

# 토탄을 이용한 저질개선제가 꼬막 *Tegillarca granosa*의 혈액학적 성상에 미치는 영향

이경선\*

\* 목포해양대학교 해양시스템공학부

## Effects of Sediment Improvements with Peat Moss on the Blood Properties of Blood Cockle, *Tegillarca granosa*

Kyoung-Seon Lee\*

\* Division of Ocean System Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

**요 약** : 토탄과 같은 자연소재를 이용한 자연친화적인 연안 저질개선제 살포가 꼬막의 혈액학적 성상 및 근육 글리코겐 함량에 미치는 영향에 대하여 알아보기 위하여 실내 실험을 실시하였다. 저질개선제를 단위면적( $m^2$ )당 0, 100, 300, 800g의 양을 살포 후 10일 동안 숙성시킨 꼬막을 수조에 수용하여 14일 동안 사육 실험한 결과 저질개선제를 단위면적( $m^2$ )당 800g 살포한 구에서 48시간 후에 1개체가 폐사한 것 이외에 실험종료까지 폐사가 일어나지 않아 자연소재로 구성된 저질개선제가 생물 자체에는 직접적인 독성을 나타내지 않는 것으로 판단된다. 꼬막 혈액의 전혈량, 헤마토크리트값, 헤모글로빈량에 있어서는 저질개선제 살포 농도별 큰 차이를 보이지 않았으나 혈액 글루코스량 및 근육 글리코겐량은 대조구와 비교하여 증가하는 경향이 있었다.

**핵심용어** : 저질개선제, 토탄, 꼬막, 혈액학적 성상, 글리코겐

**Abstract** : This study was designed to evaluate whether the addition of sediment improvements with natural materials to water tanks influenced the hematologic properties and muscle glycogen content of the blood cockle, *Tegillarca granosa* under laboratory conditions. Following a 10-d matured period of sediment improvements, blood cockles were subjected to 4 groups (0, 100, 300, 800  $g/m^2$ ) of sediment improvements for 14-d. Only one individual died at 800 $g/m^2$  after 48-h. Whole blood, hematocrit value and hemoglobin concentration of blood cockle were changed little by sediment improvements, however, both glucose and glycogen were increased more compared with those of the control groups.

**Key Words** : Sediment improvements, Peat moss, Blood cockle, Blood properties, Glycogen

### 1. 서론

우리나라는 국토가 좁고 3면이 바다로 둘러싸여 있는 지리적 요인에 의하여 연안이용의 중요성이 강조되고 경제 개발 위주의 정책으로 연안 갯벌은 대규모 매립·간척되었고 연안 지역에 산업 단지 조성, 항만 개발 등이 이루어졌다. 그 결과 육상에서 발생한 대부분의 오염물질이 연안 해역에 집중되면서 연안 오염은 가속화되었으며, 연안 저층에 퇴적된 퇴적물은 각종의 중금속, 다환방향족탄화수소류(PAHs), 내분비계장애물질 등과 같은 유해화학물질이 축적되는 등 심각하게 오염되기 시작하였다. 또한, 연안에 밀집된 양식장에서는 고밀도 사육 및 장기간 사용 등에 의하여 어장의 노화가 심화되고 자

정능력이 저하되면서 양식장 저층에는 사료나 배설물 등이 퇴적되면서 저층의 오염은 상당한 수준에 이르고 있으며 저층에 퇴적된 오염물질 중 분해가 잘 되지 않은 성분들은 퇴적물에 오랫동안 잔류하면서 저서생물들에게 영향을 끼치게 되며, 퇴적물이 분해되면서 황화수소와 같은 유독가스를 생성하고 주위의 산소를 고갈시키면서 수질환경을 악화시키고 생물들에게 많은 악영향을 미치게 된다. 특히 이페패류와 같은 저서생물들은 저층에 농축되어지는 오염물질들을 축적하고 독성을 발현시켜 식품 위생 및 안전을 위협한 사례는 국내외에서 쉽게 접하곤 한다(이, 1998). 그러나 지금까지 연안환경의 오염에 있어 퇴적물의 오염보다는 수질 오염에 주로 관심을 가져 왔다고 할 수 있으나 수질개선이나 수서 생태계와 관련된 요소들의 개선을 위해서는 오염된 퇴적물의 적절한 관리 없이는 달성될 수 없다는 인식이 확산되면서 오염 퇴적물의 개선 필

\* 종신회원, kslee@mmu.ac.kr, 061-240-7317

요성이 증대되고 있다(이, 1997).

지금까지 보고된 저질 개선 방법으로는 퇴적된 오염물을 제거하는 준설과 형망 틀에 의한 해저경운 등이 있으나 준설과 같은 방법은 오염된 면적이 넓고 오염 정도가 심할 경우 가장 확실하게 퇴적물을 개선할 수 있는 방법이지만 준설물질의 처리·처분에 많은 문제점을 가지고 있고 막대한 경비가 필요하여 시행에 어려움이 있으며, 해저경운에 의한 퇴적물 정화는 우리나라에서 가장 보편적으로 행해지는 방법이나 오염이 심한 해역의 경우에는 효과가 적은 단점 등이 지적되고 있다(해양수산부, 2003). 또한 저질개선 시험연구로서 퇴적물내의 PCBs나 PAHs, 클로로벤젠과 같은 유기오염물질을 정화시키는데 생물정화방법을 적용한 바가 있으며(Marijke and Vlerken, 1998), 전기분해를 이용하여 유류 및 탄화수소 화합물을 제거하는 방법 등에 대하여 연구된 바가 있고(Krishnan et al., 1995) 갯지렁이, 개불 등과 같은 저서생물을 이용하여 저질 환경을 개선시키는 방법에 대하여 연구가 이루어진 바가 있다(해양수산부, 2003). 한편 저질개선제를 사용한 저질개선 방법으로는 황토, 생석회, 소석회 및 조개가루 등의 물질을 살포하는 방법 등이 알려져 있다. 한 예로 일본에서는 굴 패각을 이용하여 양식어장의 저층을 피복하여 영양염의 용출을 억제하고 어장환경을 개선시키는 방법에 대하여 연구된 바가 있다(廣島水産研究會, 1979). 그러나 지금까지 시험된 저질개선제들의 효과는 단시간에 불과하고 어패류에 급성독성을 일으키는 것으로 알려져 있으며(강 등, 2003) 특히 오염된 퇴적층에 황토를 살포하는 방법은 많은 양의 황토를 사용하면서도 개선효과는 일시적이고 2차오염의 원인이 되고 있는 것으로 알려져 있다(해양수산부, 2003). 따라서 이와 같이 검증되지 않은 저질 개선제나 황토의 사용은 해저 표면을 뒤덮게 되므로 장기간에 걸쳐 해저 생태계에 나쁜 영향을 일으킬 수 있으며, 우리나라의 경우 양식장이 밀집되어 있어 무분별한 저질개선제의 사용은 그 피해가 더욱 심각할 수도 있어 환경 친화적이며 효율적인 저질개선이 가능한 제품 개발이 요구되고 있다.

본 연구에서 사용한 원료중의 하나인 토탄은 강이나 늪지대의 수초 혹은 물이끼가 혐기적 상태로 퇴적되어 자연적으로 분해된 것으로 지형의 변경 등 자연조건의 변화로 지하수위가 낮아져 유기물이 매몰 집적된 자연 퇴적물이다. 토탄은 유기질이 50% 이상이며 휴믹산이 20%이상 함유되어 현재는 유기질 토양 개량제로 주로 사용되고 있으나, 미세한 공극 구조로 이루어져 있어 자연적 필터 역할을 하게 되어 폐기물의 처리용으로 많이 사용되고 있으며, 이온교환능력이 높아 토양내의 중금속 등 유해물질의 제거능력이 우수하여 미생물 활성 처리제로써 유류오염토양을 정화시키는데 이용되기도 하며, 토탄에 다량 함유되어 있는 휴믹물질들은 중금속과 같은 오염물질의 제거능력이 있는 것으로 알려져 있다(천 등, 2005; 천 등, 2007). 따라서 토탄, 휴믹산 및 필라이트 등의 자연소재를 혼합하여 만든 저질개선제는 육상뿐만 아니라 연안지역의 토양이나 양식장의 저질을 개선시킬 수 저질개선제로 사용할 수

있을 것으로 판단된다. 그러나 저질개선제에 의한 해양환경의 개선 및 복원 효과뿐만 아니라, 저질개선제 사용에 앞서 서식 생물들에 대한 안전성이 확보되어야 한다. 특히, 꼬막과 같은 패류는 다른 부유, 유영동물에 비하여 이동력이 미약하여 저서환경의 변화에 직접적인 영향을 받기 때문에 서식지역의 저서환경 지표로 이용될 수 있다(황과 김, 2003).

본 연구에서는 자연소재를 포함한 저질개선제의 서식생물에 미치는 영향 및 저질개선 효과를 파악하고자 저질개선제 살포 후의 수질, 저질에 대한 영향을 조사하고, 벌교지역의 대표 양식패류인 꼬막(*Tegillarca granosa*)에 대하여 혈액학적 성상에 미치는 영향을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 저질개선제 및 효과실험

본 연구에서 사용된 저질 개선제의 원료는 토탄 및 필라이트(풍화된 흑운모), 휴믹산, 제올라이트(결정질 알루미늄 규산 광물), 굴 패각을 사용하였다. 토탄과 휴믹산의 높은 유기물 함량을 감소시키기 위해 온수로 세척한 후 24시간 자연 건조시킨 후 120℃에서 2시간 동안 열처리하였다. 필라이트, 제올라이트, 굴 패각은 체(Mesh size; 2mm)를 친 후 혼합하였다. 저질개선제는 토탄 30%, 필라이트 40%, 휴믹산 10%, 제올라이트 10%, 굴 패각 10% 비율로 혼합하여 사용하였다.

제조한 개선제의 효과를 실험하기 위하여 가로(W) 600mm, 세로(D) 450mm, 높이(H) 450mm 크기의 사육수조를 제작하고 하부에 자갈과 모래를 채운 뒤 그 위에 오염된 해역의 갯벌을 100mm 로 일정하게 주입한 후 물을 채우고 14일 동안 안정화 시켰다. 저질개선제는 각 수조에 단위면적( $m^2$ )당 0g(대조구), 22.5g( $100g/m^2$ ), 67.5g( $300g/m^2$ ), 180g( $800g/m^2$ )를 저층 표면에 고루 피복되도록 살포하였다. 개선제 살포 후 수질 및 저질에 미치는 영향을 검토하기 위하여 개선제 살포 전 및 살포 후 1주일에 2회에 걸쳐 상층수 및 저질을 채취하여 수질 및 저질의 개선효과를 평가하였다.

수질분석항목으로 pH, DO, COD을 분석하였으며 저질분석 항목으로  $H_2S$ , 강열감량(IL), ORP를 분석하였다. 수질 저질의 분석은 해양환경공정시험법(해양수산부, 2006)에 명시된 방법에 따라 분석하였다.

### 2.2 생물 실험

강진 갯벌에서 양식되는 꼬막을 채집한 뒤 실험실로 운반하여 1주일 정도 플라스틱 수조에서 실내 순치시켰다. 저질개선제 투여 10일 후 각 수조에 각장 30~40mm크기의 꼬막을 선별하여 30마리씩 수용하고, 14일 동안 시간경과에 따른 잠입률 및 폐사율을 측정하였다. 실험 종료 후 패각 안쪽의 혈액을 채취하여 혈액학적 성상에 대해서 분석하였으며 근육 글리코겐량을 측정하였다.

1) 전혈량

폐각 안쪽의 외투막이 파열되지 않도록 폐각을 연후 폐각과 외투막 사이의 Extrapallial cavity에 보유되어 있는 혈액 전량을 주사기로 채취하여 전혈량으로 하였다.

2) 헤마토크리트 값(Hct.)

헤마토크리트 값은 길이 7.5cm의 마이크로세관에 혈액을 채취한 뒤 11,000rpm에서 5분간 원심분리한 후 Hematocrit reader를 사용하여 측정을 행하였다.

3) 헤모글로빈량

헤모글로빈량은 국제 혈액 표준위원회의 표준법인 Cyanmethemoglobin법으로 측정하였다. 즉, 혈액중의 헤모글로빈은 페리시안화칼륨과 반응해서 메트헤모글로빈으로 전환되고, 다시 시안화칼륨과 반응하여 시안메트헤모글로빈으로 전환되는데, 이 반응액을 분광광도계 파장 540nm에서 흡광도를 측정하여 헤모글로빈량을 구하였다.

4) 글루코스량

글루코스는 시판용 글루코스 측정용 시액(아산제약 : Glucose)을 사용하여 글루코스 옥시다아제 법으로 측정하였다. 즉, GOD(Glucose oxidase)의 작용에 의하여 용액중의 효소 및 물과 반응하여 글루콘산과 과산화수소가 되고 이 과산화수소가 Peroxidase의 작용에 의하여 Phenol과 4-Aminoantipyrine을 산화적으로 축합시켜, 키논형 적색 색소를 생성한다. 이 적색 색소를 파장 500nm에서 비색 측정하여 글루코스량을 구하였다.

5) 근육 글리코겐량

글리코겐량은 안스론법(Cicik and Engin, 2005)으로 측정하였다. 생체량 측정을 끝낸 후 연체부를 분리하여 분해시킨 후 안스론시약으로 발색시켜 흡광도를 측정한 후 글리코겐량으로 환산하였다. 환산식은 다음의 (1)과 같다.

$$Gc = (\mu g/ml) = 100 \times u/1.11 \times s \quad (1)$$

Gc : 글리코겐량  
 u : 검액의 흡광도  
 s : 글루코스 표준용액의 흡광도  
 1.11 : 글루코스를 글리코겐으로 환산하기 위한 Morris 계수

2.3 통계처리

실험값의 유의성 검정은 SigmaStat 통계 패키지(Version 3.5)를 사용하여 95% 신뢰수준에서 ANOVA로 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

본 연구에서 오염된 연안 저질 환경을 개선시키기 위하여 토탄, 폐각 등의 자연소재로 만들어진 저질개선제를 살포했을 때 일어나는 수질 및 저질의 변화를 조사하고, 꼬막을 대상으로 하여 건강도에 미치는 영향을 혈액학적으로 검토하였다.

이번 연구에서는 저질개선제에 의한 수질 및 저질의 개선 효과는 나타나지 않았다(Table 1). 오히려 수질의 COD는 저질개선제 살포 후 증가하는 경향이었으며 저질에서도 IL 및 ORP가 증가하였다. 수질의 COD 증가는 저질개선제의 원료로부터의 유기물이 용출되었거나 저질개선제에 의하여 저질중의 유기물을 분해시킨 결과 나타나는 현상으로 볼 수 있으나 저질의 IL이 증가한 것으로 보아 저질 중의 유기물은 저질개선제에 의하여 분해된 것으로는 보이지 않는다. 오히려 저질개선제가 가지고 있는 유기물(미발효 결과)이 개선제로부터 용출되어 저질의 IL을 높이는 결과를 유도한 것으로 보인다. 그러나 저질개선제가 가지는 오염물질의 제거능력 및 이온교환능력 등에 의하여 저질의 ORP가 증가된 것으로 판단된다.

본 연구에서 사용한 저질개선제는 저질 단위면적(m<sup>2</sup>) 당 수 g에 해당되는 적은 양을 사용하였다. 그 결과 살포 후 저질 개선 효과가 미비했던 것으로 보인다. 기존 저질개선제에 관한 시험연구에 의하면 황토, 석회물질 등의 사용단위는 수 kg/m<sup>2</sup>에 이르고 있다(오, 2003). 본 연구에서 이용한 토탄의 경우에는 공극구조가 넓고 이온교환능력이 월등하여 오염물질과의 흡착 제거 능력이 높은 것으로 알려져 있으나 본 연구에서는 적정 농도의 사용이 이루어지지 않아 토탄의 물리적 특성에 의한 오염제거효과가 나타나지 않은 것으로 보인다. 반면 저질개선제에 의하여 수질의 COD나 저질의 IL등이 높아진 결과로부터 토탄과 같은 자연소재를 연안지역에서 오염물

Table 1. Effects of improvement material on water quality at 10 days and sediment quality at 24 days after treatment by sediment improvements

Improvements (g/m <sup>2</sup> )	Before treatment						After treatment					
	pH	DO mg/ℓ	COD mg/ℓ	IL %	ORP	H <sub>2</sub> S ppm	pH	DO mg/ℓ	COD mg/ℓ	IL %	ORP	H <sub>2</sub> S ppm
0	8.04	6.12	1.06	2.684	58.5	0.023	7.91	5.75	2.42	3.296	48.7	0.0009
100	8.01	6.1	1.43	2.711	44.8	0.003	8.00	5.06	2.76	7.181	69.3	0.0002
300	8.04	6.28	1.22	2.801	58.1	0.004	8.00	6.14	2.96	3.981	55.1	0.0019
800	8.02	5.79	2.08	2.730	44.6	0.002	7.89	5.13	3.07	11.285	84.1	0.0013

질 제거제로 사용하기 위해서는 원료가 가지는 높은 유기물 함량을 낮출 필요가 있다.

일반적으로 저질개선제 시험에서는 저질개선제를 수층에 살포하는 방법을 주로 사용하여 일부 수질 개선효과를 가져오나 많은 양의 개선제가 저층을 피복하게 됨으로써 서식생물에 게 영향을 미칠 수 있는 것으로 알려져 있다(김, 1998). 따라서 본 연구에서는 개선제 살포 후 수질 및 저질변화를 살펴본 후 생물을 투입하여 개선제 피복에 의한 영향을 배제시키고 개선제가 살포된 환경에서 생물의 적응정도를 알아보려고 하였다.

꼬막의 폐사율은 저질개선제 살포 10일 후 꼬막을 수조에 수용한 후 14일 동안 사육 실험한 결과 저질개선제 800g/m<sup>2</sup>의 살포구에서 48시간 후에 1개체의 폐사가 나타났으며, 그 후 실험 종료 14일 동안 모든 수조에서 폐사가 일어나지 않았다. 저질개선제 살포 직후 꼬막의 잠입률은 Fig. 1과 같이 살포직후의 초기 잠입률은 저질개선제 살포량이 높은 구에서 높게 나타나고 있다. 그러나 100% 잠입한 시간을 비교해 보면 대조구에서는 24시간이 소요된 반면 저질개선제 살포구에서는 96시간 만에 모두 잠입하였다. 꼬막과 같은 잠입성 패류는 저질의 종류 및 입자 크기에 따라 저질선택성이 변화하며 저질 환경에 아주 민감하게 반응하는 것으로 알려져 있다(유와 유, 1973). 본 실험에서는 저질개선제 살포로 인하여 꼬막의 저질 선택성이 떨어진 것으로 판단된다. 앞으로 잠입성 패류가 서식하는 지역에 저질개선제를 살포할 경우 생물에 영향을 주지 않는 개선제의 입자 크기에 대한 고려가 필요할 것으로 보인다.

패류 에너지의 저장 상태를 알아보기 위한 Condition factor 방법으로 지질, 단백질, 글리코겐과 총에너지 등을 분석하는 방법이 이용되며, 생리상태를 알아보기 위하여 각장의 성장, 연체부지수, 체내 글리코겐, 헤모글로빈 함량 및 생식소 발달 정도를 분석한다(박 등, 1998). 꼬막의 혈액학적 성상으로 전혈량과 헤마토크리트 값, 헤모글로빈량을 측정하였다. 저질개선제 투여 실험을 시작하기 전에 표본구로 꼬막 30마리에 대한 혈액학적 정상값으로 분석하였는데 전혈량은 1.05±0.1ml, 헤마토크리트 값은 8.1±1.9%, 헤모글로빈량은 8.66±0.91g/dl, 글루코스량은 33.0±37.29mg/dl, 글리코겐량은 26.31±7.15 mg/g 이었다(Table 2). 저질개선제 살포 14일 후 혈액량, 헤마토크리트 값 및 헤모글로빈량은 대조구에 비해 유의한 차이는 나타나지 않았으나 저질개선제를 살포한 구가 혈액량, 헤마토크리트 값 및 헤모글로빈량 모두 다소 증가하는 경향을 보이고 있다. 혈청 글루코스는 대조구와 비교하여 저질개선제 투여에 따라 유의적인 차이를 보이면서 증가하였으나 저질개선제 투여 농도에 따른 차이는 보이지 않았다(Fig. 2). 근육의 글리코겐 변화는 Table 3에 나타내었다. 근육의 글리코겐은 저질개선제 800g/m<sup>2</sup> 살포구에서 유의적인 차이를 보이며 증가하였다.

헤모글로빈량은 저질의 무기질함량, 개체의 성 성숙 정도 등의 요인에 의하여 변하게 되며, 피조개의 경우 먹이 섭취 환경이 좋은 곳이 나뉘었던 곳보다 헤모글로빈의 함량이 높았다(박 등, 1998). 또한, 패류는 섭취한 먹이를 개체의 유지, 성장,

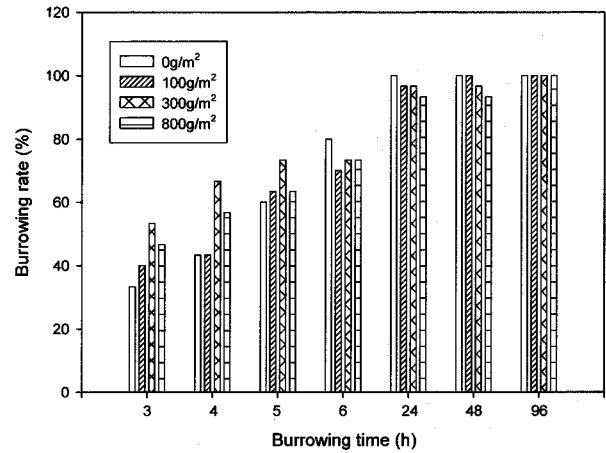


Fig. 1. Burrowing rate for *T. granosa* in each treatment.

Table 2. Hematologic properties of *T. granosa* at 14 days after treatment by sediment improvements

Improvements (g/m <sup>2</sup> )	Whole blood (ml)	Hct. (%)	Hemoglobin (g/dl)
0	1.19±0.33	5.4±1.1	7.35±1.83
100	1.27±0.28	6.1±0.9	7.80±0.87*
300	1.32±0.32	5.0±0.9	7.48±1.87
800	1.33±0.21	6.1±1.4	7.77±1.18

Values are mean±SD(n=10) and \* denotes significant differences(P<0.05).

성숙, 에너지 저장 등에 이용하므로 먹이조건이 양호한 경우 섭취된 에너지는 성장과 글리코겐 축적에 이용되므로, 글리코겐량은 개체의 에너지 수준 및 저장 상태를 반영하게 된다(박 등, 1998; Ansaldo et al., 2006). 따라서 본 연구에서 나타난 결과는 저질개선제 살포구에서 14일 동안 꼬막의 에너지상태가 대조구와 비교하여 양호한 상태로 유지되었던 것으로 여겨지며 그 결과 헤모글로빈량이나 글리코겐량 등이 증가하는 경향을 나타낸 것으로 여겨지며 이는 저질개선제에 포함되어 있는 유기물을 먹이로 이용하여 실험기간동안 에너지로 사용할 수 있었을 것으로 판단된다.

본 연구에서 검토한 자연소재를 사용한 저질개선제는 수질 및 저질개선효과가 미비한 결과로부터 오염된 저질에 적용하기에는 부적절할 것으로 여겨지나 빈 영양 상태의 저서지역을 복원하고 객토화하기 위해서나 인공갯벌을 조성하는 데 토탄과 같은 자연소재로 만들어진 저질개선물질을 사용함으로써 저질을 개선시키고 서식 생물들에 있어서 영양 공급원으로서

사용 가능할 것이다. 그러나 수역으로의 과도한 영양염 용출을 억제하기 위하여 토탄과 같은 물질이 가지는 높은 유기물 함량을 적정 수준으로 조절시킬 수 있는 방법이 선행되어야 할 것이다.

여 증가한 결과로부터 꼬막에는 양호한 영향을 미치는 것으로 사료된다. 그러나 이들 결과는 실험실 내에서 짧은 시간의 영향 정도를 파악한 것으로 건강도 지표를 활용한 생리적 영향을 파악하고 저질개선제의 이용 가능성을 파악하기 위해서는 보다 장기적인 실험 및 현장실험이 필요할 것으로 사료된다.

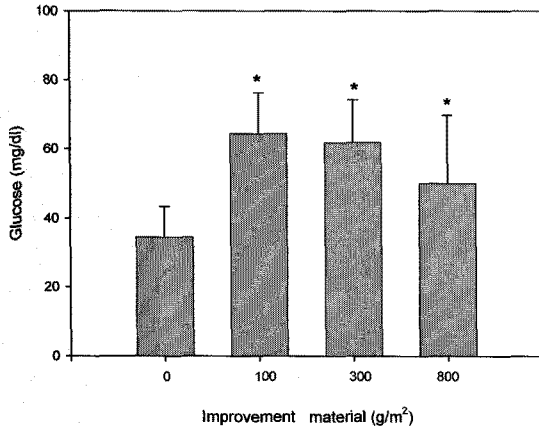


Fig. 2. The level of glucose in the blood of *T. granosa* at 14 days after treatment by sediment improvements.

\* Denotes significant differences(P<0.05).

Table 3. The level of glycogen reserves in the muscle tissue of *T. granosa* after 14days after treatment by sediment improvements

	Improvements (g/m <sup>2</sup> )			
	0	100	300	800*
Glycogen (mg/g)	32.51±5.25	33.00±6.88	32.70±9.56	36.45±8.96

Values are mean±SD(n=10) and \* denotes significant differences(P<0.05).

#### 4. 결론

본 연구는 토탄과 같은 자연소재를 일정비로 혼합하여 만든 저질개선제의 사용 가능성에 대해서 알아보았다. 토탄이나 휴믹산 등이 나타내는 높은 유기물질 함량으로 인하여 저질개선제 살포 후 수질의 COD가 증가되고 저질의 II이 증가되는 등의 결과를 초래하여 저질개선제의 수질 및 저질 개선효과는 미비하고 꼬막에 대해서도 생존에는 큰 영향을 미치지 않았으나 저질선택성을 감소시키는 것으로 나타나 저질개선제로 사용하기에는 부적합한 것으로 사료된다. 그러나 꼬막 혈액의 글루코스 및 근육의 글리코겐량 등의 성상은 대조구와 비교하

#### 참 고 문 헌

- [1] 강경호, 장종윤, 김재민(2003), 개불, *Urechis unicinctus* 지층을 이용한 저질 개선 효과, 한국양식학회지, 제16권, 제3호, pp. 159-164.
- [2] 김경재(1998), 저질 개선 물질이 넙치와 조피볼락 치어에 미치는 영향, 여수대학교 대학원 석사논문, pp. 4-5.
- [3] 박미선, 임현정, 김평중(1998), 서식환경에 따른 피조개 *Scapharca broughtonii*의 성장과 글리코겐 및 헤모글로빈량의 변화, 한국수산학회, 제31권, pp. 176-185.
- [4] 오현근(2003), 어장환경 개선제를 이용한 저질 개선 효과에 관한 연구, 여수대학교 산업대학원 석사학위논문, pp. 4-6.
- [5] 유성규, 유명숙(1973), 굴의 양식에 관한 생물학적 연구 (II), 참굴의 산지별 특성, 한국수산학회지, 제6권, pp. 66-75.
- [6] 이창희(1997), 오염퇴적물 관리의 필요성과 정책방향, 한국환경정책 평가연구원 환경포럼, Vol. 1, pp. 1-8.
- [7] 이필용(1998), 내만 양식장 퇴적물중의 유기물 농도분포 특성과 양식어장의 환경개선, 해양수산자원 배양에 관한 연구자 협의회 논문집 II, 해외어업협력재단, pp. 450-454.
- [8] 천경무, 이창훈, 신현상(2005), 피트모스로부터 추출한 휴민을 이용한 수중 PAHs의 흡착특성연구, 대한환경공학회, 2005 춘계학술발표회 논문집, pp. 31-37.
- [9] 천미희, 손희정, 김철(2007), 유류오염 토양에서 유류분해 미생물의 분리 및 Peat moss를 이용한 오염토양 처리에 관한 연구, 한국환경보건학회지, Vol. 33, pp. 462-469.
- [10] 해양수산부(2003), 노후 양식어장의 효율적 저질 개선 방안 연구, pp. 5-29.
- [11] 해양수산부(2006), 해양환경공정시험법, pp. 1-132.
- [12] 황선도, 김종식(2003), 새만금 간척사업에 따른 갯벌 패류의 군집구조 변화, 한국수산학회지, 제36권, pp. 708-715.
- [13] Ansaldo M., D. E. Nahabedian, E. Holmes-Brown, M. Agote, C. V. Ansay, N. R. V. Guerrero, and E. A. Wider(2006), Potential use of glycogen level as biomarker of chemical stress in *Biomphalaria glabrata*, Toxicology, Vol. 224, pp. 119-127.
- [14] Cicik, B., and K. Engin(2005), The effects of cadmium on levels of glucose in serum and glycogen reserves in the liver and muscle tissues of *Cyprinus carpio* (L., 1758), Turk Journal of Veterinary Animal Science. Vol.

29, pp. 113-117.

- [15] Krishnan, R., H. W. Parker and R. W. Tock(1995),  
Electrode assisted soil washing. Journal of Hazardous  
Materials, Vol. 48, pp. 111-119.
- [16] Marijke M. A. and Ferdinandy-van Vlerken(1998),  
Changes for biological techniques in sediment  
remediation, Water Science and Technology, Vol. 37,  
pp. 345-353.
- [17] 廣島水産研究會(1979), カキ殻を利用したカキ養殖場の改  
良試験報告書, pp. 33-44.

---

원고접수일 : 2010년 01월 12일

원고수정일 : 2010년 02월 22일 (1차)

                  : 2010년 03월 15일 (2차)

게재확정일 : 2010년 03월 24일