉었다.
2	1399/05/20 (1399/06/24)	경상도(慶尙道) 고성현(固城縣)에 천구성(天狗星)이 떨어져서 바닷물이 솟아올랐는데, 붉기가 피와 같았다.
3	1399/07/17 (1399/08/18)	경상도 울주(蔚州)에 바닷물이 붉기가 피와 같았다.
4	1399/08/06 (1399/09/05)	경상도 바닷물이 울주(蔚州)에서 동래(東萊)까지 길이 30리, 너비 20리로 피같이 붉었는데, 무릇 나흘 동안이나 그러하였다. 수족(水族)이 모두 죽었다.
5	1399/08/26 (1399/09/25)	경상도(慶尙道) 영해(寧海) · 장기(長鬐) · 영덕(盈德) · 청하(淸河) 등지에 바닷물이 검붉었고, 영일(迎日) · 고성(固城) 등 고을에 바닷물이 붉었는데, 수족(水族)들이 썩어 죽었다.
6	1399/09/10 (1399/10/09)	하물며 지금 동쪽에서 바다가 붉고, 북쪽에서 산이 무너지고, 성신(星辰)의 이변(異變)과 초목의 괴이(怪異)가 계속하여 보이고, 또 해적이 가만히 발(發)하여 그 형세가 점점 성하니, 이것은 정히 수성(修省)하고 외구(畏懼)하여 조금이라도 안일한 마음을 가질 수 없는 때입니다.
7	1403/05/30 (1403/06/19)	전라도 무안포(務安浦)와 경상도 진양(晉陽)의 소남포(召南浦) 물이 사흘 동안 붉고 양주(梁州)의 대천(大川)이 하루 동안 붉었다.
8	1403/07/24 (1403/08/11)	이날부터 그믐날까지 기장(機張)의 임읍포(林乙浦)에서부터 가을포(加乙浦)에 이르기까지 물이 황(黃) · 흑(黑) · 적색(赤色)으로 변하였는데, 농도가 죽(粥)과 같고, 복어(鰻魚)와 잡어(雜魚)가 모두 죽어서 물위로 떠올랐다.
9	1403/08/01 (1403/08/18)	경상도 고성(固城)의 박도(樸島) · 번계포(樊溪浦) · 쌍봉포(雙峰浦) · 가배량(加背梁) · 양지포(陽知浦) · 오비포(吾非浦) · 광포(廣浦) · 추포(楸浦)의 물이 황흑색(黃黑色)으로 변하여, 고기가 많이 죽고, 취기(臭氣)가 있었는데, 열흘 만에 그치었다.
10	1403/08/14 (1403/08/31)	경상도 진해현(鎭海縣)에 물이 붉게 변하고 창일(漲溢)하여 이어(膩魚)가 많이 죽었다.
11	1403/08/21 (1403/09/07)	내가 부덕한 몸으로 대통을 이어받아, 이른 아침부터 밤늦게까지 오직 공경하고, 감히 흑시라도 한가히 하지 아니하여, 다스림[治]에 이르기를 기약하나, 재이(災異)가 여러 번 나타나 성신(星辰)이 도수(度數)를 잃고, 수재와 한재가 서로 겹치며, 더구나 바닷물이 붉게 변하는 것은 견고(謹告)한 바가 지극하다.
12	1403/09/14 (1403/09/30)	경상도 진해(鎭海) 등처의 바닷물이 붉게 변하고, 수족(水族)이 모두 죽었다.
13	1405/04/07 (1405/05/05)	동북면(東北面) 길주(吉州)의 쌍포(雙浦) · 다리(多里) · 만춘(萬春) 등처의 바닷물이 붉었는데, 무릇 3일 동안이나 그러하였다.
14	1405/04/19 (1405/05/17)	길주(吉州)에서 바닷물이 붉어졌는데, 수일(數日) 동안 그러하였다.
15	1406/10/30 (1406/12/10)	전라도 무안현(務安縣)의 대굴포(大掘浦) 바닷물이 붉은 빛으로 넘쳐 흘렀다.
16	1409/09/26 (1409/11/03)	전라도(全羅道) 낙안군(樂安郡)의 점석량(粘石梁)에 바닷물이 피와 같이 붉었는데, 너비가 포필(布匹)만 하고 길이가 1백 20척쯤 되었다.
17	1412/07/19 (1412/08/26)	전라도 장성포(長省浦)의 바닷물이 붉기 시작하기를 4일 동안 하였으므로 판서운관사(判書雲觀使) 최덕의(崔德義)를 보내어 해괴제(解怪祭)를 행하게 하였다.

APPENDIX 1. Continued

No.	Year/Month/Day (Solar calender)	Contents
18	1413/07/27 (1413/08/23)	전라도와 경상도의 바닷물 색깔이 변하였다. 순천부(順天府) 장성포(長省浦)에서는 물이 15일부터 비로소 붉어져 20일에 이르러서는 변하여 검정색이 되었는데, 고기와 새우가 죽어서 물 위로 떠서 나왔다. 만약 물을 길어 그릇에 부으면 그 빛깔이 보통 것과 같았다. 양주(梁州) 다대포(多大浦)에서는 18일에서부터 20일에 이르기까지 물이 붉어지고, 27일에서부터 28일에 이르기까지 또 붉어져, 고기가 죽어서 물 위로 떠서 나왔다. 물을 퍼서 그릇에 담으면 응결되어 끓인 우모(牛毛)의 즙(汁)과 같았다. 절영도(絶影島)에서는 18일에서부터 20일에 이르기까지 물이 붉어지고, 동래(東萊) 외평(外坪)에서는 21일에 물이 붉어지고, 부산포(富山浦)에서는 27일에서부터 28일에 이르기까지 물이 붉어지고, 견내량(見乃梁)에서는 21일에 물이 짙게 붉어지며 고기가 죽었다. 번계포(樊溪浦)에서는 21일에서부터 24일에 이르기까지 물이 붉고 누런 빛깔이 되어 고기가 죽고, 두모포(豆毛浦)에서는 20일에 물이 붉어지고, 포이포(包伊浦)에서는 20일에서부터 21일에 이르기까지 물이 붉어지고, 창원부(昌原府) 도만포(都萬浦) 등지에서는 21일에 물이 붉고 검어져 고기가 죽었다. 진해(鎭海)에서는 21일에 물이 담황색(淡黃色)이 되어 고기가 죽고, 기장(機張)에서는 20일에 물이 붉고 누렇게 되어 포갑(鮑蛤)과 고기가 모두 죽었다. 흥해(興海)에서는 21일에서부터 23일에 이르기까지 물이 붉어져 고기가 죽었다.
19	1413/08/15 (1413/09/09)	경상도 견내량(見乃梁) 등지의 바닷물이 피와 같이 짙게 붉어지기를 3일 동안 하였다.
20	1414/08/20 (1414/09/03)	경상도 진해현(鎭海縣) 마전포(麻田浦) 등지에서 바닷물이 변하여 담황색(淡黃色)이 되어 작은 고기가 죽어 물에 떠서 나오는 것이 무릇 5일 동안이었다.
21	1415/04/24 (1415/06/01)	경상도 영덕현(盈德縣)의 오토(烏浦) 등지의 바닷물이 검게 흐렸으므로, 사람을 보내어 남해신(南海神)에게 제사하여 기양(祈禳)하였다.
22	1416/07/30 (1416/08/22)	경상도(慶尙道) 고성(固城)·진해(鎭海)의 바닷물이 변하여 누르고 흐리기를 무릇 다섯 동안 하였다.
23	1418/02/12 (1418/03/19)	경상도 진주(晉州) 남강(南江)의 물이 연일(連日) 누렇게 흐려졌다.
24	1418/08/07 (1418/09/06)	나주(羅州)의 대골포(大掘浦)는 6월 27일에서부터 7월 14일까지 포구(浦口)의 물이 만조(滿潮)하면 색깔이 피와 같이 붉어집니다.
25	1418/08/19 (1418/09/18)	전라도 대골포(大掘浦)의 바닷물이 붉어졌다.
26	1421/07/27 (1421/08/24)	전라도 광양현(光陽縣) 용문포(龍門浦)의 물이 무릇 15일 동안이나 붉었다.
27	1423/06/23 (1423/07/30)	거제도(巨濟島) 심포(深浦)의 바닷물이 누르고 붉었다.
28	1423/07/16 (1423/08/21)	경상도 거제에 바닷물이 누르고 붉어, 고기와 조개가 많이 죽으니, 사자를 보내어 괴이를 푸는 제사를 지내었다.
29	1428/07/15 (1428/08/25)	경상도 산달포(山達浦)·구랑포(仇郎浦)·노량(露梁) 등지의 바닷물이 4일 동안이나 검붉은 빛이 났다.
30	1428/08/10 (1428/09/18)	경상도 마산포(馬山浦)의 바닷물이 붉게 물들었는데, 물고기가 죽은 놈이 있었다.
31	1435/08/20 (1435/09/12)	경상도 거제(巨濟)의 바닷물이 붉고 검으므로 해괴제(解怪祭)를 지냈다.
32	1439/08/12 (1439/09/19)	거제현(巨濟縣)의 바닷물이 검붉고 작은 고기가 죽었으므로, 해괴제(解怪祭)를 행하였다.
33	1441/09/01 (1441/09/15)	경상도 영등포(永登浦)의 바닷물이 붉으므로, 관원을 보내어 해괴제(解怪祭)를 지냈다.
34	1441/09/09 (1441/09/23)	경상도 진주(晉州) 사량(蛇梁) 바다의 물빛이 누르고, 고기가 많이 죽었으므로, 관원을 보내어 해괴제(解怪祭)를 지냈다.

APPENDIX 1. Continued

No.	Year/Month/Day (Solar calendar)	Contents
35	1446/07/27 (1446/08/19)	경상우도(慶尙右道)에서 바닷물이 붉고 검은니 고기가 많이 죽었다.
36	1450/01/14 (1450/02/25)	지난 정월 13일에 옥포(玉浦) 등지의 바닷물이 누르고 붉게 흐리더니, 사람이 홍합(紅蛤)을 캐 먹고 죽은 자가 7인이나 됩니다.
37	1451/04/23 (1451/05/23)	“부령부(富寧府)의 바닷물이 동남풍으로 말미암아 해안으로부터 바다 가운데에 이르는 10여 리가 누런 진흙을 섞은 것 같기가 무릇 7일이더니, 서풍이 불어서 다시 맑아졌습니다.”
38	1451/05/29 (1451/06/27)	함길도 경원(慶源)·부령(富寧)·온성(穩城)·종성(鍾城)의 바닷물이 누런 진흙을 섞은 듯이 빛이 바뀌었다가 오랜 뒤에 다시 맑아졌다.
39	1451/06/06 (1451/07/04)	도내의 부령(富寧)·온성(穩城)·경원(慶源)·종성(鍾城) 등 각 고을에 해안(海岸)으로부터海中 15여 리까지의 물빛이 황토를 섞은 것 같다 하는데, 이에 앞서 도성(都城) 안에 송화(松花)가 날아 떨어져서 비로 말미암아 물 위에 뜬 것을 그때 사람들이 황우(黃雨)라고 잘못 생각하였으니, 지금 바닷물이 누렇게 변하였다는 말도 의심할 만한 데가 없지 않다.
40	1493/04/28 (1493/05/13)	경상도 관찰사(慶尙道觀察使) 이계남(李季南)이 치계(馳啓)하기를, “웅천(熊川)에 사는 공약명(孔若明) 등 24명이 굴조개[石花]와 생미역을 먹고 서로 잇달아 폭사(暴死)했는데, 이는 반드시 독(毒)을 만난 것입니다. 신(臣)이 연해(沿海)의 수령(守令)으로 하여금 일절 해물(海物)을 채취하는 것을 금하도록 했습니다.”
41	1496/03/26 (1496/05/08)	경상도 관찰사(慶尙道觀察使)가 치계(馳啓)하기를, “웅천(熊川) 주민들이 부인당포(夫仁堂浦)·만산도(滿山島) 등지에서 굴(石花)을 캐서 먹고 중독되어 죽었사온데, 그 고을 늙은이들의 말을 들으면, 지난 계축년에도 주민들이 역시 이곳에서 굴을 캐 먹고 남녀가 중독되어 죽었다고 하니, 금후로는 이 섬 등지에서는 채포(採捕)를 금하소서.”
42	1512/04/02 (1512/04/17)	“한강 물이 연일 검게 흐리고 여주 이상의 물이 붉은 빛이라는 일은 상세히 물어서 아뢰라.”
43	1512/04/02 (1512/04/17)	신은 근자에 한강 물이 검게 흐려서 바닥이 보이지 않는데 강변 사람들이 그 이유를 모르고 물이 뒤집힌 것이라고 여기며, 여주(驪州) 이상은 물이 피처럼 붉은데도 이런 재변을 아뢰는 사람이 없습니다.
44	1512/04/16 (1512/05/01)	여주(驪州) 이상의 물이 붉은 것과 한강 물이 검게 흐렸다는 데에 대하여 강변 노인들을 찾아 물으니, 모두들 ‘지난 2월 사이에 강물이 검게 흐렸는데 약간 붉은 색이 있으면서 검은 빛이 많았고, 4~5일이 지난 뒤에 그전처럼 맑아졌다.’
45	1512/04/24 (1512/05/09)	전하께서 즉위하신 후 정성을 다해 정사를 돌보고 힘써 폐정(弊政)을 개혁하시어 약간 안정되었다 하겠습니까만, 천재지변이 잇달아 일어나 태백(太白)이 낮에 나타나 해가 지나도록 없어지지 않는가 하며, 붉은 기운이 자주 나타나고 형혹성(熒惑星)이 방성(房星)을 침범하며, 또한 강물이 검붉어짐은 근고에 없었던 일입니다.
46	1520/08/21 (1520/10/02)	경상도 기장(機張)·울산(蔚山)·장기(長鬐)·동래(東萊) 등 고을의 바닷물에 홍(紅)·황(黃)·적(赤) 세 가지 색이 섞이고, 전복(鮑蛤)·잡어(雜魚)가 다 절로 죽어 떠올랐는데, 그것을 먹은 사람은 병이 났다. 윤8월 초순에 가서야 바닷빛이 예전대로 회복되었다.
47	1520/10/18 (1520/11/27)	또 전일에 경상도의 바닷물이 죄다 붉어지고 물고기가 절로 죽었는데, 이것은 예전부터 없던 재변입니다.
48	1534/08/11 (1534/09/18)	경상도 관찰사의 서장(書狀)에, 울산(蔚山) 지방에서 적수(赤水) 현상이 크게 일어나 물고기가 저절로 죽어 떠다니는다고 하니, 전에도 또한 이와 같은 때가 있었는가?
49	1588/05/11 (1588/06/04)	경강(京江) 상류에서 광진(廣津)까지 수일 동안 물빛이 황탁(黃濁)하여 핏빛과 같았다.
50	1588/06/10 (1588/08/01)	지난 달 초순경에 동서강(東西江)의 물빛이 핏빛으로 변하여 3일 동안이나 계속되어, 이를 보는 자들이 저마다 해괴하게 여겼는데 해부(該部)의 관원들은 괴이쩍게 여기지 않아 끝내 사유를 갖춰 전보(轉報)하지 않았으니, 직무에 소홀함이 너무나 심합니다.

APPENDIX 1. Continued

No.	Year/Month/Day (Solar calender)	Contents
51	1592/04/30 (1592/06/09)	또 지난해에는 죽은 자라들이 상류로부터 강을 뒤덮고 떠나려 왔으며 강물마저 붉게 변하여 사람들이 많이 걱정했었는데 이때에 이르러 왜변이 일어난 것이다.
52	1593/06/05 (1593/07/03)	지난 4월 8~9일에 임피현(臨陂縣) 지방 백사(白沙)·옥포(玉浦)·석포(石浦)의 수미(首尾) 3~4리에 걸쳐 석수(汐水) 한 줄기가 넓이 두어 자 가량 피와 같은 붉은 빛을 띠었다가 조수(潮水) 때 도로 사라졌는데, 배를 타고 있던 사람들이 그 물을 떠서 손바닥에 놓고 보니 붉은 빛은 그때까지 있었다고 하니, 비상한 이변입니다. 함열현(咸悅縣)에 있는 웅포(熊浦)의 물도 그러하였다고 합니다.
53	1597/06/13 (1597/07/26)	항소 한자립(韓自立)의 수본(手本)에 「화도(花島) 동쪽 해상 명두양도(溟杜羊島)에서부터 육로로 30여 리 가량까지 이번 5월 15일에 혼탁해지기 시작, 25일부터 27일까지 붉고 탁한 색으로 변했으며 28일에는 점차 다시 맑아졌다.
54	1603/02/28 (1603/04/09)	북해(北海)의 물이 붉기가 말[馬]의 피와 같았다. 함경도 관찰사 한효순(韓孝純)이 치계하였다. “어떤 백성이 와서 고하기를 ‘바닷물이 피빛 같아 바닷가 사람들이 모두 놀랍고 괴이하게 여긴다.’ 고 하였습니다. 이에 신이 즉시 군관(軍官) 등을 시켜 가서 허실을 조사하게 하였더니 과연 고한 것과 같았습니다. 처음 붉어지기 시작한 날이 언제인지는 분명하게 알 수 없으나, 대개 묘시와 진시 사이에는 바닷속에서 간간히 적색이 떠올랐는데 큰 것은 5~6장(丈) 가량 되고 작은 것은 3~4장 가량 되었습니다. 사시와 오시 이후에는 적색이 온 바다에 두루 퍼졌는데 눈에 보이는 것은 모두 적색이었습니다. 그 빛같은 말의 피와 같고 형체는 흘린 침과 같았는데, 고깃배가 그 속에 들어가면 붉은 빛이 사람들의 옷에 어러비치었고 햇빛이 비치면 섬과 모래사장이 모두 붉게 물들었습니다. 또 어떤 사공(沙工)이 배를 타고 경성(鏡城)에서 왔는데 경성 이남의 바닷물 역시 곳곳마다 모두 붉다고 하였으며, 바닷가의 사람들이 모두 ‘물이 붉어지는 것이 북쪽에서 시작해서 점차 남쪽으로 퍼졌다.’ 고 하였습니다. 또 ‘붉고 탁한 물이 물위에 떠올랐는데 두께는 2~3촌 가량이고 붉고 탁한 물 아래에는 또 누렇게 탁한 물이 있다고 하였습니다. 또 붉고 탁한 것이 덩이가 졌는데, 큰 것은 말[斗]만 하고 작은 것은 사발만 하다.’ 고 하였습니다. 또 ‘근래 해변의 염호(鹽戶)에서 구운 소금의 맛이 모두 비릿하여 바닷가에 비린내가 진동한다.’ 고 하였습니다. 신이 그 물을 떠서 여러 차례 자세히 살펴보니 흙사 작은 새우 알이 물에 풀어진 것 같았고 또 붉은 쌀가루가 물에 풀어진 것 같았습니다. 불로 끓여도 붉은 빛은 변하지 않았고 알과 같고 가루와 같으며 거품과 같은 형체는 비록 끓여도 역시 풀어지지 않았습니다.
55	1603/03/10 (1603/04/20)	“통천군(通川郡) 지역의 금란진(金蘭津) 사람 김석복(金石福) 등이 고을에 진고(進告)하기를 ‘지난 2월 15일 바닷물에 간혹 적색(赤色)인 곳이 있었는데 26일에는 온 바다가 적색이 되었고, 붉어진 곳에는 수기(水氣)가 혼탁하였다. 해채선(海採船)이 붉어진 곳을 지나는데 걸리는 것이 있는 듯하여 노질하기가 불편하였다. 중앙(中洋)에는 피 같이 짙은 적색이었고 해변 가까운 곳은 조금 얇았다. 그물을 가져다가 물을 들였더니 색깔이 담홍색(淡紅色)과 같았다.’ 하였습니다. 흙곡 현령(歙谷縣令) 이통(李通), 통천군수(通川郡守) 한수진(韓守眞), 양양 부사(襄陽府使) 홍여성(洪汝誠)의 신보(伸報)도 모두 그러합니다.”
56	1609/07/26 (1609/08/25)	이달 22일부터 한강(漢江)이 5일 동안 붉고 흐렸다.
57	1654/08/02 (1654/09/12)	경상도 경주부(慶州府)의 바닷물이 붉어져서 바다 고기가 많이 죽었다.
58	1654/10/13 (1654/11/21)	궁중에는 물이 넘치고, 진산(鎭山)839) 이 무너지며, 남해의 물결이 적색으로 변하고, 북방에 비린내 나는 안개가 끼며, 달이 남두(南斗)로 들어가고, 우박의 재해가 서북 지방에서 발생하니, 무슨 일의 잘못으로 어떤 변이 초래된 것인지, 무슨 변의 감응이 어떤 난(亂)을 일으킬 것인지는 모르겠습니다.

APPENDIX 1. Continued

No.	Year/Month/Day (Solar calendar)	Contents
59	1654/10/14 (1654/11/22)	근대의 참혹한 재변은 관북(關北) 지방이 더욱 심한데 붉은 눈이 오고 바닷물이 적색이 되는 재변은 전에는 듣지 못하던 일입니다.
60	1654/10/14 (1654/11/22)	“붉은 눈이 오고 바닷물이 적색이 된 재변은 관북에서 생긴 일이 아니다. 대신(臺臣)이 미처 자세히 살피지 못한 것이니 이러한 말을 대간의 계사 가운데서 삭제하라.”
61	1654/10/16 (1654/11/24)	관북 지방에 붉은 눈이 내리고 바닷물이 적색으로 된 변괴에 대해 말하는 많은 사람들의 얘기가 정녕스러울 뿐 아니라 적접 목격했다고 분명히 말하는 자까지 있었습니다. 어제 대간의 계사 중에 붉은 눈이 내리고 바닷물빛이 적색이라는 등의 말을 삭제하라고 한 것은 재변을 듣기 싫어해서 그런 뜻이 아니었다. 붉은 눈이 내린 변은 강원도에서 일찍이 치계한 것이고, 바닷물빛이 적색으로 변한 재변은 경상도에서 이미 치계하였다.
62	1659/04/03 (1659/05/23)	황해도 안악군(安岳郡)의 청룡포(靑龍浦) 물이 붉어졌다.
63	1665/04/07 (1665/05/21)	부령(富寧) · 청엄진(靑嚴津) · 굴포진(屈浦津)의 바닷물이 이틀 동안 피빛같이 붉었다.
64	1681/04/13 (1681/05/30)	함경도(咸鏡道) 함흥(咸興) · 북청(北靑) · 정평(定平) · 영흥(永興) · 문천(文川) · 덕원(德源) · 안변(安邊) · 홍원(洪原) 등지에서 3월 초순(初旬)에 바닷물이 여러 날 동안 붉은 빛으로 혼탁(渾濁)하였다.
65	1681/05/22 (1681/07/07)	동래(東萊) · 기장(機張)으로부터 영해(寧海)에 이르기까지 바다의 반이 모두 붉어서 핏빛 같았는데, 붉은 물결이 미치는 곳에서는 포어(鮑魚)가 모두 죽었으며, 해안(海岸)에 떠 있는 것을 사람들이 취하여 먹었을 경우 죽지 않으면 상하였으니, 이는 근고(近古)에 없던 변괴(變怪)였습니다.
66	1682/05/02 (1682/06/07)	이성(利城) · 단천(端川) · 길주(吉州) 등의 고을에서는 바닷물이 붉게 되었는데, 도신(道臣)이 그것을 알렸다.
67	1684/08/18 (1684/09/26)	전라도 영광군(靈光郡) 법성포(法聖浦)에서 조수(潮水)의 거품 빛깔이 혹은 푸르기도 하고 혹은 붉기도 하다가 마침내 누른 빛깔을 이루었는데, 비린내가 5일 동안 갯마을에 찼었다.
68	1684/09/13 (1684/10/21)	전라도 법성포(法聖浦)와 안골도(安骨島)는 그 상거가 2백 리인데, 두 곳에서 하루 동안에 물거품이 푸르고 붉어서 혹은 삼색(三線)과 같고, 혹은 혈색(血色)과 같았다. 햇볕이 비치면 누런 빛으로 변하였는데, 비린 냄새가 수리(數理)까지 두루 가득하였다.
69	1690/05/18 (1690/06/24)	양주(楊州) 광진(廣津)의 물이 나흘 동안 붉게 흐렸다.
70	1694/03/27 (1694/04/21)	경기(京畿)의 양천(陽川) 공암진(孔巖津)의 물이 흐리고 빛깔이 붉더니, 10여 일에 이르러 그제야 물이 맑아졌다.
71	1704/03/10 (1704/04/13)	경원(慶源)의 바닷물 빛깔이 피처럼 붉었는데, 도신(道臣)이 장문(狀聞)하였다.
72	1704/04/17 (1704/05/20)	경흥부(慶興府) 앞바다의 물빛이 무릇 3일간이나 피처럼 붉어졌다고 관찰사(觀察使)가 계문(啓聞)하였다.
73	1704/05/26 (1704/06/27)	경원(慶源) · 경흥(慶興)에 바닷물의 빛깔이 붉어지고, 맛이 비려서 소금을 구울 수 없다고 도신(道臣)이 보고하였다.
74	1706/05/08 (1706/06/18)	공주(公州)의 강물이 4월 21일부터 23일까지 황적색(黃赤色)이었으므로, 도신(道臣)이 장계(狀啓)로 알렸다.
75	1737/08/05 (1737/08/30)	영남(嶺南)의 바닷물이 붉게 흐려져 물고기와 조개가 썩어서 죽었다.
76	1737/08/08 (1737/09/02)	영남의 바닷물이 붉고 흐려져 물고기와 조개가 썩어 죽었다.

APPENDIX 1. Continued

No.	Year/Month/Day (Solar calender)	Contents
77	1737/11/03 (1737/12/23)	영남(嶺南)에 이르러서는 동해(東海)에 적조(赤潮) 현상과 달성(達城)에 지진이 일어난 뒤부터 인심이 흉흉하여 진정할 수 없었으며, 신이 근시(近侍)의 반열에서 나왔다 하여 신의 말고삐를 붙들고 읍소(泣訴)하는데 그들의 굶주리고 곤핍한 형상은 아! 마음이 아팠습니다.
78	1755/03/14 (1755/04/24)	바닷물의 색깔이 피와 같이 붉고, 사람들 가운데 바닷 고기를 먹고 중독되어 죽은 자가 18인입니다.
79	1755/04/02 (1755/05/12)	영남에서 봉진(封進)하는 생복(生鰻)과 숙복(熟鰻)을 정지하라 명하였다. 이때에 바닷물이 갑자기 붉고 흐려져 해물(海物)을 먹은 자들이 수독(水毒)에 중독되었다고 통제사가 계문했기 때문이었다.
80	1770/03/27 (1770/04/22)	거제(巨濟)의 고현면(古縣面) 여인 37명이 해독(海毒)을 마시고 죽게 되었는데, 본도에 명하여 홀전(恤典)을 거행하게 하였다. 이때에 해독이 여러 곳에서 발생하여 물고기·게·전복·조개를 먹은 백성은 번번이 절반쯤 죽어서, 통제사(統制使) 이국현(李國賢)이 반쯤 말린 전복을 봉진할 수 없다는 뜻으로 장계하였기 때문이었다.
81	1820/05/05 (1820/06/15)	경상 감사 김이재(金履載)가 웅천현(熊川縣) 안골포(安骨浦)의 물 색깔이 붉고 탁하며 독기가 가득 퍼졌는데, 포구의 주민 남녀가 토화(土花)를 캐 먹고 중독되어 죽은 자가 12명이라고 아뢰었다.