

도로교각 건설이 수변식생에 미치는 영향

Change of the Riparian Vegetation after Road Bridge Construction

양금철¹ · 방제용²

¹공주대학교 건설환경공학부, ²서울여자대학교 환경생명과학부

서론

도로는 가늘고 긴 띠 모양으로 뻗은 도시환경으로 볼 수 있으며, 도로가 건설되면 그곳에 존재하고 있던 생태계는 여러 가지 영향을 받는다(이 등 2001). 도로건설이 생태계에 미치는 영향은 도로의 건설공사 단계에서부터 공사 완료 후 자동차의 통행이 이루어질 때까지 여러 단계에서 생긴다. 영향을 보면 우선 도로 부지에 의한 생태계의 소실이다. 도로 부지는 도로의 포장된 노면 뿐만 아니라 도로를 건설할 때 절개지, 성토지 등에 의해 만들어지는 인공사면을 포함한 도로용지 전체이다. 특히 산악지대를 통과할 때는 경사면이 커지고 생태계도 폭넓게 소실된다. 또한 공사 중의 소음, 진동, 물의 오염을 들 수 있으며 공사 종료 후에는 도로건설에 의한 삼림 벌채로 인하여 폐쇄되었던 수관이 열리기 때문에 숲안에 강한 햇빛이나 바람의 영향을 더 받게 된다. 이로 인해 수목이 고사되거나 임상식생의 변화가 일어나게 되고, 동물의 서식환경에도 변화가 생긴다.

도로의 건설이 식물생태계에 미치는 영향에 대한 연구 결과는 많지 않은 것이 사실이다. 식생에 대한 영향은 정해진 지점에 대한 지속적 관찰로 인하여 어느 정도 밝힐 수가 있을 것으로 판단된다.

龜山 章(1976)은 도로건설이 식물군집에 미치는 영향을 감소시키기 위한 연구에서 도로 옆에 임연식생을 만들기 위해 성장이 빠른 오리나무과, 자작나무과, 버드나무과 등의 식물을 식재하여 벌채된 임연을 피복시키도록 하고 있다.

본 연구는 계룡산 국립공원 통과 도로건설에 따른 주변지역(가리울계곡)을 대상으로 도로교각건설 전, 후의 환경생태현황을 모니터링하여, 본 지역의 생태변화를 분석함으로써

서, 자연생태를 보전 관리할 수 있는 기초자료로 활용하고자 도로개설 전인 2005년 이전과 이후로부터 2009년까지 5년간 4계절에 걸쳐 조사를 실시하였다.

조사지의 개황 및 방법

1. 조사지 개황

조사지역은 현재 공사가 완료되어 차량이 통행하고 있으며, 반포터널 출구부와 온천터널 입구부는 터널사면보호공(사면녹화공법)으로 암반사면은 암반에 생육기반을 조성한 후 부분적으로 본 조사지역의 수목(굴참나무, 떡갈나무)를 식재하고 주변에 패랭이꽃, 담쟁이덩굴 등을 식재하였다. 터널공사 완료 후 현재 식재수목과 주변경관이 조화를 이루고 있었으며, 토사사면에는 침방브랑켓 공법을 적용하여 경사면의 침식과 세굴방지, 강우시 종자유실 방지를 하고 있는 상태이다.

본 조사지역(Table 1)의 기후는 대전기상대의 과거 10년간(1991-2000)의 기상자료를 분석한 결과 연평균기온 13.3°C(평균 최고 18.5°C, 평균최저 7.8°C), 평균연강수량 1,402.4mm, 연일조시간 2,274.9hr, 연평균 상대습도 71%, 연평균 풍속 1.8m/s로 조사되었다. 본 조사지역의 주풍향은 NW(북서)풍이었으며, 각 계절별로는 봄 WNW(서북서)풍, 여름 WSW(서남서)풍, 가을 NW(북서)풍, 겨울 NW(북서)풍이었다.

지형은 산지지형으로 표고가 대체로 높고, 경사도도 크게 나타나는 산지지형이며, 지질을 보면, 암석은 홍색 장석화강암 및 흑운모 화강암(Fink Feldspar Granite, Biotite Granite)이며, 페그마타이트과 세립질 홍색 장석화강암이

Table 1. Climatic conditions of the study site

구분 월	기온(°C)			강수량 (mm)	상대습도 (%)	일조시간 (hr)	풍속 (m/s)
	평균	최고	최저				
1	-1.1	4.1	-5.6	19.6	68	165.3	1.6
2	0.9	6.7	-4.5	30.9	64	182.9	1.9
3	6.4	12.3	0.6	56.0	63	194.2	2.1
4	13.3	19.5	6.5	77.8	60	225.0	2.3
5	18.4	23.9	11.9	105.2	67	232.8	2.2
6	23.1	27.5	17.3	202.5	76	194.9	2.0
7	26.6	30.1	21.9	256.5	61	176.5	2.3
8	26.6	30.2	22.0	355.9	82	182.5	2.0
9	21.6	26.4	16.1	153.5	79	188.1	1.7
10	14.7	20.7	8.6	63.7	75	204.8	1.4
11	7.7	13.6	2.2	54.0	73	165.8	1.4
12	1.5	7.1	-3.4	26.9	71	162.2	1.4
평균	13.3	18.5	7.8	1,402.4	71	2,274.9	1.8

관입한 구조(Pegmatite Dyke and Fine Grained Fink Feldspar Granite)이다.

2. 연구방법

계룡산 국립공원의 가리울계곡(사봉소류지의 소류지 영역과 제방변)에 영구방형구를 설치하여 식물사회학적 조사를 실시하였다.

조사지점에 대하여 출현하는 관속식물을 Z-M법에 따라 층위별로 우점도와 군도(Dominance and Sociability, D.S), 평균피도(Coverage)를 측정, 군락구조를 정량적으로 분석하였다(Curtis and McIntosh, 1951).

식생조사를 통하여 얻어진 자료를 이용하여 각 연도별 식물종수의 경년변화, 귀화식물의 증감여부, 제방사면의 식생회복 등에 대하여 조사를 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 귀화식물종의 변화

귀화식물은 인간, 동물, 화물 등의 매개에 의하여 해외의 자생지로부터 국내에 유입되어 우리나라 국토에서 야생하게 된 식물과, 정책에 의한 의도적인 수입 재배종이 자연에 일출(逸出)되어 야생화된 식물을 총칭한다(박 1995). 현재 우리나라의 귀화식물 종수는 약 200여종에 이르며 점차 증

가되고 있는 추세이다. 귀화식물 중 생태교란식물은 천적이 거의 없어 번식률이 매우 높고 토종식물의 서식지를 잠식하여 생태계를 파괴하는 식물을 말하며, 환경부는 지난 2005년부터 외국에서 들어온 동·식물 중 국내 환경이나 토착 동·식물에 피해를 끼친다고 판단될 경우 생태계 교란종으로 분류, 관리해오고 있는데, 현재 생태교란종으로 지정된 식물은 돼지풀, 서양등골나물, 도깨비가지, 털물참새피, 물참새피, 단풍잎돼지풀 등 6종으로 알려져 있다.

조사지인 사봉소류지는 교각공사 전의 귀화식물 총 종수가 6종이었으나, 교각공사 중(2005년-2006년 3월)의 종수는 제방변의 아까시나무 1종만 있었다. 이 후 2006년 3월 이후 아까시나무, 달맞이꽃, 망초, 개망초, 다닥냉이 등 5종, 2007년 아까시나무, 달맞이꽃, 망초, 개망초, 가중나무, 돼지풀, 다닥냉이 등 7종, 2008년 아까시나무, 달맞이꽃, 망초, 개망초, 가중나무, 돼지풀, 붉은토끼풀, 토끼풀, 다닥냉이 등 9종, 2009년 붉은서나물, 서양민들레 추가로 총 11종으로 지속적인 증가를 보이는 것으로 나타났다(Fig. 1, Table 2). 귀화식물은 모두 양지식물로 척박하거나 건조한 토양에서도 잘 견딜 뿐만 아니라 산성화에도 강한 식물로 알려져 있다(전 1996). 따라서 본 지역의 귀화식물 증가는 도로 건설로 인해 개활지가 증가하여 양지환경으로 바뀌었고, 이에 수반하여 토양환경이 건조해졌기 때문으로 판단된다. 또한 차량의 이동에 의한 귀화식물 종자의 비산으로 인해 그 종수는 지속적인 증가가 예상된다.

2. 수변식물종의 변화

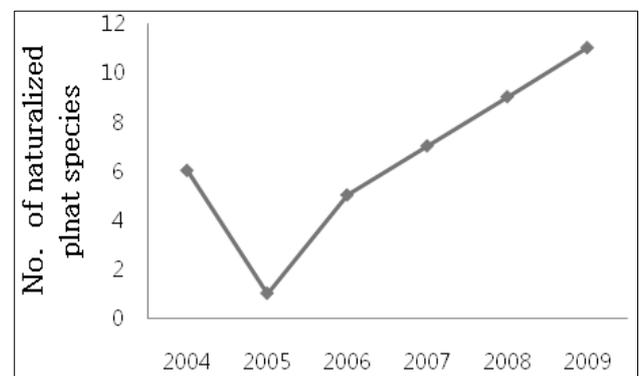


Fig. 1 Change in naturalized plant species along road bridge construction.

Table 2. The list of Naturalized plants on the Sabong reservoirs area

Family	Scientific name	Korean name	Native	Remark
Leguminosae	<i>Robinia pseudo-acacia</i>	아까시나무	North America	Perennial
	<i>Trifolium repens</i>	토끼풀	Europe, North Africa	Perennial
	<i>Trifolium pratense</i>	붉은토끼풀	Europe	Perennial
Cruciferae	<i>Lepidium apetalum</i>	다닥냉이	North America	Biennial
Simaroubaceae	<i>Ailanthus altissima</i>	가층나무	China	Perennial
Onagraceae	<i>Oenothera odorata</i>	달맞이꽃	South America	Perennial
Compositae	<i>Erigeron canadensis</i>	망초	North America	Biennial
	<i>Erigeron annuus</i>	개망초	North America	Biennial
	<i>Ambrosia artemisiaefolia</i>	돼지풀	North America	Annual
	<i>Erechtites hieracifolia</i>	붉은서나물	North America	Annual
		서양민들레	North America	Perennial
Total	-	5Family 9Genus 11Species		

1) 식물종의 변화

조사지인 사봉소류지는 교각공사 전의 총식물 종수가 50종(귀화식물 6종 포함)이었으나, 교각공사 중(2005년-2006년 3월)의 총식물 종수는 제방변의 교목성 수종인 아까시나무, 뽕나무 등을 포함하여 12종만 잔존한 상태였다. 그러나 교각공사 후인 2006년 3월 이후의 총식물 종수는 16종으로 완만한 증가를 보였다. 계절별로는 생육 기준으로 판단할 때 춘계 1종, 하계와 추계 14종, 동계 4종의 변동을 보였다. 이 후 2007년에는 총 종수가 18종(3월 4종, 6월 14종, 9월 16종, 12월 4종)의 분포를 하고 있었으며, 교각 건설 후 3년째(2008년)부터 34종으로 급격한 증가를 보였다. 이 후

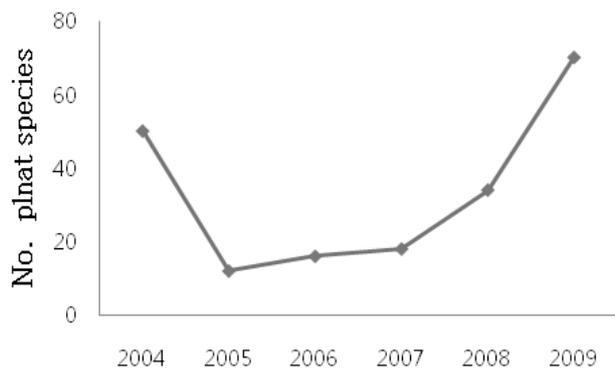


Fig. 2 Change in plant species after road bridge construction.

2009년에도 70종으로 역시 전년도에 비해 2배 이상의 식물종의 증가를 보이는 것으로 조사되었다(Fig. 2).

2) 식물 생활형의 변화

도로교각 건설 전인 2004년에는 50종이 분포하고 있었으며 그 중 반지중식물이 15종(30.0%), 아교목지상식물(20.0%)의 순이었던 것이 교각건설이 진행중인 2005년에는 아교목지상식물, 저목지상식물, 일년생식물이 각각 3종(25%)으로 비율이 가장 높게 나타났다. 그러나 교각 건설 1년 후(2006년)에는 일년생식물과 아교목지상식물이 총 식물종수 16종 중에서 각각 5종으로 가장 비율이 높은 것으로 조사되었다. 2년 후인 2007년에도 2006년과 같은 경향을 보이다가 3년차 이후인 2008년에서 2009년에는 생활형의 변화가 나타나고 있는데, 즉 일년생식물의 비율이 가장 높게 점유하고 있는 것으로 조사되었다(표 3). 남한의 평균 life form spectrum은 M이 20%, N 14.8%, E 7.4%, Ch 1.9%, H 30.0%, G 12.4%, HH 1.4%, Th 19.0%로 H(반지중식물)가 가장 높은 비율을 점하고 있는데, 본 조사에서 보면 교각 건설 전에는 비슷한 경향을 보인다. 그러나 반지중식물의 구성비가 교각건설 시 16.7%, 교각건설 1년후 12.5%, 2년 후 11.1%, 3년 후 20.6%, 4년 후 28.6%의 변동을 보였다. 이는 교각 건설후 순차적으로 반지중식물의 비율이 점차 남한평균 및 교각건설 전으로 회복되는데 최소 4년 후부터 가능한 것으로 나타났다.

Table 3. Life form spectra of study site

생활형	2004	2005	2006	2007	2008	2009
지표식물(Ch)	1(2.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)	2(5.9)	3(4.3)
지중식물(G)	2(4.0)	1(8.3)	1(6.3)	1(5.6)	1(2.9)	3(4.3)
반지중식물(H)	15(30.0)	2(16.7)	2(12.5)	2(11.1)	7(20.6)	20(28.6)
아교목지상식물(M)	10(20.0)	3(25.0)	5(31.3)	6(33.3)	8(23.5)	13(18.6)
저목지상식물(N)	7(14.0)	3(25.0)	3(18.8)	3(16.7)	4(11.8)	9(12.9)
일년생식물(Th)	15(30.0)	3(25.0)	5(31.3)	6(33.3)	12(35.3)	22(31.4)
합 계 : 종수(비율,%)	50(100.0)	12(100.0)	16(100.0)	18(100.0)	34(100.0)	70(100.0)

3. 제방단면의 수변식생의 변화

교각건설 전인 2004년에는 제방사면에 교목성의 벚나무, 관목인 싸리, 가중나무 등이 초본은 달뿌리풀, 이삭사초, 쇠뜨기 등으로 이루어진 3층 구조였으나 도로교각건설에 따라 제방은 중장비의 투입 등으로 인하여 대부분 파괴되어 교목성 수종인 벚나무, 초본층에는 닭의장풀, 질경이, 여우주머니, 쇠뜨기의 2층 구조로 변화되었다(2005년 9월, 사진 1). 그 후 순차적으로 제방의 수변식생이 회복되었는데, 2007년(교각건설 후 2년)에 수변부를 중심으로 물오리나무 등이 출현하였으며, 2008과 2009년에는 다수의 물오리나무가 관찰되었다. 이에 따라 2009년 현재는 교목층의 벚나무, 관목층의 싸리, 물오리나무, 초본층에 물레나물, 큰까치수영, 갈풀 등으로 이루어진 3층 구조를 보이고 있다. 교각건설 전후를 비교하면 식물구성종에 일부 변화는 있었으나 층위구조는 4년이 경과하면서 거의 회복된 것을 알 수 있다(2009년 8월, 사진 2). 구성종의 차이는 삼림에서 비산된



사진 1. 교각공사 중의 사봉소류지 수변(2005.9)

식물종의 유입에 따른 변화로 해석된다.



사진 2. 사봉 소류지 제방 하단부 수변식생(2009)

인용문헌

- Raunkiaer, C.(1934) The life forms of plants and statistical plant geography. Oxford, 632쪽
- 龜山 章(1976) 應用植物社會學研究. 5;75-88쪽
- 박수현(1995) 한국귀화식물도감. 일조각. 371쪽
- 이우철(1996) 원색한국기초식물도감. 아카데미서적. 624 쪽
- 이창석, 홍선기, 조현재, 오종민(2001) 자연환경 복원의 기술. 동화 기술. 291쪽
- 전의식(1996) 귀화식물을 통해 본 안양천의 생태. 한국의 식물 18;19-26쪽