

ORIGINAL ARTICLE

## 토지피복지도 변화지역 추출을 통한 훼손 유형분류에 관한 연구

서정영\*

(주)디엔씨엔지니어링

### Classification of the Types of Damage by Extracting the Changed Areas on Land Cover Maps

Joung-Young Seo\*

DNC Engineering, Gyeonggi 16854, Korea

#### Abstract

This study aims to increase the ability to adapt to the ecosystem and promote a sustainable use of the natural environment, by classifying the types of damaged lands according to various factors, such as the characteristics of the target area and form, cause, and impact of damage. Moreover, the study suggests the development of evaluation categories and criteria by each type. The results obtained are as follows: first, for the assessment of damaged lands, the changed areas were identified utilizing land cover maps. Video analysis was performed to increase the accuracy, and 88 sites were obtained. Second, the types of damage were classified into ecological infrastructure and ecological environment, and the sub-factors of the cause of damage were classified into 12 factors. Third, each evaluation system for the types of damage was composed of four steps, considering each type of damage and the level of evaluators being higher than paraprofessionals. To supplement this study, it will be necessary to utilize the database of damaged lands other than the Seoul Metropolitan Area and conduct an on-site survey for verification in the future.

**Key words** : Damage diagnosis, Ecological restoration, Qualitative aspect, Restoration direction

#### 1. 서론

현대사회에서 지속적으로 발생하고 있는 개발중심의 국토관리로 인하여 백두대간과 광역생태축을 포함한 국가 주요 보전지역의 훼손이 상당한 규모로 발생하고 있다. 더 나아가 국가 전체의 훼손지에 대한 현황자료와 DB 구축이 미비한 상태이고, 훼손지를 대상으로하는 중장기적인 생태적 복원사업이 부재하다보니 필요에 따라 진행되는 대중적인 요법의 훼손지 복원사업이 분산되어

이루어지고 있다.

이에 훼손지 파악을 위하여 Google Earth 고해상도 영상의 자동적 모자이크 처리기법 방식을 이용한 훼손지의 검색 및 분석(Kim and Kim, 2011)과 고해상도 영상자료를 이용한 DMZ 일원 산림훼손지 판독(Park and Lee, 2016), 신규 훼손 산지 추출을 위한 과거와 최신 항공사진을 활용한 변화 탐지(Ham et al., 2013) 등의 연구가 진행되었다.

그러나 이는 어느 곳이 얼마나 훼손되었는지, 어떤

Received 11 May, 2020; Revised 20 May, 2020;  
Accepted 20 May, 2020

\*Corresponding author: Joung-Young Seo, DNC Engineering, Gyeonggi 16854, Korea  
Phone : +82-31-893-6513  
E-mail : dnceng@naver.com

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

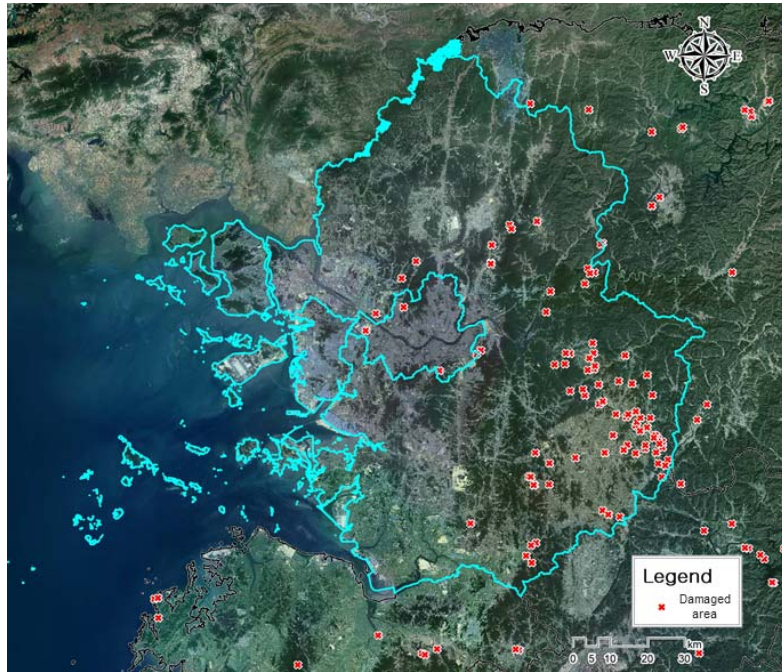


Fig. 1. Location map.

Table 1. Investigative items on the damage area

Category of damaged area	Explanation	
Survey area	Investigated by	One who actually have investigated
	Relative location	Name of area
	Weather	Fill in with a type out of 4 weather (sunny / cloudy / mist / rainy)
	Air volume	Fill in with a type out of 4 air volume (high, middle, low, none)
	Temperature	℃
	Date investigated	Actual date of investigation
	Attitude	m
	Damaged area	ha
	Damaged depth	cm
	Land use	Fill in with a type out of 7 land use
Cause of damage	Natural factor	Fill in with a damage cause out of 16 damaged area
	Artificial factor	
Damaged area type	Fill in with a damage type out of 6 damaged area	
Status and characteristics of damaged land	Add description of damages, add picture	
Threat factor	Describe the cause of damage	
Vegetation Structure	Select multiple of the four structures	
Status of land cover and vegetation	Add description of landuse and vegetation, add picture	
Surrounding water source	Fill in what is a nearby stream	

유형의 훼손이 발생하였는지 등에 대한 종합적인 훼손지의 현황에 대한 자료로 활용되기에는 한계가 있다.

또한, 환경부가 국가 생태계 보전의 큰 틀에서 추진하고 있는 ‘자연자원총량제’가 시행되면, 개발 전후의 자연자원의 총량을 비교하여 감소되는 자연자원 총량만큼을 상쇄나 대체할 수 있는 ‘대체지’를 제공하여야 하나, 현재로서는 훼손지 현황에 대한 자료를 제공할 수 없는 실정이다.

이에 따라 먼저 전국 중 자연환경의 훼손율이 가장 높은 경기권 내 훼손지의 현황을 분석하고, 훼손지의 원인 또는 영향에 따른 훼손지의 유형별 DB를 구축하는 것이 무엇보다도 중요하다고 판단된다. 더불어 개발 후 ‘자연자원총량제’에 따라 대체지를 쉽게 검색 할 수 있고, 대체지의 적정성을 과학적으로 제시할 수 있는 정보 시스템의 구축이 필요하다.

훼손지의 생태복원사업은 질적, 양적으로 저하, 파괴된 자연환경의 구조와 기능이 원래의 상태나 유사한 상태로 회복하는데 도와주는 일련의 과정의 결과물이다. 하지만 사업유형과 발주처에 따라 서로 다른 불완전한 복원방법으로 복구되고 있다.

따라서 기후변화를 완화하고, 적응할 수 있는 생태계 순응형 생태복원사업 등 다양한 기능을 반영한 복원사업을 지속적으로 추진하기 위해서는, 우선적으로 훼손지에 대한 훼손의 원인과 영향에 근거한 훼손유형별 평가를 위한 기준과 평가방법을 개발하고, 이를 토대로 훼손지를 진단할 수 있는 훼손유형별 평가체계의 구축이 시급히 이루어져야 한다고 판단된다.

이에 본 연구는 훼손지를 대상지역의 성격이나 훼손의 형태, 원인, 영향 등 다양한 요인에 따라 유형을 구분하고, 각 유형에 따라 평가항목 및 기준개발을 제시함으로써 기후변화에 따른 생태계 적응 역량을 증대하고, 자연환경의 지속가능한 이용을 도모할 수 있도록 함을 목적으로 한다.

## 2. 연구방법

### 2.1. 문헌조사 및 도면 분석

본 연구에서는 훼손지 유형분석에 앞서 생태계유형별 훼손 원인과 영향을 파악하고자 문헌조사와 도면분석을 병행하여 사용하였다.

문헌조사에서는 훼손의 원인과 유형을 분류하기 위해 이와 관련된 선행 연구를 토대로 훼손유형을 종합·분석하였으며, 훼손지 유형은 매우 광범위하며 형태 및 원인이 다양하므로 기존의 선행된 연구를 바탕으로 훼손의 원인과 그 결과에 대해 파악이 가능한 자연적인 훼손과 인위적인 훼손을 대분류로 기초하여 훼손유형을 구분하였다. 또한, 도면분석은 환경공간정보서비스에서 제공하고 있는 중분류 토지피복지도(2004년, 2007년, 2009년, 2013년)를 수집하여 각 년도마다 작성된 토지피복지도를 중첩·분석하여 토지의 변화지점을 추출하여 검토한 후 훼손지를 도출하였다(Fig 1).

### 2.2. 현장조사

현장조사는 조사지의 훼손 원인과 유형을 파악하기 위해 2018년 09월부터 10월, 2019년 04월부터 5월까지 개발사업과 산불 등으로 인해 훼손이 심각한 지역 중 경기권을 대상으로 현장조사를 진행하였다. 조사는 GIS에서 도출된 88개소를 바탕으로 훼손원인별로 유형에 따른 영향을 확인하고자 훼손 원인 및 유형, 훼손 특징, 주변식생 및 생물종, 위협요인, 주변 토지이용 등을 중심으로 야장을 구성하여 조사하였다(Table 1).

## 3. 훼손 원인의 요인 구분

자연환경이 훼손되는 원인을 구분하는 방법은 훼손 대상에 따른 구분, 훼손 형태에 따른 구분, 훼손 원인과 영향에 따른 구분 등 다양하게 나눌 수 있지만, 크게 자연적 요인과 인위적 요인으로 구분할 수 있다. 자연적 요인은 자연현상이 훼손 원인으로 작용하여 영향을 끼친 경우로 종의 손실 및 침입, 강우·바람 중력에 의한 토양 침식, 태풍·호우·해일·지하수위 변동에 의한 자연 재해, 산불로 네 가지로 구분되며, 인위적 요인은 도로 및 철도 산불, 농업활동, 국가 및 군사시설, 개발사업, 정비사업, 인간행위, 2차 훼손 등 12가지로 구분하였다(Table 2).

## 4. 결과 및 고찰

### 4.1. 훼손지 대상지역 분류

#### 4.1.1. 토지피복지도를 통한 훼손지 도출 결과

훼손지 대상지역을 분류하기 위하여 2004년, 2007년, 2009년, 2013년의 토지피복지도를 수집하였으며, 각 년도

Table 2. Damage factors and damage

Division	Analysis of damage factors	
	Factor	Major damage phenomenon
Natural factor	Species loss/invasion	Attack, exotic species / species invasion
	Soil erosion	Landslides, surface erosion
	Fluctuation of ground-water table	Wetland degradation, river sedimentation
Artificial factor	roads and railways	Terrain damage, ecosystem disturbance
	forest fires	Plantation and soil microorganism extinction
	agricultural activity	Nutrient depletion, physical weakness, soil weakness
	Military facility/activity	Damage around military bases
	Construction act	Damage to the natural environment
	maintenance work	Ecosystem disturbance in development projects
	human activity	Overfishing, poaching, etc. of biological resources
	secondary damage	Increased risk of landslides, changing land use

마다 작성된 토지피복지도를 중첩 분석하여 과거 산림, 초지, 습지였던 지역이 나지 또는 시가화 건조지역으로 변화된 지역을 추출하였다. 변화된 “나지” 또는 “시가화 건조지역” 중 토지이용규제지역 내 해당하는 지역 및 용도지역 이외 지역을 중첩 분석하여 토지이용규제지역 내 피복변화 지역과 용도지역 구분 이외 지역을 중첩 분석하였다.

이 결과, 수도권에서 5,000 m<sup>2</sup> 이상의 면적을 차지하는 훼손지는 총 1,946개소 건에 이르고 있으며, 광역생태축, 백두대간보호구역, 정맥(좌우 150 m), 개발제한구역 등의 연결성을 가진 자연보전지역 내에 위치한 훼손지는 993개소로 훼손지 전체의 51%에 해당하는 것으로 나타났다.

면적별로는 5,000 m<sup>2</sup>에서 10,000 m<sup>2</sup> 수준인 소규모 훼손지가 613건으로 훼손지의 절반 수준인 62%로 가장 많이 도출되었으며, 다음으로 10,000 m<sup>2</sup>에서 50,000 m<sup>2</sup>가 250건으로 25%로 나타나, 대부분의 훼손지가 5,000 m<sup>2</sup>에서 50,000 m<sup>2</sup>의 소규모인 것으로 나타났다.

이는 평지가 많은 지형적 특성 탓으로 파악되며, 시간이 지날수록 펜션, 전원주택 등 각종 건축물 공사, 산림 개발사업 등 인위적 훼손과 산불, 홍수, 테일러스 등 자연 재해와 같은 자연적 훼손으로 인하여 토지가 점점 훼손되고 있음을 알 수 있다.

#### 4.1.2. 영상분석을 통한 훼손지 도출

1단계로 토지피복지도에 근거한 훼손지 도출 결과, 전

국의 5,000 m<sup>2</sup> 이상 면적을 차지하는 훼손지는 총 1,946건에 이르고 있다. 최근의 인공위성 사진과 비교하여 보면, 나지로 변화된 지역이 아닌 주거, 도로 등 개발지역과 바위산, 습지 하천변, 초지 등 실제 훼손지가 아닌 경우가 추출되는 사례가 발생하였다. 이를 보완하기 위하여 2차적 보정을 진행하였고, 최종 훼손지를 도출하였다(Table 3).

도출된 훼손지를 파악해본 결과, 경기권이 84개소, 서울특별시 4개소로 총 88소가 도출되었다. 이를 보정 전 과 비교했을 때, 도출 값이 4.5% 수준으로 나타났다. 이는 1차적으로 도출되었던 훼손지가 단순히 토지피복지도에 의한 것으로 훼손지의 95% 이상이 허수인 것을 의미한다.

면적별로는 10,000 m<sup>2</sup>에서 50,000 m<sup>2</sup>가 98건으로 가장 많아 훼손지의 절반 이상인 63%(55건)를 차지하고 있으며, 다음으로 5,000 m<sup>2</sup>에서 10,000 m<sup>2</sup>가 25%(22건), 50,000 m<sup>2</sup>에서 100,000 m<sup>2</sup>가 6%(5건), 250,000 m<sup>2</sup>에서 300,000 m<sup>2</sup>가 3%(2건), 15,000 m<sup>2</sup>에서 200,000 m<sup>2</sup>가 2%(2건) 그 외 면적은 약 1% 정도씩 분포하고 있는 것으로 나타났다. 즉 대부분의 훼손지가 5,000 m<sup>2</sup>에서 50,000 m<sup>2</sup>의 소규모인 것으로 확인되었다. 그 중 자연보전지역인 지역은 총 48개소로 서울지역이 총 1건에 불과하고, 인천지역은 자연보전지역 내 훼손지가 전무하며, 경기도가 47건으로 대부분을 차지하는 것으로 확인되었다. 면적별로는 수도권 훼손지 분포와 거의 동일하며,

**Table 3.** Status of distribution of damaged land in metropolitan area

District / area		5,000- 10,000 m <sup>2</sup>	10,000- 50,000 m <sup>2</sup>	50,000- 100,000 m <sup>2</sup>	100,000- 150,000 m <sup>2</sup>	150,000- 200,000 m <sup>2</sup>	200,000- 250,000 m <sup>2</sup>	250,000- 300,000 m <sup>2</sup>	more than 300,000 m <sup>2</sup>	Total
Capital area	Total	958	858	81	20	10	4	9	6	1,946
	preservation area	250	613	81	20	10	4	9	6	993
The whole country	Total	958	858	81	20	10	4	9	6	1,946
	Preservation area	49%	44%	4%	1%	1%	0%	0%	0%	100%
		250	613	81	20	10	4	9	6	993
		25%	63%	6%	0%	2%	1%	3%	0%	51%

**Table 4.** Status of distribution of damaged land in natural conservation area with connectivity

District / area		5,000- 10,000 m <sup>2</sup>	10,000- 50,000 m <sup>2</sup>	50,000- 100,000 m <sup>2</sup>	100,000- 150,000 m <sup>2</sup>	150,000- 200,000 m <sup>2</sup>	200,000- 250,000 m <sup>2</sup>	250,000- 300,000 m <sup>2</sup>	more than 300,000 m <sup>2</sup>	Total
Seoul	Total	2	1	1	0	0	0	0	0	4
	Preservation area	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Incheon	Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Preservation area	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gyeonggi -do	Total	20	54	4	0	2	1	3	0	84
	preservation area	10	29	3	0	2	1	2	0	47
The whole country	Total	22	55	5	0	2	1	3	0	88%
	Preservation area	25%	63%	6%	0%	2%	1%	3%	0%	100
		10	29	4	0	2	1	2	0	48
		21%	60%	8%	0%	4%	2%	4%	0%	100%

10,000 m<sup>2</sup>에서 50,000 m<sup>2</sup> 면적에서 자연보전 지역 내 훼손지가 68건으로 가장 많아 전체 훼손지 169건 중 59%를 차지하고 있었고, 다음으로 5,000 m<sup>2</sup>에서 10,000 m<sup>2</sup>가 26건으로 22%를 차지하고 있는 것으로 나타났다 (Table 4).

#### 4.1.3. 훼손지 현장조사 결과

현장조사 결과, 훼손지가 아닌 것으로 판정된 3개소를 제외한 85개의 훼손지의 토지이용현황을 분석하였다. 산림지역의 훼손지가 41개소로 48%를 차지하는 것으로 나타났으며, 나지가 17개소(20%), 농업지역이 12개소(14%), 시가지 건조지역이 5개소, 습지가 6개소, 초지가 4개소로 분석되었다. 이는 절반 수준의 훼손이 산림지역에서 이루어지고 있음을 알 수 있으며, 수목과 작물을 벌

채하고 지형을 변형하는 등 다양한 문제로 인한 것으로 유추할 수 있다.

훼손 원인별로는 개발사업 60개소(71%), 농업활동 8개소(9%), 인간행위 6개소(7%), 정비사업 5개소(6%), 도로 및 철도 3개소(4%), 국가 및 군사시설(2%), 2차 훼손(1%) 순으로 나타났다. 즉, 대부분의 훼손 원인은 주택 공사, 간척지 사업 등 개발사업임을 알 수 있으며, 농업 활동과 인간행위도 16%로 나타나 자연적인 원인보단 인위적인 훼손원인이 많은 것으로 분석되었다.

훼손지 현장조사 결과를 통해 나타난 훼손지 유형은 크게 생태기반환경 부문에서 원지형 변형, 표층부 유실, 토양오염, 토양이화학성 변화 등 4개 유형, 생태환경부문에서 식생쇠퇴, 식생훼손 등 2개 유형으로 총 6개 훼손유

형으로 구분할 수 있다.

이 중 원지형변형이 61개소(71%)로 가장 많은 훼손이 일어난 것으로 분석되었다. 그 다음으로 토양오염 12개소(14%), 표층부 유실 2개소, 토양 이화학적 변화 1개소(1%)로 나타나 생태기반환경이 훼손된 곳이 76개소(89%)로 대부분인 것으로 분석되었다.

또한, 생태환경이 훼손된 곳은 식생쇠퇴가 7개소(9%), 식생훼손이 2개소(2%)로 분류되어, 생태환경이 훼손된 곳은 9개소(11%)로 분석되었으며, 2개의 유형으로 분석되었다.

결과적으로 수도권 내에서 확인된 총 85개소의 훼손지는 6개의 유형으로 구분이 가능하며, 표층부 유실, 토양 이화학적 변화, 식생훼손 유형은 거의 나타나지 않았고, 대부분의 훼손 유형은 원지형변형이 높은 비중을 차지하는 것으로 나타났다.

훼손지의 유형이 다르게 나타난 원인은 산림개발, 농업활동, 인위적인 산불, 수렵 등의 인위적인 훼손과 기후변화로 인한 국지성 산사태, 산불 등 자연재해 등으로 광범위하게 유추할 수 있다.

## 4.2. 훼손지 유형 분석

### 4.2.1. 원지형 변형

본 연구에서 원지형 변형은 기존의 지형에서 30 cm 이상 변형/훼손된 것으로 정의하며, 표층부 유실과 유사한 원인과 영향들이 나타났다. 원지형 변형은 도로 및 터널 공사나 주택단지 조성 등과 같은 각종 개발 사업으로 인해 직접적으로 발생할 수 있다. 또한, 훼손의 면적과 깊이에 영향을 미쳐 훼손을 유발하며, 개발사업으로 인한 농업 활동이나 강수량으로 인한 토양의 침식 및 사면 발생은 지속적인 표층부 유실의 원인이 된다.

### 4.2.2. 표층부 유실

표층부 유실의 훼손 특징은 원지형 변형과 유사하게 나타났다. 도로나 터널 공사, 주택단지 등으로 인한 개발 사업은 훼손을 직접적으로 시켜 기존의 지형에 비해 7~30 cm 이하로 훼손이 되는 경우 표층부 유실이 발생하며, 개발사업과 농업 활동 등으로 인한 사면 발생이 표층부 유실의 원인으로 나타났다. 결과적으로, 표층부 유실의 훼손 특징은 원지형 변형과 유사하게 개발사업, 농업 활동 등으로 인해 발생하며 그 과정에서 훼손의 깊이와 면적, 부피, 경사도 같은 특징들이 발생한다고 할 수

있다.

### 4.2.3. 토양오염

토양오염은 주택단지 조성으로 인한 개발사업 또는 농업 활동으로 인해 토양오염을 유발할 수 있는 인위적 시설들이 조성되어 나타나는 것으로 확인되었다. 주유소, 축사, 공장, 하수종말처리시설, 폐광산시설 등 오염원을 발생시키는 시설의 유·무는 중금속이나 유류 등의 비점 오염을 유입시키게 된다. 또한, 주택단지의 조성 역시 생활하수와 폐기물 적치 등의 비점오염 등을 유입시키게 되며, 주변 지역의 농업 활동이나 훼손지 내 불법 농업 활동으로 인한 농약의 사용은 토양오염을 유발하는 것으로 나타났다.

### 4.2.4. 토양이화학적 변화

토양이화학적 변화는 농업 활동으로 토양이 변하거나 인간 활동에 의한 토양 답압이 발생한 경우를 의미하며, 발생한 지역은 군부대 대전차 사격장으로 확인되었다. 이 유형의 특징은 개발사업이나 인간의 활동으로 인하여 기존의 원지형에서 토양 경도나 습도 변화가 발생하는 것으로 나타났다. 농업활동과 같은 행위는 경작지를 조성하면서 토양이 점점 산성화됨을 확인할 수 있으며 이는 토양 화학성을 변화시키는 요인이라고 할 수 있다. 따라서 토양의 물리성과 화학성의 변화에는 개발사업과 인간의 활동, 농업 활동 등으로 인한 토양 경도와 습도, 산도의 변화 등이 그 요인이다.

### 4.2.5. 식생쇠퇴

식생쇠퇴의 원인은 고온, 저온, 강우, 바람, 설해, 번개 등의 직접적 요인으로 발생하기도 하며, 원지형 변형, 표층부유실, 토양오염, 토양이화학적변화 등 생태기반 환경의 훼손에 의해 간접적으로 발생하기도 한다. 농업 활동으로 인한 토양의 변화는 토양의 산도(pH)를 변화시키며 산불이 발생하게 되면 식생이 고사하고 쇠퇴하게 된다. 또한, 병해충의 발생과 확산으로 식생이 쇠퇴하는 현상이 발생하며, 이러한 식생의 쇠퇴는 식생의 면적을 감소시키게 된다.

### 4.2.6. 식생훼손

식생훼손이 가장 많이 발생한 지역은 농업지역과 주택개발지역으로 나타났다. 이러한 현상의 특징은 주택단지 조성이나 도로 및 터널 공사를 하는 경우, 대상지의 서식처를 단절시키게 되며 이는 기존 식생 훼손의 원인이

된다. 또한, 외래종 침입으로 인한 귀화종의 증가는 총 출현종 대비 외래종 수를 의미함으로 식생의 훼손을 야기한다.

#### 4.3. 종합분석

대표적인 훼손 유형이 정해지더라도 각각의 훼손 유형이 원인과 결과가 될 수 있다. 예를 들면, 사면에 표층부 유실이 대표적으로 발생한 지역에서는 식생 쇠퇴나 식생 훼손이 발생할 수 있으며 이는 다시 토양기반을 약하게 하여 표층부 유실을 가속화시킬 수 있다.

훼손의 유형별 특징을 종합하여 분석하면, 훼손의 유형이 복합적으로 나타나는 훼손지역의 향후 훼손 가능성이나 복원 방향을 간접적으로 확인할 수 있다.

개발사업과 같은 훼손의 원인은 표층부 유실이나 원지형을 변형시키는 것뿐만 아니라 토양오염을 유발하거나 토양의 이화학성 변화에 영향을 주고, 식생의 훼손과 쇠퇴에 영향을 주는 것을 알 수 있다. 또한, 농업활동은 토양 침식, 농약 사용, 토양산도, 토양오염 유발시설 등 다양한 요인에 영향을 미쳐 훼손을 발생시키게 되고 결국 각 훼손의 모든 유형에 영향을 미치게 된다. 표층부 유실의 유형에 있어 훼손의 깊이가 부피에 영향을 미치고 표층부를 유실시키면서 이는 지속적으로 훼손을 일으키게 되는 강화 루프(Reinforcing loop)를 발생시키게 된다. 그러나 다른 특징들과 그 영향관계에 있어서는 특별한 강화나 균형의 피드백 효과가 나타나지 않으므로 루프를 형성하지 못한다.

따라서 통합인과순환지도 작성을 통해 앞에서 언급한 훼손지의 유형의 특징을 각각 별개로 인식하기 보다는 각 특징들이 서로 연계되어 있는 것을 확인하고, 각 유형별 훼손에 대한 복원 방향을 설정해야 할 필요가 있다.

#### 5. 결론

본 연구는 수도권 일원의 훼손지 현황과 훼손 원인, 훼손 영향 등을 파악하여 훼손 유형을 분류하고자 토지피복지도를 중첩 분석하여 토지의 변화지점을 추출하였다. 또한, 기존의 훼손지 유형분류가 발생한 원인(도로, 철도, 하천, 골프장 등)에 따른 훼손된 면적 위주로 훼손지의 원인만을 말하는 것이었다면, 본 연구에서는 훼손원인과 훼손 영향을 연계하여 실제 훼손된 영향을 중심으로 훼손 유형별 복원이 가능할 수 있도록 하였다.

이를 근거로 도출된 결과는 다음과 같다.

첫째, 수도권의 훼손지를 파악하기 위해 1차적으로 4개년도의 토지피복지도를 활용하여 변화지역을 확인하였고, 1차에서 약 1,946개소가 확인되었으나 정확성을 높이고자 영상분석을 실행한 결과, 경기권 64개소, 서울특별시 4개소로 총 88개소가 도출되었으며, 그 중 48개소가 자연보전지역인 것으로 확인되었다.

둘째, 현장조사 결과, 훼손 원인은 자연적, 인위적 원인, 훼손 유형은 생태기반환경, 생태환경으로 구분하였다. 또한, 도출된 훼손 원인의 세부요인에 따라 자연적 훼손 원인은 ‘종의 손실 및 침입’, ‘강우-바람-중력에 의한 토양침식’, ‘태풍, 호우, 해일, 지하수위에 변동’, ‘산불’ 등이 있으며, 인위적 훼손 원인은 ‘도로 및 철도’, ‘산불(인위적)’, ‘농업활동’, ‘국가 및 군사시설’, ‘개발사업’, ‘정비사업’, ‘인간행위’, ‘2차 훼손’ 등 총 12개 훼손원인이 도출되었다.

셋째, 훼손 유형에 관한 각각의 평가체계는 훼손유형별 평가 목적과 준전문가급 이상의 평가자 수준을 고려하여 4단계로 구성하였다.

1. 훼손지 여부, 훼손원인, 훼손유형을 파악하기 위해 현장조사를 실시한다.

2. 훼손 유형별 특징 분석을 위해 훼손지 유형분류, 훼손유형별 인과순환관계 분석을 통한 특징 분석, 정밀평가 대상지 도출을 실시한다.

3. 유형별 훼손지역의 훼손정도 정량화 및 등급화를 위해 훼손 유형별 대표 지역의 훼손 정도 측정한다. 마지막으로 훼손 정도 점수화 및 등급화를 수행한다. 훼손 유형별 훼손 정도 등급화 결과는 향후 훼손지 복원 우선순위 결정 및 복원 방향 설정 등을 위한 기초자료로서 활용할 수 있다.

본 연구의 한계점으로는 전국의 훼손지를 토지피복지도를 통해 도출하였으나, 전국 조사의 범위는 연구의 시간 및 물리적으로 불가하여 수도권(서울, 인천, 경기)으로 한정하였다. 따라서 향후 현장조사가 이루어진 수도권 지역 외 훼손지 DB의 활용 및 검증을 위한 현장 답사가 추후 이루어져야 할 필요가 있다.

#### 감사의 글

본 연구는 한국환경산업기술원의 “훼손 유형별 생태

복원사업 모델 개발 및 평가 체계 구축 사후관리 기술개발'의 지원을 받아 수행되었습니다(No. 2018000210006).

#### REFERENCES

- Ham, B. Y., Lee, C. Y., Byum, H. K., Min, B. K., 2013, A Study on detection of deforested land using aerial photographs, *J. Korean Society for Geospatial Information System.*, 21(3), 11-17.
- Kim, J. H., Kim, J. H., 2011, Accuracy evaluation of mosaic processing techniques to improve of lawfully damaged for land suitability assessment, *J. Korean Cadastre Information Association.*, 13(1), 117-128.
- Ministry of Environment, 2009, Ecology·forest·cultural heritage survey and research report in the western part of the DMZ, Ministry of Environment·National Institute of Environmental Research, Korea, 314.
- Ministry of Environment, 2013, <http://www.me.go.kr>.
- Ministry of National Defense, 2014, <http://www.law.go.kr/lsInfoP.do?lsiSeq=153884&efYd=20140810#AJAX>.
- Ministry of Security and Public Administration, 2011, Comprehensive development plan for border area; Eco·Peace Belt Nurturing Centered on the Korean Peninsula, Korea, 29.
- National Institute of Environmental Research, 2010, A Ecological survey report of central region in DMZ, Ministry of Environment·National Institute of Environmental Research, Korean, 278.
- National Institute of Environmental Research, 2012, Ecological survey of near DMZ-Ecological survey of civilian control line north-, National Institute of Environmental Research, Korean, 282.
- National Institute of Environmental Research, 2013, Ecological survey of near DMZ; Ecological survey of civilian control line north central region, National Institute of Environmental Research, Korean, 233.
- National Institute of Forest Science, 2010, Geographical range of Baekdudaegan mountain system and development of restoration model for It's deteriorated ecosystem, Korea.
- Park, J. W., Lee, J. S., 2013, Analysis on the spatial characteristics of degraded forest area using high resolution remotely-sensed data - A case study of DMZ region in Goseong-Gun, *J. Korean Institute of Forest Recreation and Welfare.*, 2013.04, 923-924.
- Sung, H. C., Kim, S. R., Kang, D. I., Seo, J. Y., Lee, S. M., 2016, Analtsis on the Type of damaged land in demilitarized zone (DMZ) area and restoration direction, *J. Korean Env.*, 19(1), 185-193.
- Sung, H. C., Seo, J. Y., Lee, S. M., 2017, Study on database construction of demilitarized zone, *J. Korean Env.*, 20(1), 143-150.
- Yeom, S. J., 2015, Basic study on damaged area types and improvement idea of the national park, *Journal of Environmental Science International.*, 24(11), 1405-1415.

---

• CEO. Joung-Young Seo  
DNC Engineering  
[dnceng@naver.com](mailto:dnceng@naver.com)