

## 코이어블록(Coir-Blocks)을 이용한 절토사면의 경관개선 및 비점오염원 관리에 관한 연구

이관준<sup>1)</sup> · 박울진<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> 지랜드 · <sup>2)</sup> 전북대학교 생태조경디자인학과

## A Study on Landscape Improvement of Cut-Slopes and Management of Non-Point Pollution Using Coir-Blocks

Lee, Kwan-Choon<sup>1)</sup> and Park, Yool-Jin<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> GILAND,

<sup>2)</sup> Department of Ecology Landscape Architecture-Design, The Graduate School of Chonbuk National University.

### ABSTRACT

This study was conducted to grasp the effect of afforestation of cut slope using coir blocks on the improvement of scenery and the management of non point pollution source. Total four experimental tanks such as general soil slope, coir blocks, installation slope, slope refilling the inside of coir blocks slope with pebble, slope refilling the inside of coir blocks with soil and plant were installed, pollution source water was supplied and the possibility of reduction management of non point pollution source was analyzed at four items of COD, SS, T-N, T-P and main results drawn from this study are as follows.

In conclusion, biodegradable materials like coir blocks and soil and plant layers are judged to be helpful in reduction management of non point pollution source inflowing to water space from land area. Thus, the reduction of non point pollution source occurring at land area is thought to be fully controlled at the cut slope, the space prior to inflowing to water ecological space like a stream or a swamp area.

Key Words : *Coir-blocks, Non-point pollution, Cut-slopes, Landscape improvement.*

---

**First author** : Lee, Kwan-Choon, GILAND  
E-mail : [egland@chol.com](mailto:egland@chol.com)

**Corresponding author** : Park, Yool-Jin, Department of Ecology Landscape Architecture-Design, The Graduate School of Chonbuk National University,  
E-mail : [land@jbnu.ac.kr](mailto:land@jbnu.ac.kr)

**Received** : 29 July, 2015. **Revised** : 30 October, 2015. **Accepted** : 28 October, 2015.

## I. 서 론

하천의 수질 및 오염원관리를 위해서는 경관 재생과 생물서식처 복원과는 별개로, 하천으로 유입되는 점오염원 또는 비점오염원에 대한 근본적인 처방이 필요하다. 우리나라는 현재까지 하천의 수질관리 정책에 있어 생활하수 및 공장 폐수와 같은 일정한 배출경로를 가지는 점오염원의 처리 확보에 중점을 두어 왔으며, 주요 산업도시를 중심으로 점오염원의 처리에는 상당한 진전이 있었다. 그러나 이러한 노력에도 불구하고 하천의 수질은 계속하여 악화되고 있으며, 그 이유는 점오염원 이외의 비점오염원(Non-Point Pollution)이 하천이나 호소에 유입되기 때문인 것으로 알려져 있다.

하도 내로 유입된 비점오염원은 제방상단과 고수부위와 같은 육역부로 부터 저수로와 같은 수 공간으로 유입된다. 그 과정에서 경계부에 위치한 호안사면, 즉 하천변 절토사면부는 오염원을 필터링할 수 있는 중요한 공간임에도 불구하고 현재 국내에서 사용되고 있는 콘크리트블록과 인공재료의 호안공법 등은 식물의 활착이 불가능하거나 일부 식물이 성장하더라도 집중호우 시 절토사면 상단에서 하단으로 유입되는 비점오염원을 차단, 저감하지 못해 하천의 수질을 효율적으로 관리하지 못하는 문제가 지적되고 있다.

적정 비점오염원 관리기술의 선정과 적용은 토지이용형태, 수계의 물리적 구조, 관리해야 할 오염대상물, 기타 대상지역의 수문학적 특성 등에 따라 달라진다(Choi and Shin, 1998). 표토 손상에 따른 비점오염원 관리 기술의 경우 대부분의 토지이용에서 물리적 표토손상은 비슷하지만 이에 적용되는 비점오염원 관리 기술의 선정은 대상지역의 입지상태, 토지이용, 앞으로의 개발상황, 잠재적인 환경오염실태, 비점오염원 관리시설의 운영관리상의 문제, 그 지역의 수질 기준 등을 고려하여 결정하여야 한다.

비점오염원은 토지이용 상태에 따라 오염원이

광범위하게 분포하여 있어 오염물질의 발생은 어느 특정지점이 아니라 유역전체에서 일어나며, 오염물질의 유출은 강우 시에 발생하므로 발생원의 확인이 곤란하며 이동경로 또한 명확치 않기 때문에 관리가 어려운 오염원이다. 도시적 토지 이용의 확대는 기존의 점오염원 관리 중심의 정책만으로는 더 이상의 수질개선이 어려워짐에 따라 선진국에서는 비점오염원의 적극적 규제 및 처리를 시행하고 있다(Kim and Han, 2010).

신평천 인공습지의 시기별 및 습지 구성단계별 유입수 및 유출수의 BOD, COD, SS, T-N, T-P 함량변화를 조사하여 수처리 효율을 조사한 결과 평균 BOD의 처리효율은 약 14%이었고, COD는 약 6%, SS는 약 18%, T-N은 약 24%, T-P는 약 10% 정도의 처리효율이 조사된 바 있다(Seo et al., 2011).

수질환경의 개선에 대한 수생식물의 능동적 측면은 일찍부터 자연정화의 하나로서 인식되어져 왔으나 이러한 기능을 인위적으로 극대화하려는 시도는 1960년대 미국의 NASA의 부엽식물 처리시스템과 독일 맥스플랭크 연구소의 정수식물 라군(lagoon)처리시스템에 의해 유기물, 영양물질 및 유해물질의 처리를 위한 연구가 시작되면서 부터이다. 그 후 1976년 미국 펜실베이아 대학에서 열린 큰 고랭이에 관한 연구가 발표되면서 처리 기작에 대한 과학적인 개념과 기초가 정립되었다(Cho, 2007)

이와 같이 수생식물에 의한 비점오염원의 개선에 관한 연구는 그동안 다양하게 진행되어져 왔으며, 제거효과도 입증되고 있다. 그러나 수생식물은 비점오염원이 수중으로 유입된 이후에 오염원을 제거하는 유형으로 처리용량과 한계를 초과한 오염원이 유입되는 경우 수생식물에 의한 저감은 한계를 보일 수 밖에 없다. 따라서 비점오염원이 하천이 습지로 유입되기 이전에 육역부의 가장자리인 사면부에서 최대한 비점오염원의 양을 제어하는 방법이 바람직하며 이와 같은 목적을 실현하기 위해서는 절토사

면부에 코이어블록과 자갈, 토양, 식생을 결합한 재료를 통하여 비점오염원을 필터링 하는 것이 필요하다.

본 연구의 목적은 평지나 요(凹)지에 인공습지나 여과수로를 조성하는 기존의 비점오염원 저감 방식과는 달리, 하천변의 절토사면이라는 경사진 공간을 대상으로, 코이어블록(coair-blocks) 내부의 식물식재를 통한 사면의 경관개선효과 검토와 비점오염원의 하천유입을 효율적으로 차단, 수질악화 및 환경오염을 저감할 수 있는 관리방안을 도출하는 것이다. 세부적인 연구 목적은 다음과 같다.

코코넛 열매의 섬유질과 천연라텍스, 코이어 더스트를 혼합하여 일정 규격으로 가공된 코이어블록을 개발하고, 코이어블록 내부에 토양과 식물을 도입하여 초기에 사면을 녹화시킬 수 있는 절토사면 녹화기법을 도출, 경관개선 효과를 분석하였다.

코이어블록과 식물, 자갈, 토양의 결합을 통한 4가지 유형의 실험조를 설치하고, 각 유형별 사면부를 거쳐 흘러내린 오염원수의 수질분석을 통하여 절토사면에서 비점오염원 관리를 위한 코이어블록의 활용가능성을 검토하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구내용

절토사면의 경관개선 및 비점오염원 저감 가능성과 수질측정방법 및 실험규모, 실험 장소 등 결정을 위한 경관분석 및 실험을 통한 객관적 검증 및 고찰하고, 실험결과와 모니터링과 반복실험을 통해 결과도출하기 위해 상관분석을 통해 유의성 검토, 연구의 한계 및 후속 연구에 대한 제안하였다.

### 2. 연구방법

절토사면조건에서 경관개선 및 비점오염원의 저감을 위하여 본 연구에 사용되는 코이어블록

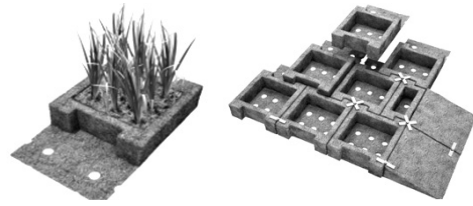


Figure 1. Manufacture and boding structure of coir blocks.

(Coair-Blocks)은 야자수 열매의 섬유사로 구성된 코이어펠트 내부에 코이어 더스트를 충전하여 블록형태로 제작한 것으로 현재 하천이나 절토사면의 녹화, 침식 및 세굴방지 목적으로 사용되고 있다.

코이어 섬유사와 코이어 더스트를 블록형태로 가공, 제조하고 그 내부에 토양과 식물을 충전하여 침식방지 및 녹화는 물론 육지부에서 하천으로 유입되는 비점오염원의 저감 효과를 파악해보고자 한다.

코이어블록의 규격은 코이어블록 T100형의 경우 가로 550 × 세로500 × 두께 100mm (일반토사면)이며, T180형의 경우 가로 550 × 세로500 × 두께 180mm (기존 콘크리트사면)이다(규격의 오차 범위 ±5%)

### 3. 실험조 제작

각 실험조는 총 4개로 구성하였으며 약 1:1.5 (약 34도)의 경사가 동일하게 유지될 수 있도록 조성하였다. 1개 포지의 규격은 폭 1m × 사면길이 4m × 높이 2.2m가 될 수 있도록 조성하였고 실험조 주변으로는 외부의 교란요소가 침입하지 않도록 도랑을 파고 경계선을 설치하였다.

제1실험조는 코이어블록을 설치하지 않은 일반 흙사면이며, 제2실험조는 코이어블록만 사면에 설치한 사면이며, 제3실험조는 코이어블록을 설치하고 내부에 자갈을 충전한 사면이며, 제4실험조는 코이어블록 내부에 토양을 충전하고 수크령을 식재한 사면으로 구성하였다. 상부에 오염원수를 투입할 수 있는 유입관을 설치하고 각각 4개의 포지에 동일한 오염수가 유입될

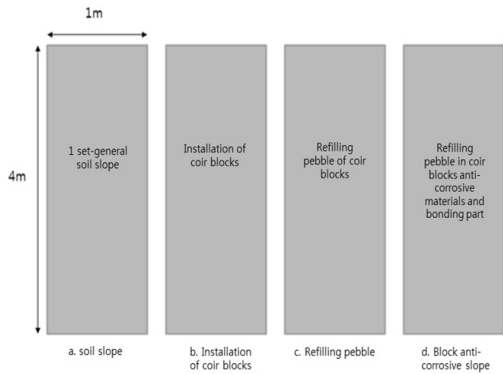


Figure 2. Composition of experimental tank.

수 있도록 하였다. 각 4개의 포지 하부에는 필터링된 오염수를 채수할 수 있도록 수조를 설치하였고 정해진 플라스틱 채수통을 이용하여 반복실험을 실시하였다.

본 연구에서 실험대상 식물의 선정은 조기녹화가 가능하며 토양의 슬라이딩을 방지하고 생장력이 높은 수크령(*Pennisetum alopecuroides*)을 선정하였으며, 실험대상으로 선정된 수크령은

동일한 규격(초장 35~40cm)의 식물 종을 코이어블록 1개당 9본씩 식재하여 사용하였다.

4. 실험 및 분석방법

각 시험조에서 발생하는 비점오염원 저감효과를 파악을 위해 시험조의 유출수를 채수하여 수질시료를 분석하였다. 분석항목은 COD, SS, T-N, T-P 총 4개 항목을 수질공정시험법(Ministry of Environment, 2001)에 따라 분석하였다.

실험기간은 2014년 8월 1일~11월 30일까지 약 4개월간 총 7회 측정 하였으며, 4개 실험포지에 오염원수를 2반복으로 투입 후 채수하여 수질오염공정시험방법에 의거 분석하였다. 실험과정에서 유입부에서 유출부에 이르기까지 별도의 오염원이 유입되지 않도록 주의하였다. 실험조 4개소 제작을 위하여 사용된 자재는 코이어블록, 여재(자갈), 토양(무균처리상토 사용), 식물, 유입부 수조, 유출부 수조, 원수채집용 물탱크와 동일규격 채수통 등을 사용하였다.



a. Lower part of experimental tank



b. Upper part of experimental tank(Manpower watering)



c. Water collection after removal of concomitants under experimental tank



d. Water collection at plastic water sampling box

Figure 3. Supply and water collection of pollution source water.

실험 순서는 일정한 규격의 4개 실험조를 제작하고 상부에 오염원수를 펌핑하여 일정량을 균등하게 하부로 흘러내리게 하였으며, 실험조를 거쳐 흘러내린 물을 헤파물질을 제거한 후 채수통에 담아 보관하였다.

오염원수는 실험조당 10분간 약 120L를 공급하였으며, 약 200ml/sec의 유속으로 각 실험조에 공급하였다. 시험조에 공급한 원수의 양과 공급 속도는 사면길이 4m의 시험조를 통과하여 수질 실험에 필요한 1L 이상의 채수가 가능하도록 결정하였다. 오염수로 사용될 오염원수는 양서하수종말처리장에서 헤파물질을 제거한 폐수를 확보하여 사용하였고, 오염원수를 샘플링 하였을 때 실험항목과 동일한 항목으로 측정하여 기준 수질정보를 확보하도록 하였다.

오염원수가 4개 시험포지에 균일하게 공급될 수 있도록 주의 기울이고 여과된 오염원수를

채수하여 동일한 채수통에 담아 당일 실험기관에 발송하였다.

실험에 의해 얻어진 COD, SS, T-N, T-P 총 4개 항목의 실험조별 결과를 항목별 데이터들의 유의성을 분석하기 위해 SAS 8.01을 이용, 던컨의 다중검정(사후검정)법을 사용하였다. Duncan 검정법은 흔히 Duncan's new Multiple Range Test(Duncan의 MRT test)라고 부르기도 한다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 코이어블록의 비점오염원 수질오염 저감효과

절토사면에서 코이어블록과 기타 재료들에 의한 비점오염원의 저감효과를 파악하기 위해 각기 다른 4개 시험조를 설치하고 7회 반복 실험을 통해 COD, SS, T-N, T-P의 변화를 살펴보았으며, 그 결과는 다음과 같다.

**Table 1.** Result of reduction experiment of water pollution of part of non point pollution source.

Specimen	Item	1 <sup>st</sup> 14/08/01	2 <sup>st</sup> 14/08/14	3 <sup>st</sup> 14/09/01	4 <sup>st</sup> 14/09/15	5 <sup>st</sup> 14/10/02	6 <sup>st</sup> 14/11/01	7 <sup>st</sup> 14/11/15
Experimental tank 1	COD	24.5	23.3	15.9	26.9	21.9	32.9	19.5
	SS	5953	2150	1150	980	820	1200	988
	T-P	2.1	2.5	2.5	2.1	2.4	2.88	2.2
	T-N	23.18	25.9	23.18	28.9	28.8	27.54	20.8
Experimental tank 2	COD	25.2	22.5	14.5	24.2	19.5	25.2	19.2
	SS	101	92.4	120.8	98.7	84.3	187	78.4
	T-P	1.859	1.44	2.1	1.859	2.1	2.24	1.7
Experimental tank 3	T-N	23.84	21.7	23.84	20.8	25.1	27.21	19.4
	COD	22.3	21.0	16.8	20.9	18.4	27.1	17.4
	SS	100.3	87.2	98.2	96.3	77.2	122.4	65.4
Experimental tank 4	T-P	1.377	1.49	1.87	1.377	1.9	2.1	1.6
	T-N	14.87	19.4	14.87	18.8	16.9	18.54	12.5
	COD	21.5	19.2	14.9	18.5	18.1	24.9	19.2
Experimental tank 4	SS	70.5	64.5	88.4	64.5	68.5	101.8	66.9
	T-P	1.238	1.238	1.54	1.238	1.3	1.98	1.2
	T-N	12.5	16.5	12.5	17.4	17.7	17.3	10.4

### 1) 오염원수의 COD 저감효과

COD의 경우 오염원수가 사면의 토양과 결합하면서 전반적인 오염도가 다소 증가하였으며 그 이후 4개의 실험조에서 큰 변화를 보이지 않았다. 오염원수는 대부분 비탈사면의 토양과 결합하면서 오염도가 큰 폭으로 증가하는 것을 발견할 수 있었으며, 따라서 수역부로 유입되는 비점오염원을 저감하기 위해서는 사면부에 처리가 중요한 것으로 판단된다.

1차와 2차 실험결과에서는 각 실험조별 큰 차이가 나타나지는 않았으나 점진적으로 COD가 감소하는 것으로 조사되었다.

반면 3차의 실험결과는 4개의 실험조에서 점진적인 변화의 경향이 나타나지 않았으며, 4차의 실험결과에서는 나지 사면인 실험조1에 비해 코이어블록 내부에 수크령을 식재한 실험조4에서 비교적 큰 차이로 COD가 감소한 것으로 조사되었다.

이와 같은 변화는 실험조의 짧은 사면거리와 급경사로 인해 유입된 오염원수가 충분히 코이어블록과 식물층을 거치지 않고 표면유출되어 상대적으로 저감효과가 뚜렷이 나타나지 않은 것으로 판단된다.

또한 각 실험조 간 인력에 의해 오염원수의 공급이 이루어져 공급량과 공급속도가 일정하게 유지되지 못하였던 것으로 판단되어 향후 실험에서는 자동화된 실험장비를 구축하여 보다 안정적인 실험환경을 확보할 필요가 있다.

5차와 6차 실험에서는 앞선 실험에서의 결과와 유사한 결과를 얻었으나 반면에 7차 실험에서는 4개 실험조간 큰 변화가 나타나지 않았다. 실험대상지는 야외에 설치되어 주변의 환경에 영향을 받는 어려움이 있으며, 특히 강우 시 주변 녹지대 및 경작지로부터 부분적으로 토사의 유입, 또는 미세한 농도의 오염원이 유입될 가능성도 배제할 수 없어 후속 실험에서는 실내 실험의 병행이 고려될 필요가 있다.

일반적으로 수변의 식생대와 토양은 오염원

의 유입을 차단하고 식물의 뿌리와 줄기, 토양 내에 서식하는 미생물의 분해작용에 의해 수질 정화에 도움을 주는 것으로 알려져 있다. 그러나 본 실험조건과 같이 급경사의 사면조건에서는 오염원수가 식물과 토양에 충분히 머무를 시간이 없이 빠른 속도로 이동하기 때문에 COD의 저감효과가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 따라서 향후 다양한 경사도의 실험조를 통하여 유속과 비점오염원의 저감효과의 상관관계를 파악해 볼 필요가 있다.

### 2) 오염원수의 SS 저감효과

실험결과 SS는 오염원수가 일반 흙사면에 유입되면서 비교적 큰 폭으로 증가했으나 코이어블록이 설치된 실험조에서 다시 급격히 감소하는 것으로 나타나 사면의 침식과 SS의 증가가 유의한 관계가 있는 것으로 판단되었다.

1차 실험과 2차 실험 결과 실험조1에서 SS의 수치는 차이가 크게 발생하였으나 코이어블록이 설치된 실험조2, 3, 4에서 SS의 급격한 감소가 이루어진 것으로 조사되어 코이어블록과 내부에 충전된 토양, 자갈, 식생층이 절토사면으로 유입된 오염원수의 SS를 저감하는 것으로 나타났다.

3차와 4차 실험에서도 실험조1에서 SS의 양은 상대적으로 적게 나타났으나 1, 2차 실험과 마찬가지로 코이어블록이 설치된 실험조 2, 3, 4에서 SS가 저감되는 것으로 조사되었다.

5차와 6차, 7차 실험에서도 앞선 실험과 유사한 결과가 도출되어 SS의 경우 코이어블록의 설치가 오염원수의 유입, 유출과정에서 SS의 저감에 도움을 주는 것으로 판단되어 향후 하천 호안이나 기타 수환경 보호가 필요한 구역의 절토사면에 코이어블록을 설치하는 경우 비점오염원의 필터링 효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 나지사면으로 조성된 실험조1에 오염원수가 유입되는 과정에서 SS가 증가하는 것으로

조사되어 절토사면의 침식 및 세굴로 인한 토사 유실이 비점오염원의 이동과 수변부 유입에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

본 연구결과와 마찬가지로 USEPA(1979)에 의하면 농업비점오염원의 관리 기법으로 침식 방지를 위한 구조적인 방법을 제안한 연구사례가 있어 강우 시 사면의 토사유실 및 침식으로 인한 SS의 증가가 하천 및 습지의 수질악화에 영향을 미칠 수 있으며, 따라서 사면의 코이어블록 설치로 인한 SS의 감소는 비점오염원 저감관리에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

### 3) 오염원수의 T-N 저감효과

T-N은 4개 시험조에서 점진적으로 비점오염원이 감소되는 것으로 조사되어 코이어블록과 자갈, 식물로 이루어진 사면이 일반 흙사면에 비해 상대적으로 양호한 정화효과를 갖는 것으로 판단된다.

1차 실험과 2차 실험에 의하면 실험조1과 2에 비하여 상대적으로 실험조3과 4에서 T-N이 감소된 것으로 나타나 코이어블록과 내부에 자갈 또는 식물이 충전된 사면에서 T-N의 저감효과가 있는 것으로 조사되었다.

3차 실험은 1, 2차 실험과 유사하게 나타났으며 4차 실험은 코이어블록만 설치되어 있는 실험조2에서도 T-N의 감소가 이루어진 것으로 조사되어 코이어블록을 구성하고 있는 코이어섬유 및 더스트가 비점오염원의 필터링 기능을 지니고 있는 것으로 판단된다.

5차 실험과 6차, 7차 실험은 거의 유사하게 나타났으며 코이어블록 내부에 자갈 또는 식물이 충전되어 있는 경우가 나지 사면이나 코이어블록만 설치되어 있는 경우보다 T-N의 저감에 다소 유리한 것으로 판단된다.

이와 같이 비점오염원이 식생대를 관통하는 경우 식생여과대의 기능을 갖게 되는 데 식물에 의하여 여과대를 조성하는 수로화시스템(예를 들면 경사둑 수로나 식생수로)은 비교적 폭 좁은

수로로 유수를 집중시키고 표면유출시스템은 처분지역면상에 단일한 깊이의 유수를 만들어 여과원충대가 TKN 77% T-P 96%, COD 96%를 제거하는 것이 밝혀진 바 있다(USEPA, 1981).

또한 수질의 효율적인 관리를 위해서는 우선적으로 각 오염원에서 배출된 오염물질이 수체에 도달하는 과정에서 영향을 받게 되는 각종 요인분석이 필요하다(Lee et al., 2005)는 연구결과도 있어, 사면부에 조성된 식물과 토양, 그리고 코이어블록과 같은 추가적인 재료들에 의해 비점오염원의 유입저감으로 인한 하천 및 호소의 수질개선에 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

### 4) 오염원수의 T-P 저감효과

T-P는 4개 시험조에서 점진적으로 비점오염원이 감소되는 것으로 조사되어 코이어블록과 자갈, 식물로 이루어진 사면이 일반 흙사면에 비해 높은 정화효과를 갖는 것으로 판단된다.

1차 실험에서는 실험조1에서 실험조4까지 점진적으로 T-P가 감소하였으며 2차 실험에서는 실험조1에서 T-P가 감소한 이후 실험조2, 3, 4에서는 큰 변화가 없는 것으로 조사되었다.

따라서 나지사면인 실험조1에 비하여 코이어블록이 설치되고 자갈, 토양, 식물이 충전된 경우 점진적으로 T-P의 저감이 가능한 것으로 판단된다. 그러나 2차 실험 실험조3에서 일시적으로 T-N이 소폭 상승하는 것으로 나타났으며 명확한 원인을 파악하기는 어려우나 주변 환경의 영향으로 미세한 물질의 유입이 원인인 것으로 추정되어 향후 실험에서는 보다 안정적인 실험 환경조성이 필요할 것으로 판단된다.

3차 실험과 4차 실험은 1차 실험과 유사하게 나타났으며 점진적으로 T-P가 감소하는 것으로 조사되어 코이어블록에 의한 T-P의 저감이 가능한 것으로 사료된다.

5차, 6차, 7차 실험의 결과도 오염원수의 농도에 따라 다소 차이는 있으나 실험조1에서 실

험조4에 이르는 과정에서 공통적으로 T-P의 점진적인 저감이 가능한 것으로 나타났다.

특히 토양 내 인은 활성 칼슘, 철, 알루미늄과 빠르게 반응하여 불용성 화합물을 형성하거나 토양입자 내 흡착되므로 지표강우유출수에 의한 토양 침식은 주요한 인 유출기능을 한다고 알려져 있다. 따라서 절토사면에서 코이어블록의 토양 침식 억제 기능은 인 유출에도 영향을 줄 수 있으며 본 실험결과 토양과 식물이 충전된 코이어블록을 통해 T-P의 점진적인 감소를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

또한 Northern Alabama의 실트성 점토류 토양에 대한 연구에서도 인의 95% 이상이 침식에 의해 손실되었으며 인의 손실은 토양의 손실과 관계가 있으므로 침전물 조절방법으로 인의 강우유출을 감소시킬 수 있음이 밝혀진 바 있어 (Bradford, 1974) 코이어블록에 의한 사면의 토사유출감소는 하천으로 유입되는 인의 감소에도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 판단된다.

더불어 인산염 인은 식물의 영양을 위해 필요

한 주요 영양물질의 하나이고 하천이나 호소의 부영양화를 가속화시키며 조류나 기타 수중식물의 과다증식을 가져오는 것으로 연구된 바 있어 (USEPA, 1982) 사면에 설치된 코이어블록에 의한 SS와 T-P의 감소는 전반적인 수생태계의 보전과 복원에도 효과가 있을 것으로 판단된다.

## 2. 수질분석 결과

본 실험에 의해 얻어진 데이터들의 유의성을 분석하기 위해 던컨(Duncan)의 다중검정(사후검정)법을 사용하였으며, 분석결과는 다음과 같다.

유의성 분석결과, COD를 제외한 나머지 3개 항목에서 유의성이 높게 나타났으며, 특히 T-N과 T-P는 실험조 변화에 따라 그룹핑이 분명하게 분류되어 일반 흙사면과 코이어블록을 설치한 사면, 자갈과 식물을 식재한 사면에서 비점오염원의 저감효과가 점진적으로 상승하는 것으로 판단된다. SS의 경우 오염원수가 흙사면과 만나면서 극단적으로 수치가 증가하므로 사면처리에 있어 토사의 유출을 억제하는 것이 비

**Table 2.** Result of post-verification of experimental item COD.

Treatment port	Mean(mg/L) ± SD	Duncan Grouping
Experimental tank 1	26.138 ± 3.13	A
Experimental tank 2	24.450 ± 3.25	A
Experimental tank 3	23.513 ± 3.17	A
Experimental tank 4	22.613 ± 3.30	A
Pr > F	0.0008	

**Table 3.** Result of post-verification of experimental item SS.

Treatment port	Mean(mg/L) ± SD	Duncan Grouping
Experimental tank 1	2148.400 ± 655.73	A
Experimental tank 2	333.100 ± 224.46	B
Experimental tank 3	214.900 ± 122.59	B
Experimental tank 4	189.000 ± 114.10	B
Pr > F	0.0001	



**Table 4.** Result of post-verification of experimental item T-N.

Treatment port	Mean(mg/L) $\pm$ SD	Duncan Grouping
Experimental tank 1	25.523 $\pm$ 1.03	A
Experimental tank 2	22.944 $\pm$ 0.89	A
Experimental tank 3	18.575 $\pm$ 2.19	B
Experimental tank 4	14.900 $\pm$ 0.98	B

Pr &gt; F 0.0008

**Table 5.** Result of post-verification of experimental item T-P

Treatment port	Mean(mg/L) $\pm$ SD	Duncan Grouping
Experimental tank 1	2.093 $\pm$ 0.30	A
Experimental tank 2	1.824 $\pm$ 0.12	B
Experimental tank 3	1.703 $\pm$ 0.10	B
Experimental tank 4	1.359 $\pm$ 0.10	C

Pr &gt; F 0.0002

점오염원의 저감에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

따라서 육지부에서 발생한 비점오염원의 저감은 하천이나 습지와 같은 수생태공간으로 유입되기 이전에 사면에서 충분히 제어될 필요성이 높으며 코이어블록과 같은 생분해성 소재와 식물의 뿌리 등이 수공간으로 유입되는 비점오염원을 저감하는 효과가 있는 것으로 판단된다.

#### IV. 결 론

본 연구는 코이어블록을 이용한 절토사면의 녹화가 경관개선 및 비점오염원 관리에 미치는 영향을 파악하고자, 저감관리 가능성을 분석하였으며, 본 연구에서 도출된 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 비점오염원 저감실험결과 각 항목에서 다음과 같은 결론이 도출되었다.

COD의 경우 4개의 실험조에서 큰 변화를 보이지는 않았으나 코이어블록이 설치된 실험조에서 다소 저감효과가 있는 것으로 나타나 향후

사면의 경사, 오염원수의 농도, 오염원수 공급량 및 공급속도 등 보다 다양한 실험 환경에서 추가적인 실험이 필요한 것으로 판단된다.

SS의 경우 나지 사면인 실험조1에 비해 코이어블록이 설치된 실험조에서 큰 폭으로 감소하는 것으로 나타나 절토사면에서 코이어블록의 설치와 식물식재는 SS의 감소에 도움을 줄 수 있는 것으로 판단된다.

T-N과 T-P의 경우 4개 실험조에서 점진적으로 비점오염원이 감소되는 것으로 조사되어 코이어블록과 자갈, 식물로 이루어진 절토사면이 일반 흙사면에 비해 상대적으로 양호한 저감 효과를 갖는 것으로 판단된다.

둘째, 유의성 분석결과, COD를 제외한 나머지 3개 항목에서 유의성이 있는 것으로 나타났으며, 특히 T-N과 T-P는 실험조에 변화에 따라 그룹핑이 분명하게 분류되어 일반 흙사면과 코이어블록을 설치한 사면, 자갈과 식물을 식재한 사면에서 비점오염원의 저감효과가 점진적으로 상승하는 것으로 판단된다. SS의 경우 오염원수가 흙사면과 만나면서 수치가 증가하는 경향

이 있으므로 사면처리에 있어 토사의 유출을 억제하는 것이 비점오염원의 저감에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

결론적으로 코이어블록과 같은 생분해성 소재와 토양 및 식물층은 육지부에서 수공간으로 유입되는 비점오염원을 저감 관리하는데 도움을 줄 수 있는 것으로 판단된다. 따라서 육지부에서 발생한 비점오염원의 저감은 하천이나 습지와 같은 수생태공간으로 유입되기 이전의 공간인 절토사면에서 충분히 제어되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구는 야외실험 조건으로 인해 강우와 같은 기후변화에 대한 고려가 부족하였으며, 실험조의 각 사면에 적용된 토양특성을 동일하게 구성하는데 어려움이 있었다. 또한 실험 횟수마다 원수의 농도가 상이하야 비점오염원의 저감 효과를 한정된 기간 내에 실험조별로 명확하게 구명하는데 한계가 있었으며, 향후 연구에서는 실내조건에서 사면의 토양특성과 원수의 조건을 동일하게 하여 코이어블록의 비점오염원의 저감관리 가능성을 보다 명확하게 연구할 필요가 있다.

## References

- Seo Dong-Cheol · Kang Se-Won · Im Byung-Jin · Park Jong-Hwan · Kim Gap-Soon · Lee Joon-Bae · Kim Hyun-Uk · Heo Jong-Soo · Jang Nam-Ik · Seong Hwan-Hoo and Cho Joo-Sik. 2011. Korea Soil Manure Society Journal Vol. 44 Issue 3, pp. 400-406.
- Lee Kyung-Bo · Kim Jong-Cheon · Kim Jong-Gu · Lee Deok-Bae · Park Chan-Won and Kim Jae-Deok. 2005. Assessment of pollution load at the basin of Dongjin River, Korea Environmental Afforestation Society Journal Vol. 24 Issue 2, pp. 91-97.
- Cho Yong-Hae. 2007. Study of Effect of Water Quality Purification of a loosestrife, water lettuce, water parsley and Phragmites japonica Steud, Korea Educational and Industrial Technological Society Journal, Vol. 8, No. 2, pp. 380-384.
- Choi Ji-Yong and Shin Eun-Seong. 1998. A study of management plan of non point pollution source at farming region, Korea Environmental Assessment Institute, a research report of basic task KEI/1998. pp. 131-132.
- Kim, S. and Han, S. 2010. Urban Stormwater Capture Curve Using Three-Parameter Mixed Exponential Probability Density Function and NRCS Runoff Curve Number Method, Water Environment Research, 82, pp. 43-50.
- Bradford, R. 1974. Nitrogen and Phosphorus Losses from Agronomy Plots in North Alabama, EPA-660/2-74-033.
- USEPA. 1981. Best Management Practices Agricultural Nonpoint Source Control, North Carolina.
- USEPA. 1982. BMPs for Agricultural Nonpoint Source Control, North Carolina.