



(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

|                            |           |             |
|----------------------------|-----------|-------------|
| (51) 。 Int. Cl.            | (45) 공고일자 | 2006년11월29일 |
| <i>C02F 1/52</i> (2006.01) | (11) 등록번호 | 10-0651007  |
|                            | (24) 등록일자 | 2006년11월22일 |

|           |                 |           |                 |
|-----------|-----------------|-----------|-----------------|
| (21) 출원번호 | 10-2004-0058866 | (65) 공개번호 | 10-2006-0010239 |
| (22) 출원일자 | 2004년07월27일     | (43) 공개일자 | 2006년02월02일     |
| 심사청구일자    | 2004년07월27일     |           |                 |

(73) 특허권자                  부산대학교 산학협력단  
부산 금정구 장전2동 부산대학교내

이정수  
경상남도 고성군 고성을 우산리 390번지

(72) 발명자                    황진연  
                                     부산 연제구 연산9동 388-1 한양아파트 32-311  
  
                                     이정수  
                                     경상남도 고성군 고성읍 우산리 390번지

(74) 대리인                      구성진  
                                             특허법인부경  
                                             김영옥

(56) 선행기술조사문헌  
KR1019990073583 A  
KR1020010092003 A  
\* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 김대영

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물

(57) 요약

본 발명은 응회암 또는 점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질의 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물에 관한 것으로, 점토분이 포함된 응회암 또는 점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질의 분말과 유기벤토나이트를 혼합한 것을 적조 제거에 활용하는 새로운 방법으로 현재 주로 활용되는 황토에 비해 월등히 높은 구제효율을 보이고 환경에도 더 유리한 적조 구제용 조성물에 관한 것이다.

즉, 본 발명은 적조의 제거에 황토를 살포하고 있으나, 그 효율성에 비하여 2차적인 환경문제와 황토 채취에 의한 환경 파괴와 같은 문제점이 있어, 점토분이 포함된 응회암의 분말과 유기벤토나이트를 혼합한 것을 적조 제거에 활용하는 방법으로, 250 메쉬 이하로 미분쇄한 응회암 분말에 유기벤토나이트 약 5~15중량 %를 혼합하여 적조 제거의 효율을 대폭 높인 신재료 조성물이다.

상기 유기벤토나이트는 양이온 폴리머인 유기화합물을 벤토나이트와 반응시킨 유기/광물복합체로서 유기화합물과 광물 질의 장단점을 보완한 것이다.

## 특허청구의 범위

### 청구항 1.

적조 구제용 조성물에 있어서,

응회암 미분말과 유기벤토나이트를 혼합한 조성물로서 고형분 기준으로 응회암 미분말 85~95 중량%와 유기벤토나이트 5~15중량%인 것을 특징으로 하는 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물.

### 청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 유기벤토나이트는 양이온 폴리머인 유기화합물을 벤토나이트와 반응시켜 만든 복합체로서, 분말 또는 현탁액으로 조성된 것을 특징으로 하는 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물.

### 청구항 3.

제 2항에 있어서,

상기 유기벤토나이트의 합성에 사용한 유기화합물로는 세틸피리디늄 화합물(Cetyl pyridinium Chloride (CPC))인 양이온 계면활성제인 것을 특징으로 하는 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물.

### 청구항 4.

제 2항에 있어서,

상기 유기벤토나이트의 합성에 사용한 유기화합물로는 세틸피리디늄 화합물(Cetylpyridinium Chloride, CPC), 벤질디메틸테트라데실암모늄( benzyl dimethyl tetradecyl-ammonium, BDTDA), 다이옥타데실디메틸암모늄(dioctadecyldimethyl-ammonium, DODMA), 헥사데실트리메틸암모늄(hexadecyltrimethyl-ammonium, HDTMA)로 구성된 그룹 중 하나가 됨을 특징으로 하는 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물.

### 청구항 5.

점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질 암석분말과 유기벤토나이트를 혼합한 조성물로서 고형분 기준으로 세립질 암석분말 85~95 중량%와 유기벤토나이트 5~15중량%인 것을 특징으로 하는 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물.

명세서

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 응회암 또는 점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질의 암석분말과 유기벤토나이트를 이용한 적조 구제용 조성물에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 점토분이 포함된 응회암 또는 점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질의 분말과 유기벤토나이트를 혼합한 것을 적조 제거에 활용하는 새로운 방법으로 현재 주로 활용되는 황토에 비해 월등히 높은 구제효율을 보이고 환경에도 더 유리한 적조 구제용 조성물에 관한 것이다.

일반적으로 알려진 바와 같이 적조가 발생하면 황토를 다량 살포하여 적조의 소멸을 꾀하고 있으나 살포된 황토 함량에 비하여 그 효율은 크지 않으며, 또한 황토의 해저 퇴적에 의한 2차적인 환경문제가 발생하고 있다. 또한 황토는 주요한 토양 자원으로 지표 표토에 얇게 형성된 것으로 이는 지표 자연환경에 매우 중요한 것이므로, 이들의 다량 채취는 자연을 크게 파손하게 된다.

따라서 황토를 대체할 수 있는 적조 구제용 조성물(적조구제 방법)이 시급히 개발되어야 할 상황이다.

그동안 적조제거에 대해서는 각종 화학약품과 황토, 세라믹분체, 제올라이트, 은 등의 각종 광물재료를 이용하는 많은 방법들이 제시되고 많은 특허출원이 이루어졌다. 그러나 이들 방법은 실제 활용에 있어 경제성 문제와 2차적 오염문제 등에 의해 현실적으로 이용되지 못하고 있다.

적조 구제를 위해 이들 재료를 바다에 살포할 때 적조 미생물과의 반응과 함께 바닷물과의 반응에 의한 물리화학적 거동과, 또한 해저에 퇴적되었을 때 저질과의 친화성 등에 대해 불확실한 점이 많이 있다. 이것은 생물학적 문제를 포함한 광역적인 지구화학적 지식이 요구되지만 이에 대해서 검토가 미흡하기 때문이다.

황토의 경우 황토 속에 포함된 미립의 점토광물이 적조 미생물에 붙어 응집하여 이들을 가라 앉혀 적조 미생물을 제거하는 것이 제거의 원리이다. 전해질이 높은 바닷물에 의해 점토입자의 응집이 더욱 잘 이루어지게 된다. 그러나 황토에는 미립의 점토광물 이외에 입자가 비교적 큰 석영, 장석, 운모 등의 다른 광물도 상당량 포함되어 있어 적조 미생물의 구제 효율이 그리 크지 않게 된다. 그렇다고 해서 거의 순수한 미립 점토광물 재료를 활용하기에는 경제적으로 불리하게 된다.

따라서 적조 구제 효율도 높이며, 2차적 오염과 환경파괴를 줄이고, 경제성이 있는 새로운 재료 개발이 필요하다.

그리고 지금까지 적조 구제에는 황토이외에도 세라믹분체, 제올라이트, 굴껍질 등의 광물질에 대한 시도가 많았으나 그 효과가 미흡했으며, 유기화합물을 사용한 경우는 거의 없었다.

유기화합물의 종류에 따라 다르지만 많은 경우가 그 자체만을 사용할 때 여러 가지 독성이 있을 수 있으며 비용이 많이 드는 단점이 있다. 천연 광물재료일 경우는 다량으로 사용하지 않으면 자연친화적이기 때문에 문제가 별로 없다.

따라서 본 발명에서는 유기화합물의 장단점과 광물의 장단점을 보완한 획기적인 적조 구제용 조성물을 제공코자 한 것이다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이에 본 발명자는 상기한 바와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 본 발명은 연구 개발한 것으로서, 본 발명의 목적은 친환경적으로 적조생물의 구제효율을 크게 향상시킬 수 있고, 적조 구제용 조성물 공급에 따른 환경파괴를 최소화시키며, 2차오염의 방지와 해저 퇴적물에 자연친화적인 적조 구제 조성물을 제공하는데 있다.

즉, 본 발명에서는 광물재료의 채취에 따르는 환경 파괴를 최소화하기 위해서는 경질 암석을 분쇄하여 사용하게 되므로 좁은 지역의 채석장에서 채취된 적은 분량의 암석으로도 많은 분말재료를 만들 수 있다.

이러한 암석은 미립 점토물질을 다량 포함하는 암석일수록 효과가 크다. 또한 미립 분말의 광물질이 해저 생태계에 영향이 적은 친환경적 물질이어야 될 것이다.

이러한 점에서는 화산재가 쌓여서 형성된 암석인 응회암류가 가장 적합하다. 또한 적조의 발생은 주로 남해안에서 많이 발생하고 있으므로 남해안에 인접한 곳에서 산출되는 암석이 경제적으로 훨씬 유리하게 된다.

따라서 마산-거제-고성 등에 다량 분포한 점토물질을 다량 함유하는 응회암이 아주 적합한 암석이다.

이 암석의 주 구성광물은 석영, 장석, 일라이트, 녹니석, 불석, 등이 포함되어 있어 적조제거의 효능도 있으며, 이들이 해저에 퇴적되더라도 해저 퇴적물의 주구성 광물과 유사하기 때문에 환경적으로 문제가 적다.

이들 암석의 분말색은 담청회색으로서 해저 퇴적물의 색깔과도 유사하다. 반면에 황토는 적갈색을 띠어 해저의 퇴적물과는 판이하게 다르다.

벤토나이트는 점토광물인 몬모릴로나이트를 주성분으로 하는 천연 비금속광물재료로서 화장품, 식용유, 약품 등에도 사용되는 것으로 인체와 자연환경에 해가 없는 것이며, 흡착성과 응집-분산성이 뛰어나 적조제거에 큰 역할을 한다.

### 발명의 구성

본 발명이 제안하는 적조 제거용 조성물은, 고형분을 기준으로 주 고형물질로서 응회암의 미세분말(250메쉬이하) 약 85~95 중량%, 적조제거에 고효율을 나타내는 고분자 유기화합물과 복합된 유기벤토나이트 약 5~15 중량%를 포함하는 적조 미생물 제거용 조성물을 제공코자 하는 것으로서,

주 광물재료인 응회암은 각력질응회암, 세립응회암, 라필리응회암, 용결응회암 등의 응회암류가 포함되며 이들은 주로 중생대 백악기에 형성된 것으로 남해안지역에 넓게 분포한다. 이들은 화산성 쇄설암으로 퇴적된 후 지하에 매몰되어 여러 과정의 변질작용을 받아 일라이트, 녹니석 등의 점토광물과 불석광물로 변한 암석이다. 따라서 암석의 주 구성광물은 석영, 장석, 일라이트, 녹니석, 불석 등이 포함되어 있다. 그리고 이 응회암은 화학성분상으로는  $\text{SiO}_2$  56~78중량%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  11~20중량%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1~6중량%,  $\text{CaO}$  0.5~7중량%,  $\text{MgO}$  0.2~3중량%,  $\text{Na}_2\text{O}$  2~7중량%,  $\text{K}_2\text{O}$  1.5~6중량%의 성분 범위를 나타낸다.

여기서, 상기 응회암 대신에 점토광물 및 불석광물을 포함하는 세립질 암석분말이 사용가능한바, 점토광물은 통상 일라이트, 카올린나이트, 스펙타이트 등이 되고, 불석광물은 스틸바이트, 로먼타이트, 크리놀릴로나이트 등이 되며, 그 이외에 석영, 암석, 운모, 녹니석 등이 포함되어 구성되는 것이 일반적이다. 이 암석에 점토광물과 불석광물이 많이 포함된 것일수록 좋으나, 최소한 점토광물이 30중량% 이상이면 되고, 불석광물은 10중량% 이상이면 된다. 이 이외에 석영, 장석, 운모, 각섬석 등의 일반적인 광물이 포함되는 것이다. 화학성분 상으로는  $\text{SiO}_2$  53~75중량%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  15~23중량%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  1~7중량%,  $\text{CaO}$  0.5~6중량%,  $\text{MgO}$  0.2~4중량%,  $\text{Na}_2\text{O}$  2~7중량%,  $\text{K}_2\text{O}$  1~6중량%의 성분 범위에 드는 것이다. 이 암석은 육안적으로 암석의 입자조직이 세립질이고 치밀한 것을 말하며, 화장암과 같이 조립질인 암석은 포함되지 않는다. 일반적으로 세립질인 암석에 점토광물이 다량 함유되는 경우가 많다.

따라서, 응회암은 X-선회절분석의 결과, 석영, 사장석, 일라이트, 녹니석, 로먼타이트, 스펙타이트 등의 광물로 구성된 것으로 석영과 사장석을 제외한 나머지 광물들은 미립광물로서 흡착성 및 이온교환성 등의 특성을 가지고 있어 적조생물의 구제에 좋은 역할을 하는 광물들로서 생물체에 특히 유해한 것은 포함되지 않으며, 암석의 분말은 미립자가 다량 포함되어 적조생물에 흡착되고 응집시키는 역할을 하게 되며, 이에 혼합할 유기벤토나이트는 운반자 및 증량제로서의 역할을 하게 된다.

### 삭제

그리고, 벤토나이트는 점토광물인 몬모릴로나이트(Montmorillonite)를 주성분으로 하는 점토의 일종이며, 주성분 광물인 몬모릴로나이트(Montmorillonite)는 2:1형의 층상규산염광물에 속하여 미립의 얇은 판상형태를 보이는 결정으로 되어 있다. 이러한 층상의 결정구조에는 기본 층 사이에 층간이 존재하고 그 속에 교환성양이온과 물이 포함되어 있으며, 이들은 주변의 조건에 따라 많은 물을 흡수하기도 하고 탈수하기도 하여 층간격이 변화된다.

특히 이들 층과 층 사이에는 양이온과 여러 가지 유기화합물이 침투하여 규칙적인 구조를 이룰 수 있는 성질을 가지고 있어 이를 이용하여 산업적으로 다방면의 활용을 꾀하고 있으며, 이에 혼합할 유기벤토나이트의 운반자 및 증량제로서의 역할을 하게 된다.

따라서 본 발명에서도 유기화합물을 벤토나이트의 주 구성광물인 몬모릴로나이트의 층간에 흡착시킨 유기벤토나이트를 혼합재료로 사용하였다.

일반적인 몬모릴로나이트는 기본 층간격이 약 15Å(옹그스트롬)이지만, 본 발명에 사용한 양이온 폴리머인 유기화합물을 층간에 흡착시킨 후의 층간격은 약 40Å으로 크게 증가되었다.

이것은 사용한 유기화합물이 광물의 격자층에 삽입되어 규칙 바른 배열을 하고 있는 것을 말한다. 또한 유기벤토나이트는 항균성이 있는 물질로서 적조생물의 사멸에 직접 관계하게 된다.

이러한 상태의 유기화합물은 유기화합물 자체만을 그대로 살포하는 것과는 다른 역할을 하게 되며, 적조생물과의 반응효과를 더 오래 지속시킬 수 있게 된다.

이와 같은 유기화합물과 벤토나이트가 복합된 형태의 유기벤토나이트를 포함하는 것이 본 발명의 구성물에 대한 특징이다.

적조생물이 유기벤토나이트와 반응하여 광물의 응집성과 함께 유기화합물의 작용이 결합하여 적조생물이 사멸 및 침강하는 것이다.

유기화합물 자체를 살포할 경우는 적조생물과의 반응 이외에 바닷물에 즉시 용해되어 그 효과가 극히 적어지게 되며, 광물 재료만 사용할 경우에는 응집 효과만 나타나게 되다.

이와 같이 유기화합물의 장단점과 광물재료의 장단점을 보완한 것이 본 발명의 유기/광물 복합체를 사용하게 된 이유이며 특징이다.

즉, 본 발명은 유기화합물의 장단점과 광물의 장단점을 보완한 획기적인 적조 구제용 재료를 특징으로 한다.

본 발명의 조성물은 운반자 및 분산제의 역할을 하는 응회암 분말과 벤토나이트를 사용하고, 전술한 바와 같이 적조생물의 구제에 역할이 큰 유기화합물을 벤토나이트에 복합시킨 유기벤토나이트를 포함한다.

응회암분말은 효과를 더 크게 하기 위해서 입도를 가급적 미세하게 분쇄하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 따라서 본 발명의 예비실험에서는 250메쉬 이하의 응회암분말을 사용하였다.

벤토나이트는 토목용으로 시판되는 상품을 사용하였으며 여기에 유기화합물을 투입하여 복합체인 유기벤토나이트를 합성하였다. 중량비로 응회암분말은 85-95%로 하고, 유기벤토나이트는 5-15%로 혼합한 것을 적조 구제용 조성물로 하였다.

유기화합물은 Cetylpyridinium Chloride (CPC)을 사용하였으며 이는 분자량이 358.01 g/mol인 양이온 폴리머이다. 이와 유사한 다른 폴리머(예 BDTDA, DODMA, HDTMA 등)를 사용하여도 적조 구제 효율은 거의 유사하게 나타났으나 그 중에서 비용이 저렴한 CPC 화합물을 주로 사용하였다.

유기화합물은 벤토나이트의 양이온교환용량(CEC)에 대해 100%의 함량에 해당되는 분량을 넣고 유기벤토나이트를 합성하였고 이를 실험에 사용하였다. 그러나 경우에 따라서는 이와 유사한 다른 유기화합물을 사용할 수도 있다.

사용한 유기화합물인 Cetylpyridinium Chloride (CPC)은 양이온 계면활성제로 항균성이 있으며, 식품의 방부제, 구강세척제, 목건조방지약품 등으로 널리 사용되는 물질이다.

이와 같이 인체에 가까이 많이 사용하며 소량을 섭취하여도 별로 문제가 되지 않는 화합물로서 유해성이 거의 없다. 이 화합물의 항균성은 적조 미생물의 구제에 직접적인 작용을 할 것으로 보인다. 이 화합물은 그대로 사용하지 않고 벤토나이트와 복합시킨 유기벤토나이트 복합체로 사용하며, 또한 소량의 유기벤토나이트에 약 95%의 응회암분말을 혼합한 물질을 사용하는 것이므로 해양생태계에서의 유해한 영향은 거의 없게 된다.

적조생물 중에서도 독성이 강한"Cochlodinium polykrikoides"은 끈적끈적하게 점성이 체액을 분비하는 것으로 미분말의 응회암 및 벤토나이트의 입자가 쉽게 흡착되며 이에 따라 하중의 증가에 의해 침강하므로 적조생물이 구제되게 된다.

이때 특히 본 발명의 특징인 CPC와 같은 유기화합물을 복합시킨 유기벤토나이트가 세포벽에 직접 작용하게 되므로 유기화합물의 항균성에 의해 적조 미생물의 세포벽이 파괴되어 결국 적조 생물의 사멸을 가져오게 되어 구제 효과가 크게 증가된다.

유기벤토나이트의 제조는 세틸피리디늄 화합물(Cetylpyridinium Chloride (CPC))과 같은 유기화합물을 물에 용해시킨 후 벤토나이트와 혼합하여 반응시켜 만든다. 혼합량은 벤토나이트의 품질에 따라 다를 수 있지만, 보통 벤토나이트 건조 중량 약 50g에 대해서 유기화합물 약 5-10g을 물 1ℓ에 용해시킨 유기용액과 반응시킨다. 벤토나이트의 양이온교환용량(CEC)에 해당되는 100% 이하의 유기화합물을 반응시키면 이들 유기화합물은 벤토나이트 내부에 거의 모두 흡착되어 여액에서는 유기화합물이 거의 남아 있지 않는 것이 실험적으로 나타났다. 이는 양이온 유기화합물이므로 벤토나이트중의 주성분 광물인 몬모릴로나이트의 층간에 빠르고 용이하게 침투하며 일부는 표면에 흡착되게 된다. 이 광물의 층간과 표면이 음전하를 띠고 있기 때문이다. 유기화합물의 혼합량을 결정하기 위해서는 사용하는 벤토나이트의 양이온교환용량(CEC)의 측정이 필요하다. 충분히 벤토나이트에 흡착되어 과잉의 유기화합물이 여액에 남지 않도록 가급적 적은 함량의 유기화합물을 사용하는 것이 좋다.

유기화합물과 벤토나이트가 충분하여 유기벤토나이트가 형성되면 여액을 제거하여 건조시켜서 분말상태로 만든다. 이 분말에 응회암분말을 일정 비율로 균질하게 혼합하면 본 발명의 재료가 완성된다. 유기벤토나이트를 만든 후 여액을 제거하고 이를 건조시키고 분말화 하는 과정은 경제적으로 많은 비용이 들어가게 된다. 따라서 이러한 여액분리 및 건조과정을 생략하고 유기벤토나이트와 여액이 함께 혼합된 현탁액상태를 바로 응회암분말과 혼합하여 사용할 수도 있다. 이때 필요에 따라 물을 첨가하여도 된다.

이와 같이 현탁액상의 적조생물 구제용 재료도 포함된다. 이러한 현탁액상태의 것은 바다에 살포시 공기 중으로 날리지 않고 고르게 잘 살포되는 장점도 있다.

#### [실시예]

본 발명의 조성물인 응회암분말과 유기벤토나이트를 여러 비율로 혼합한 것과 함께 비교를 위해 황토를 포함하여 적조 구제효율의 실험을 실시하였다. 황토는 고성지역에서 채취된 점토분이 많은 질 좋은 황토를 사용하였다. 실험은 실내에서 배양된 적조생물인"Cochlodinium polykrikoides"을 대상으로 하였고, 적조생물의 밀도를 2000cell/ml로 하여 구제물질의 투입량은 모두 1%로 하여 시간별 구제효율을 측정하였다. 이 실험의 결과는 아래의 표와 같다.

**[표 1]**  
(구제효율 단위: %)

| 시료                 | 처리후 즉시 | 처리후 10분 | 처리후 30분 | 처리후 60분 |
|--------------------|--------|---------|---------|---------|
| 황토                 | 46     | 62      | 67      | 76      |
| 응회암 분말             | 57     | 74      | 76      | 79      |
| 응회암+유기벤토나이트<br>5%  | 93     | 99      | 100     | 100     |
| 응회암+유기벤토나이트<br>10% | 94     | 99      | 100     | 100     |
| 응회암+유기벤토나이트<br>15% | 92     | 100     | 100     | 100     |

상기 실험의 결과, 본 발명의 조성물이 황토에 비해 모두 높은 적조생물의 구제효율을 나타낸다. 미립의 응회암 분말 자체로 한 실험에서도 황토보다도 모든 시간대에서 높은 적조생물 구제 효율을 나타내어 이것 자체도 구제효과가 좋은 것으로 나타났다.

특히 유기벤토나이트를 혼합한 본 발명의 조성물은 월등히 높은 구제효율을 보였다.

유기벤토나이트의 혼합 함량비율이 높을수록 구제효과가 증가되는 경향도 잘 나타났으며 유기벤토나이트를 5-15% 혼합한 모든 시료에서 구제물질 투입 후 10분 이내에서 거의 모든 적조생물이 구제되는 것으로 나타나 유기벤토나이트에 대한 구제효과가 매우 큰 것이 증명되었다.

유기벤토나이트를 5%만을 혼합하여도 충분한 효과가 나타나므로 경제성으로 볼 때 이러한 최소의 혼합량을 사용하여도 좋을 것으로 판단된다.

### 발명의 효과

이상 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 적조 구제용 조성물은, 응회암 분말에 유기벤토나이트에 첨가하여 기존의 황토 보다 월등히 높은 적조생물의 구제효율을 나타내고, 환경문제를 최소화할 수 있어 적조생물의 구제에 효과적으로 활용할 수 있다.

따라서 적조의 피해를 줄이는데 크게 기여할 수 있어 경제적 및 사회적 효과가 매우 크다.