

## 침투 저류조 시설에서 식생을 이용한 비점오염원 제거 특성에 관한 연구

이재순 · 이호식 · 류재근

한국교통대학교 환경공학부

### Performance Characteristics of Nonpoint Source Pollutant Using by Used the Vegetable Plant on the Infiltration Basins

LEE, Jae-Soon · Ho-Sik LEE · Jae-keun RYU

Department of Environmental Engineering, Korea National University of Transportation,  
Chungju 380-702, Korea

#### ABSTRACT

The survey was conducted on the seepage water reservoir in Y city where a penetrative seepage water facility, a natural-type treatment facility, was installed. The surrounding of the seepage water facility in Y city is mostly cropland (48.1% farm, 9.8% city, 5.5% road, 36.6% mountain) and the total precipitation in Y city between May and December, 2011 was 1,490.8mm, with average 25.3mm per day excluding non-raining days. From June to September, 2011, once every month, the undertow inside seepage water was monitored and the vegetation inside seepage water reservoir was examined. In the seepage water reservoir in Y city, there were emerged plants and aquatic plants growing in spring, summer, and fall, such as duckweed, yellow Russian iris, and raupo. The water quality monitoring showed that T-N was removed 57.1%, 61.8%, and 100% in June, July, and September respectively, and T-P 53%, 50%, 100%. Also, T-N removed by vegetation was 119.4g, 337.9g, and 11.2g in June, July, and September respectively, and T-P 49.8g, 112.6g, 3.8g. Although the amount removed by the entire plants was minimal, it seems that vegetation removes nutritive sales inside the seepage water reservoir as well.

**Key words** : nonpoint source, infiltration basins, plnats

#### 서 론

1960년대 이후 산업화와 인구 증가에 따라 급격한 수질오염이 진행되었으며, 이에 따라 정부는 하천의 수질관리에 있어 주 오염원인 생활하수 · 공장폐수 · 축산폐수 등의 질소와 인을 다량 함유하고 있어 하천의 부영양화(박과 서 2004)가 유발하는 점오염원 처리에 중점을 두어 왔으며, 산업도시를

중심으로 점오염원 처리에 많은 성과가 있었다. 그러나 이러한 정부의 노력에도 불구하고 하천의 수질은 지속적으로 악화되었고, 이러한 수질 악화의 원인은 비점오염원이 호소 및 하천에 유입되기 때문이었다(함 등, 2005).

우리나라에서 비점오염은 전체 수질오염의 42~67%(2003년)을 차지하는 것으로 나타났고, 2015년에는 전체 수질오염의 5~75%에 이를 것으로 예상되고 있다. 이 중 농업비점 오염원은 총 수질 오염량의 30% 이상을 차지할 것으로 추정하고 있으나, 이를 저감하기 위한 최적관리방법의 효과검증에 관한 연구는 아직 미미한 상태이다(박, 2011).

이러한 비점오염원 관리를 공공수역의 수질관리를 위해서는 필수적이며, 비점오염원 관리를 위한 최적관리기법의 형태는 침전지·침투지대 건설 및 각종 물리적 처리시설 설치 등의 공학적 기법(engineering art)과 생태기술(eco-technology)에 바탕을 둔 구조적 방법과 배출수 기준의 적용, 토지이용 규제, 도시 관리, 대기오염의 규제 등의 비구조적 방법으로 구분된다(강, 2008).

최근에는 도시하천의 생태적 복원과 수질 환경보전에 관한 관심이 높아지면서 생태하천을 조성하거나, 수계의 부영양화 및 수질 저하 방지를 위한 친환경적인 수질 정화법(자연형 저감시설)이 많이 연구되고 있다.

이러한 자연형 저감 시설로는 저류지, 식생도랑, 인공연못, 수초섬 등이 있으며, 시설내의 수생식물의 자정작용(침투 후 토양 내에서의 자정작용)을 활용하는 방법에 대해 연구가 활발히 진행되어지고 있다(김과 조, 1999; 심과 백, 2000; 이와 장, 2000; 남, 2008).

반면에 침투저류지의 수생식물 활용에 대한 연구는 미미한 실정이다.

따라서 본 연구는 비점오염 저감시설인 자연형 저류조 시설을 이용해 비점오염원처리에 대해 조사, 연구하여 향후 자연형 비점오염원 저감시설인 침투 저류조 또는 저류조 설치 사업 및 유지관리에 반영할 수 있는 기초자료를 제공하며, 침투저류지 시설의 식물에 의한 오염 저감에 미치는 영향에 대해 조사해 보았다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상시설



Fig. 1. Location of infiltration basins.

이 시설은 2006년 말 준공된 시범시설로 경안천 수역에 위치하며, 팔당상수원 특별대책권역 제1권역에 속하는 유역에 위치하며, 경안천 홍수 부지에 설치되어 있다.

Y시에 위치한 이 시설은 환경부와 환경관리공단이 실시한 2006년 말부터 한강 수계에 준공된 비점오염원 처리시설로 경안천 인근 농촌지역 등에서 배출되는 강우 유출수를 처리한다(Fig. 1).

Y시의 2009년 평균 강우량은 평균 1,391.2mm, 평균기온은 11℃로 조사되었다(Y시, 2009).

## 2. 수질조사방법

수질시료 채취는 수질오염공정시험법(환경부, 2008)에 준하여 채취하였고, 1L 무균 채수병을 이용하여 채취하였다. 채취한 시료는 즉시 측정하는 항목 이외에는 시료보관방법에 준하여 신속히 운반하여 분석을 실시하였다(Table 1). 수질분석 항목은 pH, 수온, BOD, COD, EC, TSS, 탁도, Cl-, TN, TP 항목을 분석하였다.

## 3. 식생 현황 조사

Y시의 침투저류지 식물상 조사는 2011년 6, 7, 9월까지 모두 3회에 걸쳐 실시하였다. 현지조사를 통하여 출현하는 식물명을 기록, 채집하였다. 또한 채집된 식물에 대한 배열순서와 학명의 기재는 이(2003)의 따라 정리하였으며, 가능한 현지에서 동정을 해야 되나, 동정이 불가능하여 식물을 채취하고, 촬영된 사진과 비교하면서 국가생물종지식정보시스템(Nature)을 이용하여 동정하였다.

식생조사는 균일한 개체군이 나타나는 지점을 선정하여 50×50cm의 방형구를 설치하였으며, 방형구내 식물의 개체수를 측정하였다. 이 중에서 평균적인 생육상태를 나타내는 개체를 채취하여 수돗물을 세게 틀어서 수초에 딸려온 흙과 다른 부탁 생물들을 제거시킨 후 물방울이 더 이상 떨어지지 않을 때까지 건조시킨 후 생체량을 측정하였다(장과 최, 1987).

실험실로 운반하여 건조량을 측정하고, 단위면적당 식물량(g/m<sup>2</sup>)을 계산하였으며, 식물체 높이는 식물체의 지상경(줄기부분)을 줄자로 측정하였다.



Fig. 2. The photos of plants sample collected.

#### 4. 식물체 분석 방법

식물체 분석은 건조된 식물체를 분쇄한 후 토양화학분석법에 따라 식물체 분석은 건조된 식물체를 금속의 오염을 피하기 위해 자기제 절구를 이용하여서는 2~5mm 두께로 잘라 식물체 시료를 조제하였다. 건조 분쇄된 식물체 시료 0.5g을 초자 200mL 삼각flask에 칭량한 후 1mL의 conc.  $H_2SO_4$ 와 50%  $HClO_4$  용액을 10mL로 한 후 약한 열로 초기 반응이 일어날 때까지 처리한 다음, 고온에서 약 2시간 동안 용액이 투명하게 될 때까지 분해하여 준비된 습식분해시료를 식물체 내의 질소함량은 진한 황산과 촉매제를 이용하는 전질소 킬달법의 사용하였고, 인의 함량은 Persulfate 산화 아스코르빈산 환원법으로 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 지역현황

Y시에 설치된 침투형 시설은 자연형 시설로서 현재 지역주민을 위한 휴식공간으로 활용되고 있다. 배수면적은 9.61ha이며, 처리용량은  $500m^3/day$ 이고, 토지이용은 Table 3과 같다.

초부리 침투저류지 유역은 75% 이상이 밭과 산지로 이루어져 있는 지역으로, 시설지 주변이 주로 농경지(밭 48.1%, 도시 9.8%, 도로 5.5%, 산지 36.6%)로 농수로를 통해 강우 유출수가 차집된다.

또한 강우 유출수는 유입구(원형파이프)를 통과한 유입수는 침전조에서 1차 침전하고 월류하여 시설지(침투저류지) 내로 유입된다.

현장조사 결과, 최근 1~2년 내에 배수구역에 영향을 주는 도로, 수로개설 등의 신규 개발사업이 이루어지지 않았다.

2011년 5~12월까지 용인기상대에서 측정한 총 강수량은 1,490.8mm이었고, 무강수일을 제외한 일 강수량의 평균은 25.3mm이었으며, 그 범위는 0.1~212mm이었다.

우리나라 여름철 기후 특성인 장마와 집중호우의 영향으로 연구기간 중 6~7월에 강수일은 24일(40.7%)이었고, 강수량은 1,067.6mm(71.6%)에 해당하였다.

총 강수량(평균기온)은 6~12월에 각각 412.7mm(21.3℃), 288.5mm (25.2℃), 51.6mm(20.2℃), 27.8mm(11.9℃), 47.3mm(9.5℃), 8mm(-2.1℃)로써 강수량은 10월과 11월에 적었고, 6월, 7월에 집중되어 차이가 있었다.

#### 2. 수질분석 결과

수질분석 결과를 Table 4에 나타내었다. EMC의 전체적인 범위를 살펴보면, TSS의 경우 유입 EMC가 197~354.9mg/L, 유출 EMC가 5.5~25.8mg/L의 범위를 나타내고 있으며, BOD의 유입 EMC는 6.3~25.6mg/L, 유출 EMC는 0.7~1.6mg/L의 범위를, CODMn의 유입 EMC는 13.5~20.7mg/L, 유출 EMC는 2.7~36.0mg/L의 범위를 나타내고 있다. TN은 유입 EMC가 0~5.36mg/L, 유출 EMC가 0~1.5mg/L의 범위를 TP는 유입 EMC가 0~0.5mg/L, 유출 EMC가 0~0.3mg/L의 범위를 나타내고 있다.

침투 저류지 시설은 전체 유입유량이 침투되어 지표면 유출이 이루어지지 않았을 때에는 오염물질의 제거는 100% 이루어지는 것으로 보았다. 7월 25일 태풍으로 인한 침수 피해를 입은 뒤 토양준설작

Table 1. Infiltration pond reduction efficiency

(%)

BOD	TN	TP
73	74	79

Table 2. Result of water measure

Date		TSS (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	TN (mg/L)	TP (mg/L)	Cl-
11.06.23	Inflow	197.3	13.5	7.7	5.4	0.6	0.20
	Outflow	25.83	4.3	1.6	2.3	0.3	0.02
11.07.25	Inflow	314.1	20.5	6.3	4.0	0.5	0.04
	Outflow	5.5	2.7	0.7	1.5	0.3	0.01
11.09.29	Inflow	354.9	36.0	25.6	0.0	0.0	0.50
	Outflow	No flow					

Table 3. Nonpoint source pollution removal efficiency

(EMC, %)

	TSS	COD	BOD	TN	TP	Cl-
11.06.23	86.9	68.3	78.9	57.1	53.0	87.7
11.07.25	98.3	87.1	88.8	61.8	50.0	59.5
11.09.29	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

업을 거쳐 9월 초 토양 치환을 하였다. 9월 29일 데이터의 경우 준설 및 치환작업이 이루어진 후 유출이 없었으므로 이에 따라 효율은 100%로 하였다.

Table 5는 EMC 제거효율로 %로 나타내었다.

초부리 시설의 경우, TSS 제거 효율이 가장 높게 나타났으며, T-N, T-P의 제거효율이 가장 적은 것을 알 수 있었다.

국립환경과학원에서 발표한 ‘수계오염총량관리 기술지침’ 자료에 따르면 자연형 처리시설 중 침투 저류지 시설에서는 Table 1과 같은 제거효율을 얻을 수 있다고 명시되어 있다.

조사 결과, BOD의 경우 제시되었던 저감효율과 비슷한 효과를 내었으며, T-N, T-P의 경우 제시되었던 효율보다 낮은 수치를 보였다(Table 2, 3).

### 3. 식생 조사결과

#### 1) 식물상조사

Y시 침투저류지 시설 내에는 봄, 여름, 가을철 각각 부유식물인 개구리밥과 노랑꽃창포, 애기부들 등의 정수식물 및 수생식물이 생육하고 있고, 특히 여름철에 개구리밥이 중앙부 부근에서 과다하게 증식하며, 그 외에 저류지 주변부 및 침강지 및 월류여수로 부분에 노랑꽃창포 및 애기부들의 과다하게 성장하는 모습을 볼 수 있었다.

용인 초부리 침투 저류지 시설에 식재된 식물 종으로는 부처꽃(*Lythrum anceps* (Koehne) Makino), 애기부들(*Typha angustifolia* L.), 노랑꽃창포(*Iris pseudacorus* L.) 등으로 대부분이 정수식물인 것으로 나타났다.

## 2) 식생피복도

수생식물은 습지생태계의 1차 생산자로서 습지의 토양을 안정화시키고 침식을 방지하며, 수층 부유물질의 침전 촉진과 영양염류 및 유해 물질을 흡수한다. 식물 군집의 공간적 분포는 주로 경쟁적 배제를 통해 이루어진다고 알려져 있으며, 식생의 발달은 수심, 유속, 조도, 수온, 용존산소, 토질 등에 의해 달라진다.

Table 4는 전체 식물면적 대비 식물면적의 비율을 월별로 정리하여 나타낸 것이다. 초부리시설의 경우 전체 식물면적의 약 80%가 노랑꽃창포로 이루어져 있었다. 이는 현 시설의 경우 주민들의 휴식 공간으로 사용됨에 따라 관상 가치가 높으며, 수질 정화능이 있는 노랑꽃창포를 사용한 것으로 사료된다.

또한 6월에 비하여 7월의 경우, 전체 식피율을 증가한 반면 노랑꽃창포의 식피율은 감소함을 알 수 있었는데, 이는 애기부들, 줄등의 다른 정수식물 성장속도에 비해 노랑꽃창포의 성장속도가 느려진 것으로 파악된다.

이러한 이유는 6월에 비해 7월의 노랑꽃창포의 질소함량이 시간이 지남에 따라 점점 체내 축적이 많아지면서 흡수 능력이 저하된 것으로 판단된다.

7월 25일 이후 초부리 침투 저류지 시설 내에 과다 성장했던 식재된 식물은 침수 피해로 인하여 꺾여 그 기능을 상실하였다. 이에 따라 기능을 상실한 식물체의 경우 일정 길이 이상 성장하면 자연 현장(바람, 강우, 기온 강하에 의한 고엽화)에 의하여 줄기가 쉽게 꺾기게 되어 수중으로 영양염류를 재방출할 수 있는 단점을 가지고 있다는 선임 연구에 따라 Y시의 침투저류지의 경우 9월 토양치환작업과 함께 식물이 새로이 식재되었거나 기존에 식재되어 있던 다년생 식물을 절취하였다.

Table 4. Monthly changes in infiltration pond planting area

Date		Plants area (m <sup>2</sup> )	Sedimentation basin	Overtopping the spillway	Water retaining	Total	Vegetation coverage(%)
11.06.23	<i>Iris pseudacorus</i> L.	232	22	17	160	199	86
	<i>Zizania latifolia</i>		10	-	1	11	4.7
	<i>Lythrum anceps</i>		1	-	16	17	7.3
	<i>Typha angustifolia</i> L.		1	2	2	5	2
11.07.25	<i>Iris pseudacorus</i> L.	351	36	32	196	264	75
	<i>Zizania latifolia</i>		19	-	4	23	7
	<i>Lythrum anceps</i>		4	-	32	36	10
	<i>Typha angustifolia</i> L.		4	12	12	28	8
11.09.29	<i>Iris pseudacorus</i> L.	80	18	-	60	78	97.5
	Other		-	0.5	1.5	2	2.5



Fig. 3. The photo of changing in the infiltration pond.

### 3) 침투저류지 수생식물의 성장속도

Fig. 4는 침투저류지 시설에 식재된 부처꽃, 애기부들, 노랑꽃창포에 대하여 높이 변화와 건중량을 월별로 나타낸 것이다.

침투저류지에 식재된 수생식물 중 가장 활발한 성장을 보인 노랑꽃창포를 대상으로 성장속도를 조사하였다.

식물을 60cm를 기준으로 건중량을 측정하였으며, 9월은 절취한 직후여서 그 길이가 40cm로 건중량을 측정하였다.

식재된 식물은 최대성장물을 보이는 6~7월에 가장 높이가 높았으며, 마찬가지로 최대성장물을 보이는 시기인 9월의 경우 초부리 시설의 토양 치환작업 후 식재된 식물상 또는 절취된 식물상으로 수생식물 이식 후에 활착하는 기간에는 수질정화능력이 다소 떨어지고, 활착 후 본격적으로 성장하면 서부터 수질정화효과가 점진적으로 증진되는 데, 초봄 식물이 활착 시기가 아닌 가을에 식물이 활착함과 동시에 9월 강수량이 적어 식재된 식물이 물에 잠겨 있지 않고 맨 땅에 식재되었으며, 11월 식물이 대부분 고사하는 시기와 맞물려 느린 성장을 보인 것으로 사료된다.

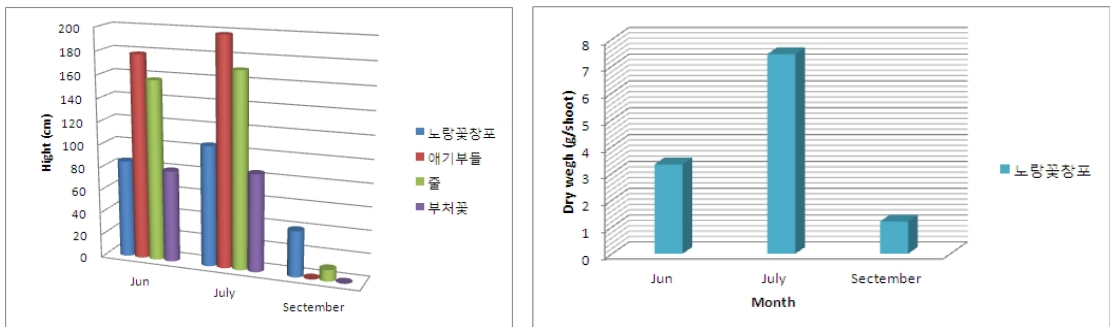


Fig. 4. Monthly change in the plant and dry weight.



또한 저류지 부근의 애기부들의 경우 7월 최대성장을 보였으며, 9월 침수 피해를 입으며 훼손되었다. 일부 애기부들과 같은 최대성장을 보인 식물들이 있었으며, 이 식물들의 위치는 저류지 주변부가 아닌 중심부에 위치하여 있거나 유입수가 들어오는 침강지 부분에 밀집해 있었다. 이는 수생식물의 경우 성장과 관련한 것은 수심과 가장 큰 관계를 보이며, 대부분의 수생식물은 성장해가면서 각자 자기의 서식조건에 알맞은 곳까지 분포한다(김과 조, 1999)는 선임 연구와 같은 추이를 보였다.

#### 4) 영양염류 제거능

식물의 질소와 인 함량은 최대 면적을 보인 노랑꽃창포를 실험에 사용하였다. 분석 결과, 6월 12 mg/g, 7월 21mg/g, 9월 9mg/g으로 나타났다.

6월, 7월 여름 이후 급격한 성장을 보였으며, 7월에 최대 함량 보였는데 이는 일반적인 식물의 생장 주기는 봄으로부터 3~4개월간 즉 6월말 내지 7월 초 순경까지 모든 식물들은 길이 생장인 제1기 생장을 하고, 7월 중순 이후부터는 비대 생장인 제 2기 생장을 하기 때문인 것으로 사료된다(정, 2001).

인 함량의 경우, 평균 6월 2.1mg/g, 7월 3.5mg/g, 9월 질소 함량에 비해 계절별 인 함량의 변화는 크지 않은 것으로 분석되었다.

이는 식물체에 영양분으로 질소의 요구도가 더 높고(전과 김, 1988), 일반적으로 식물은 인보다 질소를 약 5~10배 빠른 속도로 흡수하기 때문이다(Boyd, 1969).

노랑꽃창포의 침투 저류지 영양염류 제거량을 추정한 결과 Table 8과 같으며, 이는 수생식물의 영양염류 흡수량은 식물체의 성장량에 각 식물의 질소, 인 함량을 곱하여 구할 수 있다.

Table 5는 기존 선임연구로 진행되었던 환경부의 비점오염저감 모니터링 결과(2009)에서 발췌해온 자료로서, 연간 비점오염물질 별 저감량을 알 수 있다.

본 연구에서는 세 달 간의 모니터링으로 수생식물에 의한 오염물질 제거량을 조사한 것으로 저감량을 연 단위로 환산하였을시 오차가 발생할 수 있다. 12~2월까지의 식물체가 고사한다는 조건으로 저감량을 생략하였으며, 3~4월, 10~11월까지의 치환 직후의 저감량으로 환산하였고, 5~6월까지의 6월 달의 저감량으로 환산하였으며, 7~9월까지의 최대 성장기인 7월의 저감량으로 환산하여 계산하였다.

식생에 의한 저감량을 년 단위로 환산하였을 때 T-N의 경우 23.9kg/년, T-P의 경우 3.37kg/년으로 나타났다.

Table 5. Nutrients in aquatic plants is automatically computed

Time	Removal rate		Plants area (m <sup>2</sup> )	Amount of removal per plants area (g/m <sup>2</sup> )	
	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)		T-N	T-P
Month	12	1	199	1,337.28	111.44
After 1 months	21	3.5	268	5,302.08	900.48
After 3 months	9	0.1	78	112.32	1.248



## 결 론

Y시에 위치한 침투저류지 시설의 토지이용현황을 살펴보면 전체 면적 중 48.1%가 밭이고, 36.6% 산지로 주된 오염원은 밭으로 조사되었다. 수질분석 결과, 일반적인 항목은 특이사항이 없으며, 대부분의 처리 효율 또한 높게 나타났으며 결론은 다음과 같다.

1. 수질 모니터링 결과, T-N은 6, 7, 9월 각각 57.1%, 61.8%, 100%의 제거율을 보였으며, T-P의 경우 6, 7, 9월 각각 53%, 50%, 100%의 제거 효율을 보였다. T-N, T-P의 효율이 다른 항목에 비해 적은 것으로 나타났다.

2. 식물의 질소와 인 함량은 최대 면적을 보인 노랑꽃창포를 실험에 사용하였다. 분석결과, 6월 인 함량의 경우 평균 6월 2.1mg/g, 7월 3.5mg/g, 9월 질소 함량에 비해 계절별 인 함량의 변화는 크지 않은 것으로 분석되었다.

3. 식생에 의한 저감량을 년 단위로 환산하였을 때 T-N의 경우 23.9kg/년, T-P의 경우 3.37kg/년으로 나타났다.

전체 식물에 의한 제거량은 미미하나, 침투 저류시설 내에서도 식생에 의한 영양염류 제거가 일어나는 것으로 판단된다.

그러나 식재된 수생식물의 위치가 수변부에 위치하여 침투저류지 특성상 조내에 물이 없을 시에는 수질 정화능에 영향을 미치는 것으로 사료되며, 이에 따라 식생에 의한 제거가 가능함으로 지속적인 데이터 축적과 식생관리가 필요한 것으로 판단된다.

4. 국내의 경우, 자연정화시설에 관한 설치사례가 증가하였지만 아직 연구가 미흡하여 수질 측정 데이터 및 운영 노하우가 적어 쉽사리 적용하기에는 많은 문제점을 있다.

효과적인 자연정화시설의 국내 활용을 위해서는 지속적인 데이터 축적을 기반으로 한 공법별 처리 효율 비교 및 경제성 분석데이터가 필요할 것으로 사료된다.

5. 침투저류지에 식재된 식물 중 가장 많은 면적은 차지하는 노랑꽃창포의 경우 수중 20cm 이상은 잠겨야 하는 식물로 조경용 만이 아닌 영양염류 제거를 위한 도구로 사용한다면 비점오염물질 저감 효율이 증가할 것으로 예상된다.

## 사 사

본 연구는 2011년도 한국자연환경보전협회의 지원을 받아 수행하였습니다.

## 인용문헌

- 경기도 농업기술원. 2008. 토양 및 퇴비 분석법 -토양, 식물체, 퇴비, 액비, 상토. pp. 98-115.
- 강산준. 2008. 비점오염원 산정기법의 정책활용 방안연구. 경기개발연구원
- 김귀곤, 조동길. 1999. 인공습지 조성 후 생물다양성 증진효과에 관한 연구: 서울공고 생태 연못을 중심으로. 한국조경학회지 27(3): 1-17.
- 김유선. 2008. 노랑꽃창포와 창포의 수질정화 능력평가. Kor. J. Hort. Sic. Technol. 26(2): 172-176.

- 박종민, 서병수. 2004. 노랑꽃창포의 생육시기와 오염수의 체류시간이 질소와 인 함량의 감소에 미치는 영향. 한국산림휴양학회지 8(3): 63-70.
- 박태양, 김성재, 장정렬, 최강원, 김상민. 2011. 발 비점오염 저감효과 평가를 위한 포장실험 연구. 한국수자원학회 2011년도 학술발표회.
- 박혜경, 변명섭, 윤석환, 전남희, 최명재. 2009. 인공수초재배섬에서 수생식물 지상부 절취주기별 수중 영양염류 제거효율. Journal of Korean Society on Water Quality 25(2): 221-226.
- 용인시. 2009. 용인시 통계연보.
- 정선화. 2001. 자생식물 노랑꽃창포 파종 2년생 생육에 관한 연구. 동아대학교 대학원 석사학위논문. p. 10.
- 정영호, 최홍근. 1987. 보문: 함안소재 자연늪의 수생관속식물상. 한국환경생물학회지 5(1): 17-28.
- 전만식, 김범철. 1988. 부레옥잠의 수중 영양염 제거 잠재력에 관한 고찰. 한국환경생물학회지 17: 117-124.
- 함중화, 윤춘경, 김형철, 구원석, 신현범. 2005. 식생피도가 인공습지의 질소 및 인 처리 효율에 미치는 영향과 습지조성 및 관리. 한국육수학회지 33(3): 393-402.
- 환경관리공단. 2009. 한강수계 비점오염 저감시설 모니터링 및 유지관리 3차년도 보고서.
- Boyd, C. E. 1969. Vascular aquatic plants for mineral nutrient removal from polluted water. Economic Botany 23: 95-103.
- Melchior, H. 1964. A Engler's Syllabus der Pflanzfamilien 12. Aufgabe 2. Gebruder Borntraeger, Berlin.

## 요 약

자연형 처리시설인 침투형 저류지 시설이 설치된 Y시의 침투저류시설을 대상으로 조사하였다. Y시의 2011년 5~12월까지 총 강수량은 1,490.8mm이었고, 무강수일을 제외한 일 강수량의 평균은 25.3mm이었다. 조사지역 주변이 주로 농경지(밭 48.1%, 도시 9.8%, 도로 5.5%, 산지 36.6%)로 이루어져 있다. 2011년 6월부터 9월까지 월 1회씩 침투저류 내 유입수 모니터링 및 침투저류지 내 식생분포 조사를 실시하였다. Y시 침투저류지 시설 내에는 봄, 여름, 가을철 각각 개구리밥, 노랑 꽃창포, 애기부들 등의 정수식물 및 수생식물이 생육하고 있다. 수질모니터링 결과, T-N은 6, 7, 9월 각각 57.1%, 61.8%, 100%의 제거율을 보였으며, T-P의 경우 6, 7, 9월 각각 53%, 50%, 100%의 제거 효율을 보였다. 또한 식생에 의해 제거되는 T-N은 양은 6, 7, 9월 각각 119.4g, 337.9g, 11.2g을 제거하였고, T-P의 경우 6, 7, 9월 각각 49.8g, 112.6g, 3.8g 제거하였다. 전체 식물에 의한 제거량은 미미하나, 침투저류지 시설 내에서도 식생에 의한 영양염류 제거가 일어나는 것으로 판단된다.

**검색어** : 비점오염원, 침투저류지, 식물