

## 환경친화적 정비에 따른 배수로의 생태변화

양용석 · 김선주\* · 안민우\*\* · 최경영\*\*\*

건국대학교 생명환경과학대학 Post Doc. · \*건국대학교 생명환경과학대학 · \*\*건국대학교 대학원 · \*\*\*(주)자연과환경

### Ecological Change in Drainage Channel Site Renovated by Environment Friendly Methods

Yang, Yong Seok · Kim, Sun Joo\* · An, Min Woo\*\* · Choi, Kyoung Young\*\*\*

Post Doc, College of Life and Environmental Sciences, Konkuk University

\*College of Life and Environmental Sciences, Konkuk University

\*\*Graduate School, Konkuk University · \*\*\*Nature and Environment Co., Ltd.

**ABSTRACT** : This study has been conducted to perform the survey on the ecological systems, scenery, and water quality change for agriculturally purposed drainage channels constructed with the application of environment-friendly methods and thus to evaluate the environment-friendly redevelopment effects of them. The main results of this study are as follow:

1. The channels not looking good aesthetically before redevelopment had changed into graceful scenic views from the aspect of landscape architecture as natural-type gently waterside to the channel and naturally-looking water stream. In the village parks developed for the rest of residents, an enough view was secured and thus a wide prospect scope could be obtained.
2. The flora in the channels have increased to 35 families and 82 species from 19 families and 32 species before renovation. As the growth speed of them are slower than externally-brought plants, they can cause some risks to the stability of land slope, including scour by erosion. From that reason, it is necessary to adequately combine the species of the plants both natively growing there and externally-brought planted.
3. In case of water quality, it turned out that, from more than a year after redevelopment, plants began to take roots and the water quality improved. On the contrary, there have been some cases, partly found, that aggravated the quality of water due to the causes like as retention of floating matters by withered plants or plant bodies after the growth of plants in the channels under survey became active, and therefore it is judged that a periodic maintenance of waterways is needed.
4. In case of fishes, all species before renovation have revived, and the population and the number of species have increased after works the formation of puddles in the channels. In waterside grasslands, amphibia and reptiles have not only increased but also been diversified.

**Key words** : Environment friendly channel, Ecological change, Vegetation restoration

### 1. 서론

1970년대 농업용 배수로의 공사비 절감을 목적으로 대부분 토공으로 계획·시공하였으나 1980년대 들어서면서 수로의 안전성 확보와 이·치수를 목적으로 구조물화되기 시작되었다.

이와 같이 콘크리트로 구조물화 된 수로는 삼투로 인한 용수손실과 수로의 붕괴방지 및 유지관리측면에서는 유리하였으나 수로구조물로 인한 생태적 단절을 초래하여 수로를 중심으로 형성되었던 생태계의 붕괴는 물론 주변 생태계에까지 악영향을 미치고 있다(농업기반공사, 2002).

물론 과거의 정비사업이 수재부터 생명과 재산을 보호해 왔음을 부인할 수는 없으나 지난 60~70년대부터 독일, 스위스, 미국, 일본 등 선진국에서는 기존의 수로정비 방법이 가진 문제점을 인식하기 시작하여 80년대 후반부

Corresponding author : Kim, Sun Joo

Tel : 02-450-3753

E-mail : sunjoo@konkuk.ac.kr

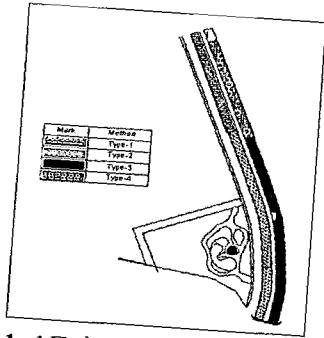


그림 1. 1구간 설계단면 및 시공.



터는 새로운 시각으로 수로복원이나 정비를 시도하고 있다 (농림부, 1998).

최근 농림부는 「환경친화적 생산기반정비 추진방향(2004년)」을 발표하면서 그 동안 농업생산기반기능 위주로 추진해온 생산기반정비사업을 환경친화적으로 전환하고 있다. 또한 농림부는 2004년 농업생산기반정비사업 추진의 지침이 되는 「친환경설계시공총람」을 제작·배포하여 현장에서 활용하도록 권장하고 있다. 이 중 용·배수로는 통수에 지장이 없는 범위 내에서 자연재료(돌, 나무, 식물 등)를 활용해 주변에 산책로 등 친수공간을 확보하고 콘크리트수로와 같은 구조물 설치구간에는 양서류 등의 이동 통로를 설치하도록 권장하고 있다. 그러나 국내의 자연친화적 용·배수로정비사업은 아직 시작단계로서 관련기준이 마련되지 않아 대부분 외국에서 사용되고 있는 공법이나 재료를 그대로 사용하거나 모방하고 있는 실정이다.

외국의 기준이나 공법을 그대로 적용하게 되면 우리나라 생태계 및 농촌실정에 맞지 않는 문제를 발생시킬 위험성이 크다. 시범사업 수준을 넘어 지속적으로 사업을 추진하기 위해서는 기본자료 축적과 국내 용·배수로에 대한 적용가능성에 대한 검토가 필요하며, 환경친화적 공법적용에 따른 생태계, 경관, 수질변화 등에 대한 모니터링이 충실히 이루어져야 한다.

따라서 본 연구에서는 국내에서 처음으로 환경친화적 정비를 실시한 배수로를 대상으로 설계목적, 사용공법 및 재료를 소개하고 사업완료 후 동·식물상, 경관, 수질의 변화를 조사 분석하여 농업용 배수로의 환경친화적 정비 효과를 객관적으로 파악하는 것을 목적으로 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 대상수로의 개요

본 연구의 대상수로(이하 수로라 칭함)는 행정구역상 경기도 여주군 가남면 삼승리에 위치하고 있으며, 수로연장 490m, 부지면적 7,390m<sup>2</sup>이다.

수로의 제원은 폭 2~8m, 높이 1~2m, 기울기 1/300~500으로 구간에 따라서 차이를 보이고 있다. 생태계 기초조사(1999년)를 통해 정비전의 생물상은 식물 32종, 어류 2종, 양서류 및 파충류 3종이 분포 및 서식하고 있는 것으로 파악되었다(건국대학교, 2000).

### 2. 설계 및 시공

수로의 설계에서는 지역주민을 대상으로 한 공청회와 설문조사를 통하여 수집된 의견을 토대로 위치 및 시설물을 선정하였으며, 적용공법<sup>1)</sup>과 유역의 특성을 고려하여 3개의 구간(이·치수 관리형, 친수공간형, 생태계 보전형)으로 나누어 설계하였다. 또한 기존공법 적용을 기준으로 계산된 수로 폭과 사면경사를 경관적 요소의 질적 향상을 도모하고, 식물성장에 따른 조도계수 상승을 고려하여 조정하였으며 사행형태로 설계하여 자연적 하천 모습에 접근하도록 하였다.

#### 가. 1구간(이·치수관리형)

수로의 하류부분(수로연장 140m)으로 경사가 급한 유역의 특징과 상류부에 계획 중인 개간사업(2개소)을 고려하여 자연재료보다 내구성이 강하고, 큰 유속에 견딜 수 있는 다공성식생 콘크리트(Porous concrete)를 이용한 호안공법으로 설계하였다(그림 1).

대상구간은 인근 마을로부터 접근성이 높아 공청회에서 주민들이 제시한 의견을 반영하여 지역주민들의 휴식과 모임장소로 이용할 수 있는 소공원을 조성하였으며, 공원 내에는 휴식(팔각정, 벤치), 운동(족구장), 놀이, 급수시설이 설치되었다.

1구간에서는 4가지 공법이 사용되었으며 그 내용은 그

1) 본 연구에 적용된 공법은 현재 특정업체에서 사용 중인 공법으로 구체적인 공법명을 본문에 밝히는 것은 무리가 있으므로, 식생 콘크리트가 중심이 된 공법은 'A', 식물재료가 중심이 된 공법은 'B', 자연석이나 돌망태를 이용한 공법은 C 등으로 표기하여 설명하였고, 각각의 공법마다 차이는 일련번호를 부여하여 표시하였다.

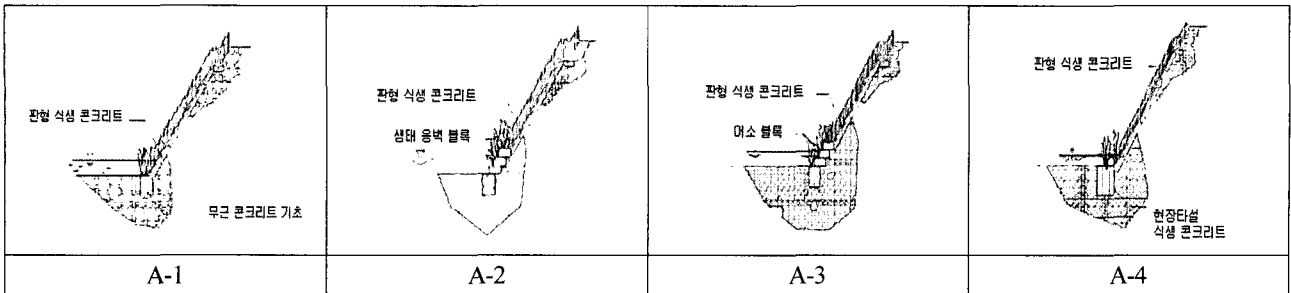


그림 2. 1구간에서 사용된 공법의 유형.

림 2와 같다. A-1은 기초를 무근 콘크리트로 타설한 후 사면에 판형 식생 콘크리트를 덮고, 식생 콘크리트의 pH를 중화하기 위하여 중화처리제를 살포한 후 보습기능을 가진 충진토를 공극사이로 충전 시킨 다음 종자를 살포하는 공법이다. A-2, 3의 경우 공정은 A-1과 같으며 판형 식생 콘크리트와 무근 기초 사이에 식물성장이 가능한 생태용벽블록과 어류의 서식 및 산란이 가능하도록 어소블록을 설치하는 점이 다르다. A-4 역시 A-1과 기본공정은 같으며 무근콘크리트 기초 대신 현장 타설 식생 콘크리트 기초를 사용한 점이 다르다.

**나. 2구간(친수공간형)**

수로의 중간부분(수로연장 180m)으로서 수로에서 물고기 잡기, 물놀이가 가능하도록 수로폭을 가장 넓게(8m)로 하여 주민들의 친수활동이 가능하도록 하였으며 어린이들의 자연학습을 위하여 식생이 풍부하고 곤충서식이 가능한 공법을 위주로 설계하였다<그림 3>.

2구간의 경우는 일부구간에 교각(중부내륙 고속도로)이 위치하고 있는데 교각의 아랫부분은 식생호안형성에 필요한 충분한 일사량이 확보되지 못하므로 식물뿌리의 정착력으로 호안 사면의 안정을 유지하는 식생호안공법을 적용하는데 문제점이 발생할 수 있다. 그러므로 교각의 아래 부분에 자연석을 철망에 정착하는 매트스톤공법을 시공함으로써 사면의 공학적 안전성을 높였다. 공법의 특

성상 매트 위에 설치된 석재사이의 간격이 넓기 때문에 이 부분에는 적은 일사량에서도 성장이 가능한 식물을 식재하였다. 또한 곡류부분이 많으므로 침식을 방지하기 위해 B-3 식생호안공법을 다른 구간에 비하여 많이 사용하였으며, B-3으로 시공된 구간의 반대편 호안은 곤충 및 어류 서식블록을 설치하였다<그림 4>.

곤충 및 어류서식 블록은 콘크리트와 잔자갈을 이용한 기본 구조물에 식생을 식재하여 곤충과 어류의 산란 및 서식이 용이하도록 설계된 구조물이다. 대상지구의 생태조사결과 수로주변의 곤충류 개체수가 적고 종류가 단순한 것으로 확인되었다. 이는 곤충류가 서식하기에 적합한 식생과 장소가 적기 때문인 것으로 판단하고 본 시설물을 설치함으로써 곤충류의 서식과 회귀가 용이하도록 하여 곤충류 개체수 증가 및 다양화를 시도하였다.

B-3은 주로 수로의 중류부나 유속이 빨라 세굴이 우려되는 지점에 적용하는 공법으로 식재된 식물은 금불초, 달뿌리풀, 갈대, 노랑꽃창포, 쑥부쟁이 등이다.

C-3은 B-2, 3공법에 비하여 침식 및 세굴방지에 우수한 공법으로서 자연석과 돌망태를 이용하므로 다른 공법에 비하여 조경적인 측면에서도 우수한 공법이다. 식재된 식물로는 갈대와 갯버들, 부처꽃 등이 있다.

**다. 3구간(생태계보전형)**

수로의 상류 부분(수로연장 170m)에 인근의 산과 연

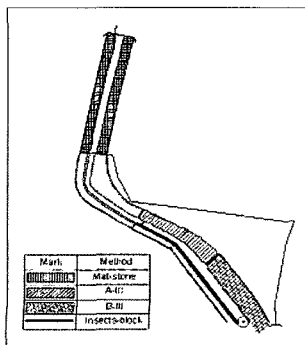


그림 3. 2구간 설계단면 및 시공.



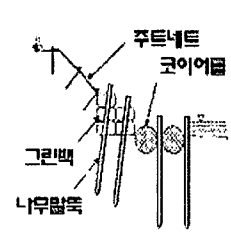
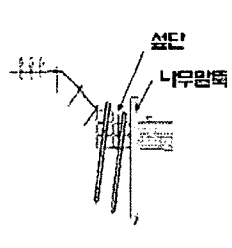
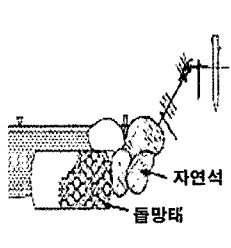
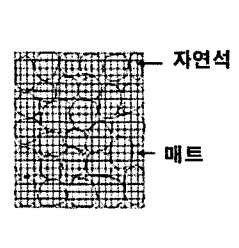
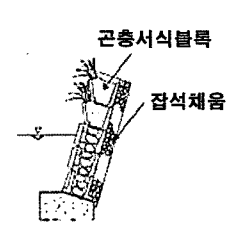
				
B-2	B-3	C-3	Mat-Stone	Insects-Block

그림 4. 2구간에서 사용된 공법의 유형.

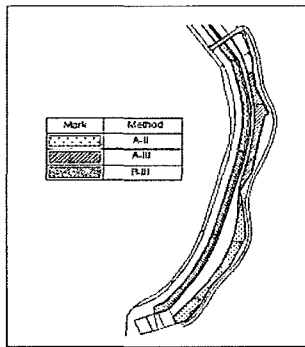
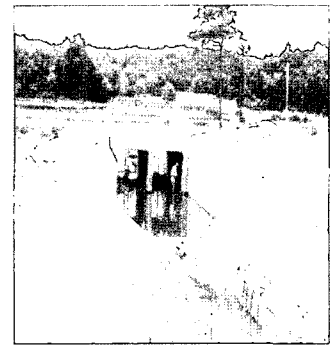


그림 5. 3구간 설계단면 및 시공.



결되어 있어 자연조건이 가장 좋은 구간<sup>2)</sup>이므로 생태계 보전을 주 목적으로 자연재료를 사용한 공법을 위주로 설계하였다. 또한 수로내로 유입되는 부유물 및 토사퇴적을 감소시키기 위해 최상단부에 침사지를 설치하였으며 수질 정화 목적으로 침사지내에 갈대<sup>3)</sup>를 식재하였다<그림 5>.

3구간에서는 2구간에서 사용된 B-3, C-3과 함께 B-2를 사용하였는데 이는 식생호안공법 중 완류부에 적용하며 침식에 대한 저항성을 높이는 공법이기 때문이다. 기단부에는 버드나무 쇠단을 누이고 말뚝으로 고정시키며, 비탈면에는 황마백을 쌓고 피복면에 황마망을 설치한다. 식재된 식물은 갈대, 달뿌리풀, 부들, 삿갓사초, 갯버들, 금불초 등이다.

### 3. 경관 및 생태변화 모니터링

사업완료 후 해당 수로에 대한 모니터링을(2000년 8월~2003년 10월) 실시하였으며, 모니터링 항목은 경관, 식생,

- 2) 3구간은 수로의 설계를 위한 기초조사(생태계조사, 1999년)에서 대상수로의 전 구간 중 수로와 산이 인접하여 동·식물의 종류 및 개체수가 가장 다양하게 분포하는 것으로 조사된 구간이다.
- 3) 갈대와 같이 통기 조직이 발달된 습지식물의 뿌리 부분에는 호기성 미생물들이 서식하여 유입된 용해 상태의 영양물질을 흡수 분해, 정화하는 효과를 기대할 수 있고, 입자가 큰 부유물질은 뿌리에 접촉, 침전되므로 수질을 개선할 수 있다.

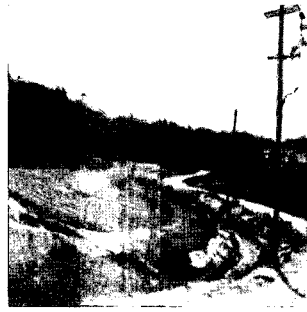
수질, 어류, 양서류 및 파충류 등의 변화이다. 조사방법은 다음과 같다.

- 1) 경 관  
3개 구간에 대해서 월별로 수변부와 사면부로 나누어 사진촬영을 실시하여 경관 변화를 조사하였다.

- 2) 식 생  
1m×1m 고정 방형구를 사면과 수변에 설치한 후 Braun-Blanquet 방법(Mueller-Dombois and Ellenberg, 1974)에 의하여 월별로 조사하였다. 또한 전체 출현 식물종의 목록을 작성하여 식생복원 및 변화를 분석하였다.

- 3) 수 질  
시료의 채수지점을 출구, 자연식생 및 식생 콘크리트 호안구간의 입구, 침사지 유출구와 상류 지점으로 설정하고, 월별로 각 지점에서 채수하여 pH, SS, DO, BOD<sub>5</sub>, T-N, T-P의 6가지 항목에 대해서 분석하였다.

- 4) 어류, 양서류 및 파충류  
어류, 양서류 및 파충류는 직접확인방법(Direct survey)과 간접확인방법(Indirect survey)을 병행하여 실시하였다. 종(種) 동정에는 어류도감과 양서·파충류 야외관찰 도감을 참조하였다.



a. 정비 전(1, 2, 3구간, 1999년)



b. 정비 후(1, 2, 3구간, 2001년)

그림 6. 정비 전·후의 경관변화.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 경 관

정비 전·후의 경관을 비교한 결과는 다음과 같다<그림 6>.

##### 가. 1구간

시공전의 수로에는 잡목이 우거져 있었으며, 통수단면적이 많이 축소된 상태였다. 특히 이 구간은 배수로의 모든 유량이 집중되기 때문에 신속하게 유량을 소하천으로 유하시켜야 하는 구간이어서 수로의 전 구간에 걸쳐 최대한 안전성 확보가 필요한 구간이다. 그러므로 앞에서 밝혔듯이 비교적 세굴 및 침식에 강한 공법(다공성 식생 콘크리트 블록)을 적용하였다. 시공 후 종자가 발아되고 수로경관이 자연에 가깝게 진행되어 종래의 좁고 답답하며 작은 통수단면을 가졌던 수로가 시원한 조망이 확보되면서도 안전성 확보<sup>4)</sup>와 자연성이 풍부한 수로로 변화되었다.

##### 나. 2구간

2구간은 교각하단 부분의 경우 일사량 부족으로 사면부분의 식물성장 저하에 의해 침식이 우려되었던 구간이다.

4) 조사기간(2000년-2003년) 중 조사대상 수로의 전구간은 2구간에 설치된 낙차공과 사면부의 집중호우에 따른 일시적 침식(2000년)이 발생한 것을 제외하고는 침식 및 인근 경작지로의 월류 등이 없었다.

그러나 돌망태와 자연석을 이용한 공법의 적용으로 관찰 기간 중 침식이 발생되지 않았으며 비교적 적은 일사량으로도 성장이 좋은 달뿌리풀, 갯버들, 부처꽃 등이 활착되어 사면안정과 미관상 효과를 동시에 볼 수 있었다.

구간 내에 설치된 낙차공(콘크리트 구조물)의 경우 측면부에 집중호우(2000년)로 인해 흙 사면과의 연결부가 부분적으로 훼손되는 사고가 있었지만, 사면의 안정에 큰 문제가 발생하지 않았다. 식재된 주요 식생들이 활착되어 자연성이 풍부한 수로로서의 모습을 보이고 있었다.

##### 다. 3구간

전 구간에서 가장 많은 식물과 어류가 발견되어 설계 목적(생태계 보전)에 맞는 결과가 나타난 것으로 판단되었다. 특히 수로 인근의 연결성을 지니면서 인공적인 수로임에도 불구하고 자연스러운 모습을 형성하고 있다.

전체적으로 수층부보다 사면에 식생이 활착되는 비율이 높은 양상을 보이고 있었다. 그러나 침사지에 설계용적을 초과하는 토사의 유입에 의해 수로 내에 부분적으로 토사 퇴적 현상이 일어났다.

#### 2. 식 생

조사 대상지의 식물은 기본조사(1999년)에서 19와 32종이 자생하고 있는 것으로 나타났다. 특히 하천변 습지나 수로주변에 출현하는 벼과나 국화과 식물이 많은 부분을 차지하였다<표 1>.

표 1. 시간경과에 따른 식물상 변화

Family name	Korean name	Scientific name	1999	2000	2001	2002	2003
국화과	한련초	<i>Eclipta prostrata</i>		○	○	○	○
	진득찰	<i>Siegesbeckia glabrescens</i>			○	○	
	망초	<i>Erigeron canadensis</i>	○	○	○	○	○
	왕고들빼이	<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>			○	○	○
	빛자루국화	<i>Aster subulatus</i> Michx.			○	○	○
	쭈	<i>Artemisia princeps</i> var	○	○	○	○	○
	개망초	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.	○	○	○	○	○
	구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilo</i>		○	○	○	○
	쭈부쟁이	<i>Aster yomena</i>		○	○	○	○
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>		○	○	○	○
	중대가리	<i>Centipeda minima</i> (L.)			○	○	○
	금불초	<i>Inula britannica</i> var. <i>chinensis</i>		○	○	○	○
	가막사리	<i>Bidens tripartita</i> L.			○	○	○
	미국가막사리	<i>Bidens frondosa</i> L.	○	○	○	○	○
	돼지풀	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.			○	○	
도꼬마리	<i>Xanthium strumarium</i> L.		○	○			
벼과	갈대	<i>Phragmites communis</i> Trinius	○	○	○	○	○
	강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	○	○	○	○	○
	왕바랭이	<i>Eleusine indica</i>	○	○	○	○	○
	수크렁	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.)		○	○	○	○
	줄	<i>Zizania latifolia</i>		○	○	○	○
	미국개기장	<i>Fall panicum, Panicum dichotomiflorum</i>	○	○	○	○	○
	돌피	<i>Echinochloa crus-galli</i>	○	○	○	○	○
	억새	<i>Miscanthussinesis Aanerss</i>	○	○	○	○	○
	바랭이	finger grass, <i>Digitaria sa</i>	○	○	○	○	○
달뿌리풀	<i>Phragmites japonica</i>	○	○	○	○	○	
대극과	땅빈대	<i>Euphorbia humifusa</i>			○	○	
	깨풀	<i>Acalypha australis</i>		○	○	○	○
마디풀과	명아주여뀌	<i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>		○	○	○	○
	고마리	<i>Persicaria thunbergii</i>	○	○	○	○	○
	머느리배꼽	<i>Persicaria perfoliata</i>	○	○	○	○	○
	개여뀌	<i>Persicaria hydropiper</i> (L.) Spach	○	○	○	○	○
	소리쟁이	<i>Rumex crispus</i> L.			○	○	
마디풀	<i>Polygonum aviculare</i> L.			○	○		
사초과	쇠방동사니	<i>Cyperus orthostachyus</i>		○	○	○	○
	금방동사니	<i>Cyperus microiria</i> Steud.	○	○	○	○	○
	나도방동사니	<i>Cyperus nipponicus</i> Fr. et Sav	○	○	○	○	○
	삿갓사초	<i>Craex dispalata</i> Boott.		○	○	○	○
	알방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>			○	○	○
	하늘지기	<i>Fimbristylis dichotoma</i> Vahl			○		
석죽과	쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i> Scop.	○	○	○	○	○
	접나도나물	<i>Cerastium holosteoides</i> var. <i>hallaisanense</i>		○	○	○	○
	장구채	<i>Melandryum firmum</i>			○		

환경친화적 정비에 따른 배수로의 생태변화

콩과	차풀	<i>Senna, Cassia mimosoides</i> var.	○	○	○	○	○
	아카시	<i>Decurrens</i> var. <i>dealbata</i>	○	○	○		○
	새팻	<i>Phaseolus nipponensis</i>		○	○		
	돌콩	<i>Glycine soja</i> Sieb. et Zucc			○	○	○
	토끼풀	<i>Trifolium repens</i> L.			○	○	○
바늘꽃과	비수리	<i>Lespedeza cuneata</i>		○	○	○	
	검달맞이	<i>Oenothera erythrosepala</i> Bo	○	○	○	○	○
붓꽃과	여뀌바늘	<i>Ludwigia prostrata</i>		○	○	○	○
	노랑꽃창포	<i>Iris pseudoacorus</i>		○	○		
비름과	꽃창포	<i>Iris ensata</i> var. <i>spontanea</i>		○	○		
	털비름	<i>Amaranthus retroflexus</i>		○	○	○	
장미과	개비름	<i>Amaranthus lividus</i>	○	○	○	○	○
	철레	<i>Rosa multiflora</i>	○	○	○	○	○
박과	꼬리조팝	<i>Spiraea salicifolia</i> Linnnaeus		○	○	○	○
가지과	수박	<i>Watermelon, Citrullus vulgaris</i>		○	○	○	
가지과	까마중	<i>Solanum nigrum</i>	○	○	○	○	
닭의장풀과	닭의장풀	<i>Dayflower, Commelina communis</i>		○	○	○	
삼과	환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i> S.	○	○	○	○	○
개구리박과	개구리밥	<i>Spirodela polyrhiza</i>		○	○	○	
십자화과	개갓냉이	<i>Rorippa indica</i> (L.)	○	○	○	○	
매꽃과	나팔꽃	<i>Pharbitis nil</i>		○	○	○	○
부들과	부들	<i>Typha orientalis</i>	○	○	○	○	○
명아주과	명아주	<i>Goosefoot, Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>	○	○	○	○	○
질경이과	질경이	<i>asian plantain, Plantago asiatica</i>	○	○	○	○	○
속새과	쇠뜨기	<i>Equisetum palustre</i> L.	○	○	○	○	○
양귀비과	애기똥풀	<i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>	○	○	○	○	○
골풀과	길골풀	<i>Juncus tenuis</i>		○	○	○	
쇠비름과	쇠비름	<i>Portulaca oleracea</i>		○	○	○	
박주가리과	박주가리	<i>Metaplexis japonica</i>		○	○	○	
부처꽃과	부처꽃	<i>loosestrife, Lythrum anceps</i>		○	○	○	○
백합과	백문동	<i>Liliaceae</i>		○	○	○	○
현삼과	주름잎	<i>Mazus japonicus</i>		○	○	○	○
괭이밥과	괭이밥	<i>Oxalis corniculata</i> L.			○	○	
꿀풀과	들깨풀	<i>Mosla punctulata</i>			○	○	○
봉선화과	봉선화	<i>Impatiens balsamina</i> L.			○		
꼭두서니과	꼭두서니	<i>Rubia cordifolia</i> L. var. <i>partensis</i> Maxim		○	○	○	
버드나무과	갯버들	<i>Virgularia gustaviana</i>		○	○	○	○
물푸레나무과	개나리	<i>korean forsythia</i>		○	○	○	○
마과	마	<i>Dioscorea batatas</i>	○	○	○		
전체 82종			32	65	82	73	57

사업당시 사면부의 토착종 보호와 발아율을 높이기 위해 현장표토를 재이용하였으며 구간별로 13종(구절초, 벌개미취 등)의 식물을 식재 및 파종하였다. 2000년부터 2002년까지 조사 결과 모두 36과 73종이 조사되었으나 2003년 종수가 57종으로 급감하였는데 이는 수로 준설공사와 우

점종의 천이현상에 의한 생태적 교란으로 판단된다.

수로에서 3년간(2000~2002년) 출현한 식물은 한련초, 망초, 쑥, 개망초, 구절초, 쑥부쟁이, 벌개미취, 금불초, 미국가막사리 등 59종이다. 2003년까지 4년간 나타난 식물종은 3년간 지속적으로 출현한 식물종 중 15종(털비름,

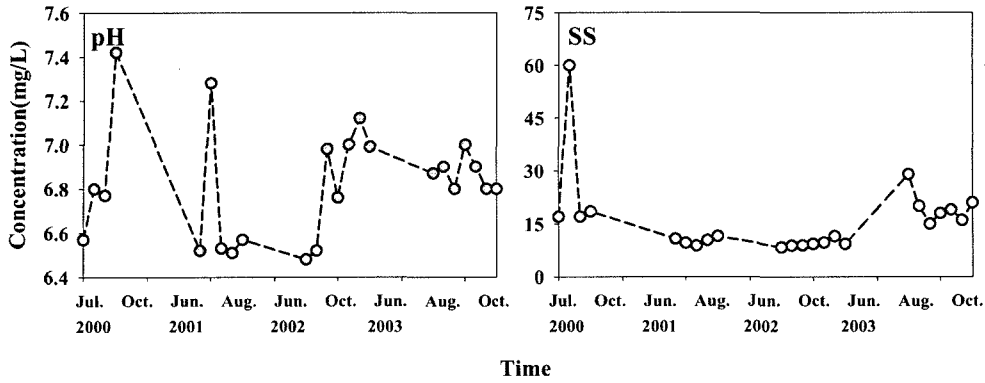


그림 7. pH와 SS의 변화.

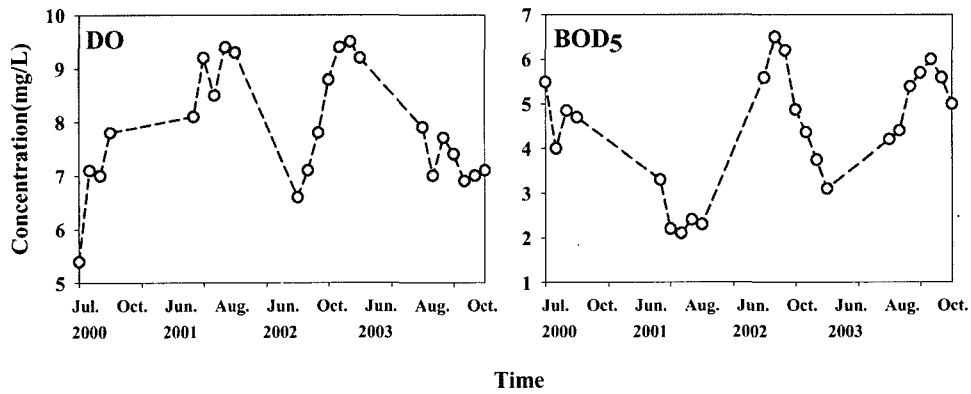


그림 8. DO와 BOD<sub>5</sub>의 변화.

수박, 까마중, 닭의장풀, 개구리밥, 길골풀, 쇠비름, 박주가리, 꼭두서니, 까마중, 부들, 부처꽃, 비수리, 개갯냉이)이 감소한 44종으로 조사되었으며, 종의 감소는 준설토 사면 성토에 의한 고사 및 개채수 감소에 의한 미식별로 판단된다.

### 3. 수 질

수질분석결과 pH는 그림 7과 같이 6.6~7.5로서 오염되지 않은 자연하천의 일반적인 pH값인 중성상태를 나타냈다. 또한 이 값은 농업용수 수질기준인 6.5~8.5를 만족시키는 값이었다.

SS는 2000년 7월에 급격한 증가가 있었는데 이는 정비사업의 보수공사로 인한 일시적인 현상이었으며 그 기간에도 모두 농업용수 수질기준인 100mg/L를 만족하고 있다.

DO농도는 그림 8과 같이 일시적인 감소가 있었으나 전체적으로 사업완료 후 증가한 것으로 나타났다. 농업용수 수질기준인 2.0mg/L 이상을 만족시킬 뿐만 아니라 물고기가 살아가기 위해서 필요한 DO농도로 알려진 5.0 mg/L도 상회하였다. BOD<sub>5</sub>의 경우 농업용수 수질기준인 8.0mg/L를 만족하고 있었다.

T-N의 농도는 1.65~6.2mg/L였고, T-P농도는 0.1~0.2 mg/L로 일정한 경향은 나타나지 않았지만, 질소의 경우는 시공 후 연도에 따라 저감 효과를 보였으며, 인의 경우는 집중강우기간인 7, 8월에 안정화되는 경향을 보였다 <그림. 9>. 환경친화적 수로정비가 완료된 당해년도에는 안정적인 식물 활착이 이루어지지 못하였고 보수공사와 같은 추가공사로 수질 항목이 불안한 상태를 보였으나, 2001년 이후는 식물의 활착으로 인해 수질이 안정화된 것으로 판단된다.

### 4. 어류, 양서류 및 파충류

어류는 기본조사에서 미꾸라지, 송사리 2종이었던 것이 2000년에는 미꾸라지만 채집되었고, 2003년도에는 송사리 치어와 미꾸라지가 모두 채집되었다<표 2>. 이는 공법적 용에 의한 미세지형의 발달로 산란장소가 복원 및 확충된 것으로 판단된다.

또한 양서류 및 파충류의 경우 1999년 3종이었던 것이 2000년 2종, 2003년에는 6종 (참개구리, 청개구리, 황소개구리, 두꺼비, 도롱뇽, 뱀)이 확인<표 3>되었으며, 수로정비 이후 환경에 적응하여 번식하는 것으로 판단된다.



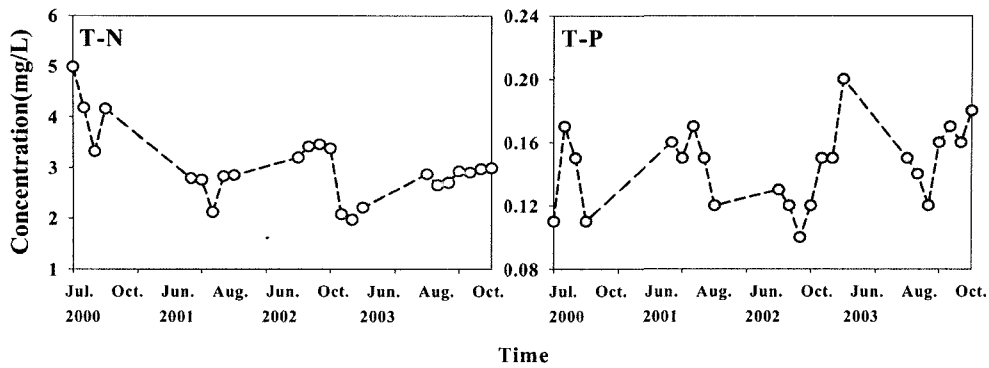


그림 9. T-N 과 T-P의 변화.

표 2. 어류의 변화

Species	1999	2000	2001	2002	2003
미꾸라지( <i>Misgurnis anguillicaudatus</i> )	○	○	○	○	○
송사리( <i>Orizias latipes</i> )	○		○	○	○
Number of appearance species	2	1	2	2	2

표 3. 양서류 및 파충류의 변화

Species	1999	2000	2001	2002	2003
참개구리( <i>Rana nigromaculata</i> )	○	○	○	○	○
황소개구리( <i>Rana catesbeiana</i> )			○	○	○
청개구리( <i>Hyla japonica</i> )	○	○	○	○	○
두꺼비( <i>Bufo stejnegeri</i> )			○	○	○
뱀( <i>Takydromus wolteri</i> )			○	○	○
도롱뇽( <i>Hynobius leechi</i> )	○		○	○	○
Number of appearance species	3	2	6	6	6

#### IV. 결론

본 연구는 생태계, 경관, 수질변화 조사를 통하여 용·배수로의 환경친화적 정비 효과를 평가하기 위하여 수행되었다. 본 연구 결과를 요약하면 다음과 같다.

정비 전 좁은 폭의 수로에 잡목과 풀이 우거져 미관상 좋지 못했던 수로는 완경사로 조성된 식생호안과 수로의 자연적인 사행으로서 조경적인 면이 가미되어 수려한 경관으로 바뀌었다. 주민들의 휴식을 위해 조성된 공원에서는 시야가 확보되어 보다 넓은 조망권 확보가 가능하게 되었다.

수로 전체 식물상은 정비 전 19와 32종에서 정비 후 35와 82종으로 증가하였으며, 2001년부터 2002년까지는 식재종인 달뿌리풀과 정수식물이 우점하다가 2003년에는 건초지에 내성이 강한 망초와 같은 국화과 식물이 우점하는 현상을 보였다. 이는 조사기간 중 극심한 가뭄에 의한 것으로 판단되며 기후에 민감한 식재종의 경우 식생선정과 관리에 주의가 요구된다. 그리고 현장 토양을 복토재로

이용하여 식생복원을 유도한 결과 대부분의 토착종 복원이 이루어 졌으나 외부 식재 종에 비하여 피복속도가 늦어 침식에 의한 세굴 등 사면안정성에 위험을 줄 수도 있다. 그러므로 외부 식재종과의 적절한 조합이 필요하며 식재종의 선정에 있어서는 성장력이 왕성하여 단일우점을 하는 종(환삼덩굴 등)에 대해서는 신중을 기할 필요가 있다.

수질의 경우 일정기간(1년 이상) 식물 활착 진행 후 수질개선 효과를 보이는 것으로 나타났다. 그러나 조사대상 수로의 식물성장이 활발해진 후 고사된 식물체나 식물에 의한 부유물의 체류 등으로 오히려 수질을 악화시키는 경우가 부분적으로 발견되어 주기적인 수로의 유지관리가 필요한 것으로 판단된다. 그리고 수질의 시간적 변화는 주변 농경지의 유입수에 크게 영향을 받고 있는 것으로 판단되므로 수질유지를 위해서는 유입수의 배제방안이나 자연정화방법을 이용한 습지조성을 병행하면 더욱 효과적인 수질개선 효과가 있을 것으로 판단된다.

어류는 시공이전의 종들이 모두 재생되었고, 수로내의 웅덩이 형성으로 인해 개체수와 종이 증가하였다. 수변초지의 형성과 함께 양서류 및 파충류 역시 다양하게 증가하였다.

이상의 결과를 종합적으로 평가하면 수로에 대한 자연친화적 수로정비 공법적용은 생태계복원, 수질정화, 경관향상에 유익한 환경을 제공하는 것으로 판단된다.

본 연구에서는 각각의 공법에 따른 수질정화효율 비교 조사와 동식물 증가에 대한 구체적인 메커니즘 규명은 이루어지지 못했으나 국내 처음으로 농업용 배수로의 환경친화적 공법적용에 따른 생태계, 수질, 경관변화에 대한 연구 수행에 의미가 있으며 본 연구를 통하여 얻어진 성과는 수로의 환경친화적 정비계획 수립 및 공법 선정에 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로 판단된다.

앞으로 보다 많은 사례조사 및 지속적인 모니터링으로 생태계 및 수질변화의 구체적인 메커니즘 규명을 통해 국내 환경에 적합한 공법 발굴과 개발이 필요할 것이다.

## 참고문헌

1. 김선주, 안민우, 2003, 용수로의 자연친화적 식재설계, 농자원개발논집 25 : 1-8
2. 김선주, 양용석, 안민우, 2002, 용수로의 자연친화적 설계, 농촌계획 8(2) : 50-56
3. 김익수, 박종영, 2002, 한국의 민물고기, 교학사
4. 김혜주, 2000, 자연형 하천에서의 호안재료와 환경 변화 - 식물 생태계를 중심으로, 한국수자원 학회지 33(6) : 56-57
5. 농림부, 건국대학교, 2004, 친환경적 공법을 이용한 용배수로 개보수 기술 개발
6. 농업기반공사, 2001, 환경친화적 농업생산기반정비 방안
7. 농림부, 건국대학교, 2000, 자연친화적 경지정리 기법 개발
8. 박수현, 1999, 한국귀화식물원색도감, 일조각
9. 이창복, 1999, 대한식물도감, 향문사
10. 환경부, 1997, 국내 여건에 맞는 자연형 하천 공법의 개발