

고랭지밭의 구거복원에 따른 토양유실저감 효과분석

성윤수^{1a} · 김동진^{1b} · 이수인^{2a} · 류지철^{2b} · 김종건^{3a} · 임경재^{3b} · 김기성^{3c,†}

¹원주지방환경청 수질총량관리과 · ²국립환경과학원 유역총량연구과 · ³강원대학교 지역건설공학과

Analysis of Effect of Ditch Restoration on Soil Loss Reduction in Highland Agricultural Fields

Yunsoo Sung^{1a} · Kim Dong Jin^{1b} · Lee Suin^{2a} · Jichul Ryu^{2b} · Jonggun Kim^{3a} ·
Lim Kyoung Jae^{3b} · Kim Ki Sung^{3c,†}

¹Total Maximum Daily Load Management Division, Wonju Regional Environment Office

²Watershed and Total Load Management Research Division, National Institute of Environment

³Department of Regional Infrastructure Eng., Kangwon National University

(Received 18 August 2020, Revised 16 September 2020, Accepted 21 September 2020)

Abstract

Soil loss is a serious problem frequently caused by local torrential rainfalls due to climate change. In particular, soil loss is occurring in agricultural areas rather than urban areas, and many pollutants are introduced into rivers, causing environmental problems. To reduce soil loss, the Ministry of Environment has designated and managed non-point source management areas. The Jaun-district in Hongcheon-gun, which was designed as a non-point pollution source management area in Gangwon-do, is located in the upper stream of Soyang Lake. Most of the agricultural fields are composed of highland agriculture fields. The highland agricultural fields in the Jaun-district are also composed of large-scale farming areas, and the ditches located near the agricultural fields have been illegally used for farmland. Therefore, the local government in Hongcheon-gun is conducting a project to restore the ditches occupied by agricultural fields. However, an analysis of the amount of soil loss that can be reduced by the restoration of the ditches has not been conducted yet. Thus, the purpose of this study was to analyze the effect of reducing the soil loss from the restoration of the ditches used as agricultural fields in the Jaun-district. The SATEEC L Module was used to analyze the reduction in soil loss by ditch restoration. The SATEEC L Module was constructed to estimate the LS factor using Moore and Burch's method after calculating the slope length using the digital elevation model and the maximum allowable slope length. The LS factor and the USLE formula were used to estimate the amount of soil loss that could be reduced by ditch restoration. The analysis showed that the ditch restoration could reduce about 16.6% of the soil loss in the Jaun-district. The results of this study will contribute to the study of methods to reduce soil loss in non-point pollution management areas.

Key words : Ditch restoration, LS factor, Non-point pollution management area, SATEEC L Module, Soil loss

^{1a} 전문위원(Researcher), yss2374@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0002-9896-868X>

^{1b} 과장(Director), kimdj@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0002-7784-4928>

^{2a} 전문위원(Researcher), waterman89@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0002-3031-8090>

^{2b} 연구사(Environmental Researcher), ryu0402@korea.kr, <https://orcid.org/0000-0001-5114-0538>

^{3a} 교수(Professor), kimjg23@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8813-9282>

^{3b} 교수(Professor), kyoungjaelim@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6727-9059>

^{3c†} Corresponding author, 교수(Professor), kskim@kangwon.ac.kr, <https://orcid.org/0000-0002-7647-6561>

1. Introduction

기후변화로 인해 국내의 강우패턴은 단시간에 많은 양의 강우를 동반하는 국지성 호우로 변화하고 있다. 이러한 강우패턴으로 인해 토양유실로 인한 문제는 매해 증가되고 있다(Ho and Kang, 1988). 또한 인간의 식량자원 공급을 위해 대규모 농경지를 조성하여 안정된 지표면의 토양 및 식생피복상태를 변화시키면서 다량의 토양이 유실되고 있다(Goldman et al., 1986).

유실된 토양으로 인해 발생된 토사는 강우유출수와 함께 하천으로 유입되면서 하천 및 호소에 다량의 흙탕물이 존재하게 된다. 이로 인해 하천 및 호소 바닥에 침전된 유실토양은 생태계 파괴 및 수질악화 등과 같은 다양한 환경문제를 발생시킨다(Sung et al., 2016). 대표적인 예로 2006년에 발생한 태풍 에위니아의 여파로 인해 북한강 상류 호소인 소양호 탁수 장기화 문제가 발생되기도 하였다(Kim, 2012).

소양호의 탁수 장기화 문제를 야기한 대표적인 원인은 상류지역에 밀집된 고랭지밭에서 발생된 토양유실이 가장 큰 원인이라 할 수 있다. 고랭지밭은 작물의 생육 향상을 위해 주기적인 객토가 시행되고 있으며, 고랭지 농업 특성상 경작이 이루어지는 6~8월을 제외하고는 나지상태가 되어 토양유실에 취약한 상황이다. 또한 고랭지밭은 경사도가 급하고 고지대에 위치하고 있어 적은 양의 강우에도 토양유실이 쉽게 발생되고 있으며, 배수편의 중심의 경운이 행해지고 있어 토양침식이 가속화되고 있다(ME, 2004). 이에 환경부에서는 소양호 탁수 저감 및 비점오염물질 발생관리를 위해 소양호 상류에 위치한 고랭지밭 밀집지역을 비점오염원관리지역으로 지정하여 관리되고 있다(ME, 2017).

비점오염원관리지역으로 지정된 소양호 상류 지역 중 내린천 유역의 홍천군 자운지구는 모든 고랭지농업이 발농사에 집중되어 있으며, 하천변에 고랭지밭이 집중되어 있어 강우에 의한 토양유실이 심각한 지역이다. 또한 고랭지밭 가운데로 물이 흐르는 작은 도랑을 뜻하는 구거를 임의로 점용하여 고랭지밭으로 사용하고 있는 문제가 발생하고 있어 토양유실이 가속화 되고 있는 실정이다. 구거를 점용하여 경작하는 고랭지밭은 경사장이 길어지게 됨으로써 많은 양의 토사가 유실되는 문제가 발생되게 된다. 이에 자운지구의 행정관리기관인 홍천군에서는 농경지로 점용된 구거를 복원하는 사업을 진행하고 있지만 실제 구거 복원으로 저감되는 토양유실량에 대한 분석은 이뤄지고 있지 않아 정확한 효과를 입증하는 데에는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 비점오염원관리지역으로 지정된 내린천 유역 자운지구의 지적도상 구거 중 농경지로 사용되고 있는 구거를 복원할 경우 발생하는 토양유실 저감효과를 분석하려 한다. 또한 구거를 복원함으로써 유역단위 토양유실 저감효과를 분석하고자 한다.

2. Materials and Methods

2.1 연구대상유역 선정

고랭지밭으로 점용되어 사용되는 구거 복원에 따른 토양유실량 저감효과를 분석하기 위해 비점오염원관리지역으로 지

정되어 관리되고 있는 내린천 유역 자운지구를 대상으로 분석을 진행하였다(Fig. 1).

자운지구는 홍천군 내면 자운리, 창촌리, 광원리에 위치하고 있으며, 유역 내 하천은 내린천의 지류인 자운천이 흐르고 있다. 자운지구의 고랭지밭은 자운천 주변으로 밀집된 지형적 특징이 있다. 자운지구는 최대 표고 1,560 m, 최소고도 520 m로 구성되어 있는 산지유역이며, 전체 면적중 96.5%가 해발 600 m 이상에 고랭지밭이 위치하고 있다. 환경부의 고랭지밭에 대한 정의에 따르면 해발 400 m 이상인 지역을 고랭지로 분류(ME, 2004)하고 있으므로, 자운지구 내 경작지는 고랭지밭으로 정의할 수 있다. 현재 자운지구에서는 고랭지밭에 점용되어 밭으로 사용되고 있는 구거(도랑)살리기 사업을 진행하고 있어 사업을 통한 토양유실저감효과에 대한 분석을 하기 위해 본 연구의 대상유역으로 선정하였다.

2.2 연구대상유역의 고랭지밭 및 지적도상 구거 현황

구거를 점용하여 경작하는 고랭지밭을 파악하기 위해서는 실제 자운지구내 고랭지밭의 위치와 면적에 대한 공간 정보가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 항공정사영상과 자운지구의 지적도를 사용하여 고랭지밭과 구거현황을 파악하였다.

자운지구내 고랭지밭 현황을 파악하기 위해 국토지리정보원(MOLIT, 2018)에서 제공 중인 항공정사영상을 사용해 실제 고랭지밭 경계를 추출하였다(Fig. 1a). 사용한 항공정사영상은 2016년에 촬영하여 2017년부터 공개한 자료를 사용하였으며, 사용된 정사영상의 해상도는 50 cm로 제작되어 배포되고 있는 자료를 사용하였다. 자운지구내 고랭지밭 경계 추출은 ArcGIS의 디지털화 기능을 활용하였다. 디지털화 기능을 통해 추출한 고랭지밭 경계를 통해 고랭지밭의 실제 면적 등을 산출하였고, 실제 일부 고랭지밭 면적측량을 통한 검증을 진행하여 사용된 자료의 정확성을 확인하였다.

자운지구 내 위치한 구거현황은 국가공간정보포털(MOLIT, 2018)에서 제공 중인 자운지구의 연속 지적도상 기재되어 있는 구거의 공간적 위치와 면적정보를 추출하여 사용하였다(Fig. 1b). 지적도상 구거와 실제 고랭지밭 경계를 중첩하여 점용되어 고랭지밭으로 사용되고 있는 구거 현황을 파악하였다.

2.3 USLE 모형 및 SATEEC L Module을 활용한 입력 자료 생성

2.3.1 강우인자(R factor)

USLE 모형의 강우인자는 단순 강우량을 사용하여 산정하는 것이 아니라, 강우가 지표에 낙하될 때 발생하는 운동에너지를 이용하여 산정하도록 구성되어 있다. 강우인자의 산정을 위해 본 연구에서는 Wischmeier and Simth (1978)에 제시한 방법을 사용하였다. Wischmeier and Simth (1978)가 제시한 강우인자 산정방법은 강우강도를 강우사상별로 구분하여 산정한 다음 연도에 대해 평균해서 산정하도록 구성되어 있다. 따라서 본 연구에서는 대상지역의 기상대인 홍천군 내면기상대의 5년치(2011~2015)의 60분 단위 기상자료(KMA, 2018)를 사용하여 자운지구의 강우인자를 산정하였다(Fig. 2a).

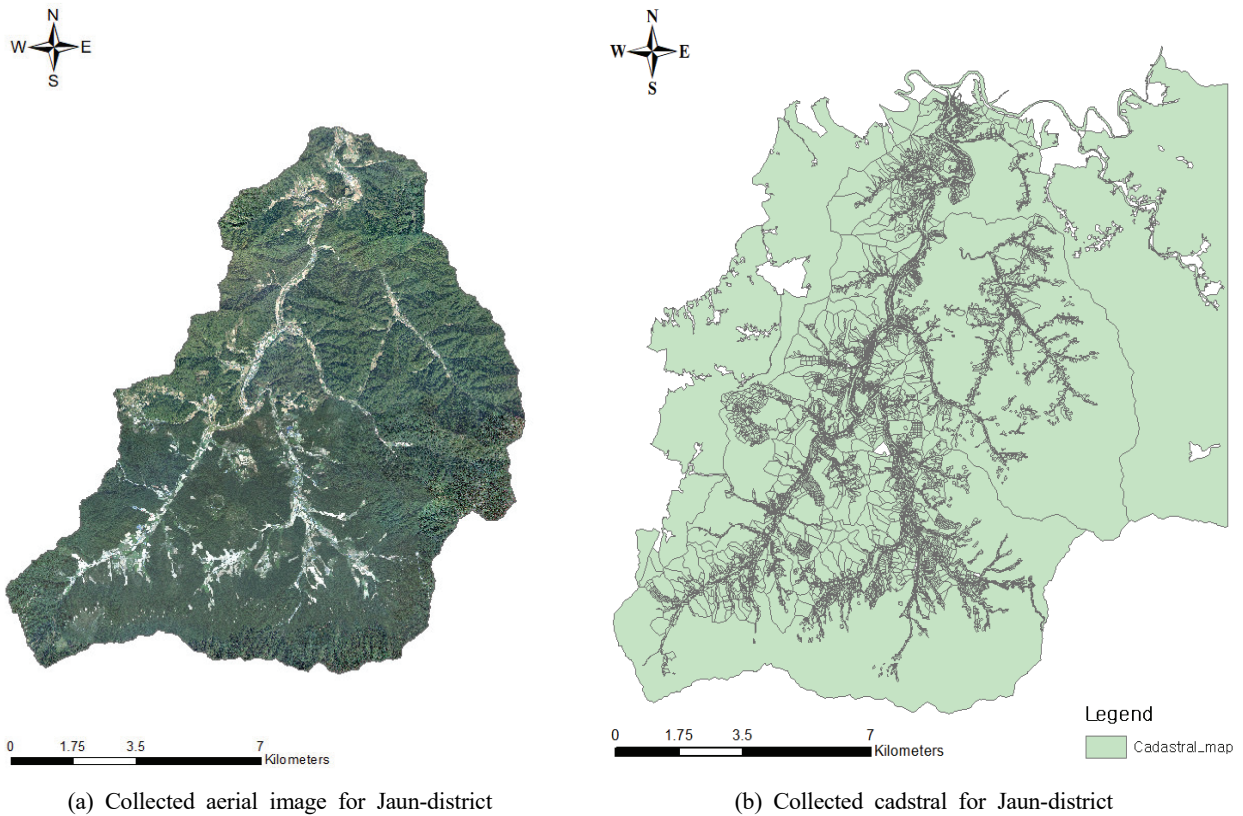


Fig. 1. Collected input file for the Jaun-district.

2.3.2 토양인자(K factor)

토양인자는 토양 침식에 영향을 미치는 토양 입자의 본포와 표토의 특성을 이용하여 토양조율에 따른 연평균 토양유실량 추정치의 차이를 반영하고 있다. 하지만 본 연구의 대상구역인 홍천군 자운지구는 작물의 재배효율을 높이기 위해 마사토를 이용한 객토가 이뤄지고 있어 정밀토양도를 사용한 토양인자 산정에 한계가 있다. 따라서 본 연구에서는 표토의 침식 현황 조사에 관한 고시(ME, 2019) 별표1 표토의 침식량 산정방법에 제시된 토양부호별 토양인자를 자운지구의 개략 토양도에 적용하여 토양인자를 산정하였다(Fig. 2b).

2.3.3 지형인자(LS factor)

강우시 유출수의 속도를 결정하는 주요 요인은 유역의 지형적 특성으로 결정되며, 이러한 점을 USLE 모형에 반영한 것이 지형인자이다. 본 연구에서는 구거를 복원한 고령지밭의 경사장변화에 따른 토양유실량 저감효과를 분석하기 위해 구거복원 전 지형인자와 구거복원 후 지형인자를 산정해야 한다. 지형인자를 산정하기 위해 표토의 침식량 산정방법에 제시된 지형인자 산정방법을 사용하였다. 제시된 방법은 1:5,000 수치지형도로 제작한 수치표고모형을 사용하여 지형인자를 산정하도록 구성되어 있다. 하지만 수치표고모형의 해상도에 따라 지형인자의 값이 상이하므로 적정 해상도를 고려한 수치표고모형을 제작하여야 한다. Koo et al. (2016)의 연구에 따르면 수치표고모형의 해상도가 지형인자에 미치는 영향이 큰 것으로 분석되었으며, 적정해상도는 10 m

20 m, 30 m 50 m로 제시하였다. 따라서 본 연구에서는 분석시간의 효율성을 위해 해상도 30 m의 수치표고모형을 제작하여 자운지구의 지형인자를 산정하였다(Fig. 2c)

2.3.4 작물피복인자(C factor)

작물이 지표에 피복되어 있으면 강우가 발생했을 때 직접적인 강우 타격에너지를 줄여 토양유실량을 저감시킨다. 또한 작물 뿌리에 의해 토양의 구조가 발달되며 공극률 또한 증가된다. 따라서 작물이 피복된 지표는 강우의 침투율을 증가시켜 토양유실량을 저감하는 효과가 발생된다. 이러한 특징을 고려한 작물피복인자는 토지에 재배된 작물의 피복률을 적용한 인자이다. 또한 토양 침식에 대한 재배작물과 지표면 관리방식의 영향을 반영하여 인자를 산정하여 모형의 사용자가 인자를 결정할 수 있도록 구성했다. 이러한 특징을 가진 작물피복인자를 본 연구에 사용하기 위해 표토의 침식량 산정방법에 명시된 작물피복인자 산정방법을 적용하였다. 명시된 산정방법은 조사대상지역의 토지이용 현황에 따른 작물피복인자를 적용하도록 구성되어 있다. 본 연구에서는 실제 토지이용현황조사에 한계가 있어 환경부 중분류 토지이용도를 활용하여 자운지구의 토지이용별 작물피복인자를 산정하였다(Fig. 2d).

2.3.5 보전관리인자(P factor)

보전관리인자는 어떠한 토양보존대책을 수립한 경작지에 대한 토양유실량과 아무런 대책을 세우지 않은 경작지에 대

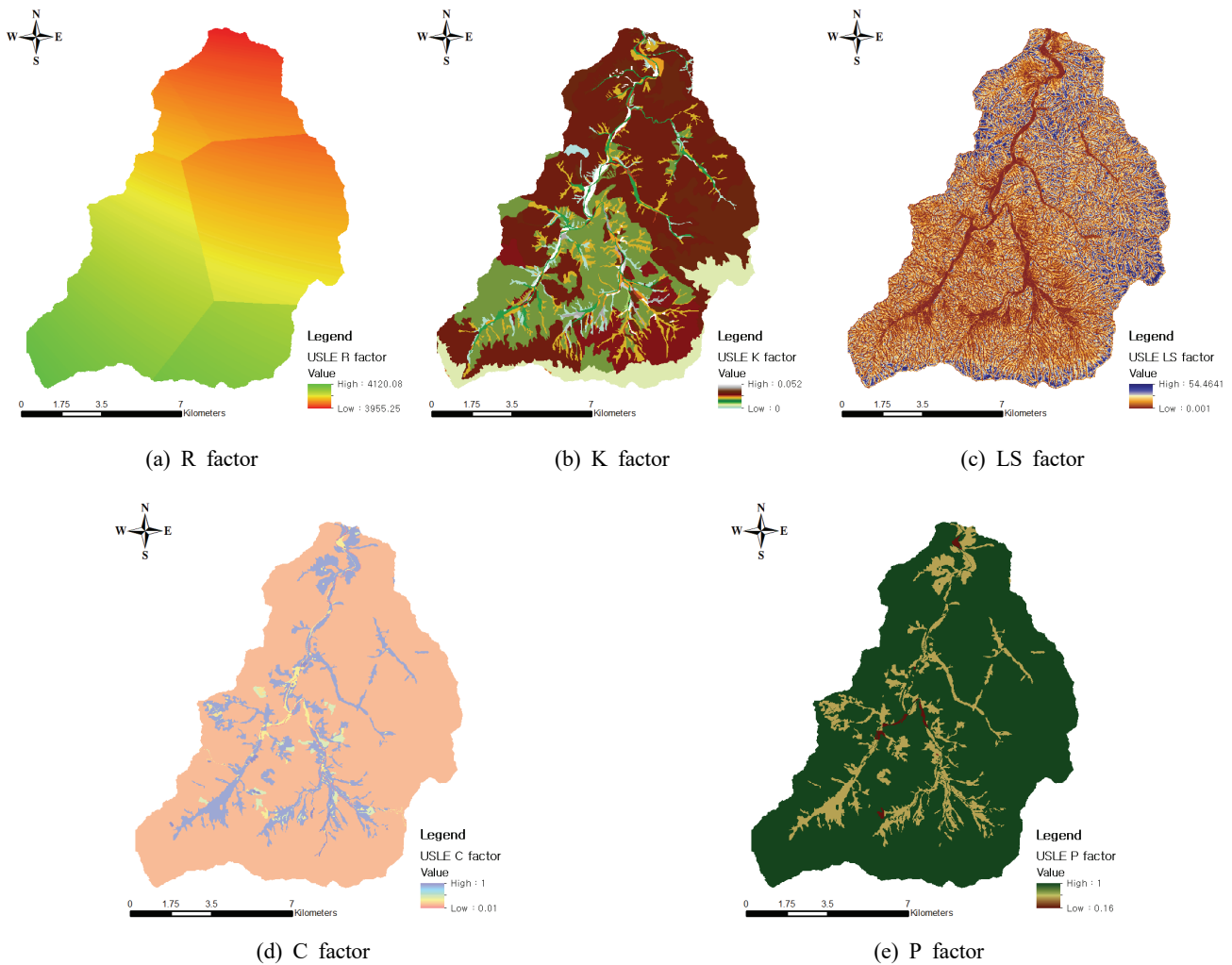


Fig. 2. USLE factor maps for the jaun-district.

한 토양유실량의 비로 정의된다. 보전관리인자는 작물의 등고선 경작, 등경사 경작, 경작지의 조도 등의 효과가 토양침식에 미치는 영향을 평가하는 인자이다. 하지만 경작방향, 경작방법, 조도 등에 대한 현장조사에 한계가 있어 본 연구에서는 표토의 침식량 산정방법에 명시된 토지이용별 경사도에 따른 보전관리인자 산정방법을 적용하여 자운지구의 보전관리인자를 산정하였다(Fig. 2e). 표토의 침식량 산정방법의 보전관리인자 산정방법은 토지이용형태가 논과 밭으로 구분한 뒤 경사도별 보전관리인자 값을 달리하여 제시하고 있다. 논과 밭을 제외한 나지, 초지, 산림, 과수원 등은 1.00의 값을 제시하고 있어 환경부 중분류 토지이용도상 논과 밭으로 이용하는 구역과 수치표고모형의 경사도를 중첩시켜 해당하는 값을 부여하여 보전관리인자를 산정하였다.

2.3.6 SATEEC L Module을 활용한 지형인자 산정

본 연구에서 고랭지밭의 구거 복원에 따른 토양유실량 저감효과 분석을 위해 사용된 모듈은 SATEEC System의 L Module이다. 먼저 SATEEC System은 토양유실량을 산정하는 USLE 모형의 입력자료(Rainfall, Soil erodibility, Crop management, Practice factice)와 지형자료인 DEM을 이용하

여 유역 내 토양유실 및 유사발생을 모의할 수 있는 시스템이다(Fig. 3)(Woo et al., 2011). SATEEC System 중 SATEEC L Module은 Kang et al. (2009)에 의해 개발된 모듈로서 SATEEC System의 입력자료인 수치표고모형과 경사도별 최대 허용 경사장을 이용하여 유역내 경사장을 산정하는 모듈이다. 이렇게 산정된 경사장과 수치표고모형에서 추출한 경사도를 Moor and Burch의 방법에 적용하여 지형인자를 산정한다. 일반적인 경사장의 범위는 10.7 m에서 91.4 m이나, SATEEC L Module에서는 자연상태에서 세류가 일어나기 시작하는 경사장 122 m를 최대 경사장으로 지정하여 LS factor를 산정하도록 구성되어 있다. 뿐만 아니라 SATEEC L Module은 경작지 내 도로 및 구거(수로)의 생성으로 인해 줄어든 경사장을 모의할 수 있을 것으로 알려져있다. Kang et al. (2009)의 연구결과에는 기존 농업지역의 토양유실량 산정을 위해 사용되는 유역모델인 SWAT과 함께 농경지에 적용된 BMP's의 효과를 분석하는데 적절한 것으로 평가되어 있다. 따라서 본연구에서는 SATEEC L Module을 사용하여 고랭지밭 내 점용된 구거를 복원할 경우 변경될 고랭지밭의 지형인자를 산정하였다(Fig. 4).

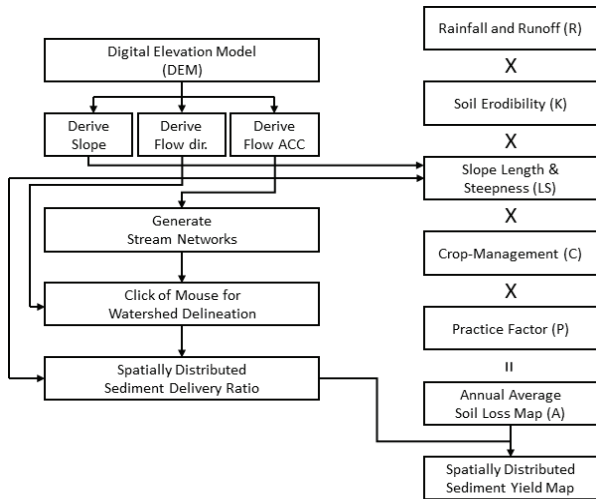


Fig. 3. Overview of the SATEEC System (Woo et al., 2011).

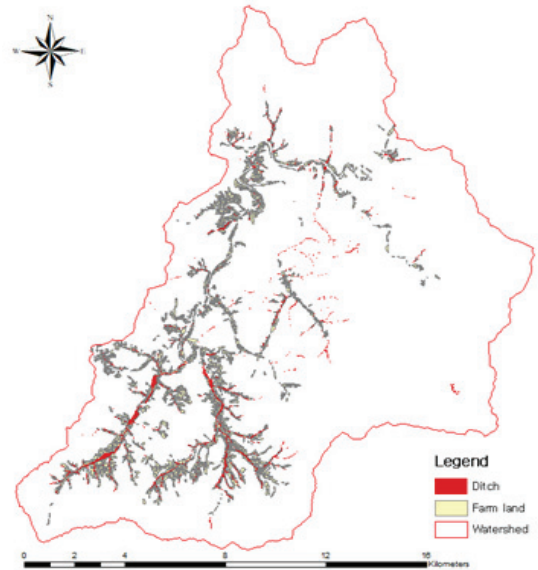


Fig. 5. Distribution of ditches in the Jaun-district.

3. Results and Discussion

3.1 내린천 유역 자운지구의 구거현황조사 결과

홍천군 자운지구내 위치한 지적도상 구거의 현황을 조사한 결과, 자운리에 약 130.7 ha, 장춘리 약 44.7 ha, 광원리 약 47.7 ha의 면적의 구거가 위치한 것으로 확인되었다. 실제 자운지구내 고랭지밭에 점용되어 경작지로 사용되는 구거의 면적현황은 자운리 약 40.06 ha, 장춘리 약 4.59 ha, 광원리 약 5.99 ha의 구거가 경작지로 점용되어 사용되고 있는 것으로 확인되었다(Fig. 5).

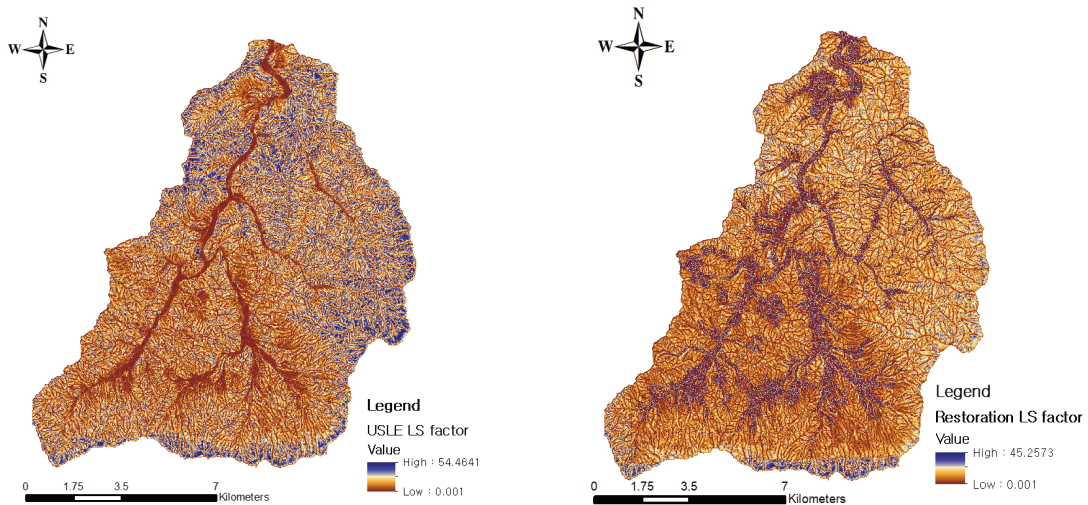
3.2 자운지구내 고랭지밭의 구거 복원에 따른 연평균 토양유실량 저감효과

자운지구내 점용된 구거를 복원했을 시 고랭지밭의 연평균 토양유실량 저감효율을 분석하기 위해 구거를 점용하여 경

작하고 있는 고랭지밭을 선정하였다. 본 분석에서는 각 리별 4개의 고랭지밭을 선정하였으며, 점용된 구거의 경사방향이 해당 고랭지밭의 경사방향에 대해 수직방향으로 위치한 고랭지밭을 선정하였다(Fig. 6).

선정된 고랭지밭에 대한 연평균 토양유실량 저감효과를 분석해본 결과(Table 1), Farm land1(자운리)의 경우 구거 복원 전 단위 면적당 연평균 토양유실량은 약 42.80 ton/ha/yr이며, Farm land1의 면적(2.42 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 103.56 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 단위 면적당 연평균 토양유실량은 약 31.13 ton/ha/yr로 분석되었으며, 구거를 복원한 Farm land1의 면적(2.31 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 85.86 ton/yr로 분석되었다. Farm land1의 구거 복원 시 연평균 토양유실량 저감효율은 약 17.09%로 분석되었다.

Farm land2(장춘리)의 경우 구거 복원 전 단위 면적당 연



(a) LS factor map before ditch restoration

(b) LS factor map considering ditch restoration

Fig. 4. Comparison of the LS factor map applying the SATEEC L Module.

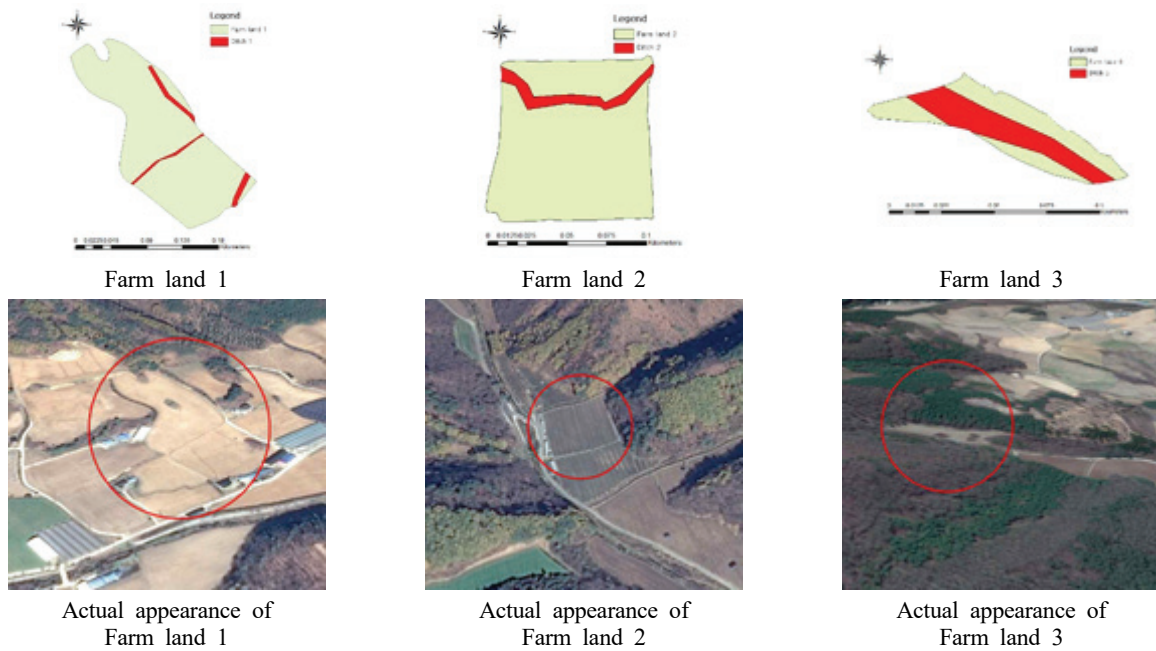


Fig. 6. Selected farm lands for ditch restoration analysis.

Table 1. Soil loss reduction effects by ditch restoration in farm lands

Classification	Before ditch restoration			After ditch restoration			Reduction efficiency (%)
	Soil loss per unit area (ton/ha/yr)	Farm land Area (ha)	Soil loss (ton/yr)	Soil loss per unit area (ton/ha/yr)	Farm land Area (ha)	Soil loss (ton/yr)	
Farm land 1	42.80	2.42	103.56	37.13	2.31	85.86	17.09
Farm land 2	13.52	0.97	13.05	12.92	0.90	11.59	11.19
Farm land 3	128.52	0.23	30.00	78.60	0.13	10.15	66.18

평균 토양유실량은 약 13.52 ton/ha/yr이며, Farm land2의 면적(0.97 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 13.05 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 단위 면적당 연평균 토양유실량은 약 12.92 ton/ha/yr로 분석되었으며, 구거를 복원한 Farm land2의 면적(0.90 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 11.59 ton/yr로 분석되었다. Farm land2의 구거 복원 시 연평균 토양유실량 저감효율은 약 11.19%로 분석되었다.

Farm land3(광원리)의 경우 구거 복원 전 단위 면적당 연평균 토양유실량은 약 128.50 ton/ha/yr이며, Farm land3의 면적(0.23 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 30.00 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 단위 면적당 연평균 토양유실량은 약 78.60 ton/ha/yr로 분석되었으며, 구거를 복원한 Farm land3의 면적(0.13 ha)을 적용한 연평균 토양유실량은 약 10.15 ton/yr로 분석되었다. Farm land3의 구거 복원 시 연평균 토양유실량 저감효율은 약 66.18%로 분석되었다. Farm land3의 경우, 복원된 구거의 면적이 복원전 고랭지밭의 면적의 약 43%를 차지하고 있어 저감효율이 높은 것으로 판단된다.

3.3 자운지구내 전체 구거 복원에 따른 연평균 토양유실량 저감효과

홍천군 자운지구 내 점용되어 경작되고 있는 구거를 모두 복원했을 때 발생하는 연평균토양유실량 저감 효과분석을

수행하였다. 각 리별(자운리, 창촌리, 광원리) 분석결과(Table 2), 자운리의 경우 구거 복원 전 고랭지밭 면적은 294.98 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 6,403.11 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 변경된 고랭지밭 면적은 255.04 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 5,067.59 ton/yr로 산정되었다. 자운리의 경우, 점용되어 경작되는 구거를 복원으로 인한 연평균 토양유실량 저감 효율은 약 20.86%로 분석되었다.

창촌리의 경우 구거 복원 전 고랭지밭 면적은 56.11 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 2,447.13 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 변경된 고랭지밭 면적은 51.52 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 2,107.17 ton/yr로 산정되었다. 창촌리의 경우, 점용되어 경작되는 구거를 복원으로 인한 연평균 토양유실량 저감 효율은 약 13.89%로 분석되었다.

광원리의 경우 구거 복원 전 고랭지밭 면적은 54.16 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 2,483.91 ton/yr로 산정되었다. 구거 복원 후 변경된 고랭지밭 면적은 48.29 ha로 계산되었으며, 전체 고랭지밭의 연평균 토양유실량은 약 2,112.85 ton/yr로 산정되었다. 자운리의 경우, 점용되어 경작되는 구거를 복원으로 인한 연평균 토양유실량 저감 효율은 약 14.94%로 분석되었다.

Table 2. Soil loss reduction effects by ditch restoration in the jaun-district

Classification	Before ditch restoration		After ditch restoration		Reduction efficiency (%)
	Farm land Area (ha)	Soil loss (ton/yr)	Farm land Area (ha)	Soil loss (ton/yr)	
Jaun-ri	294.98	6,403.11	255.04	5,067.59	20.86
Changchon-ri	56.11	2,447.13	51.52	2,107.17	13.89
Gwangwon-ri	54.16	2,483.91	48.29	2,112.85	14.94

4. Conclusion

소양호 상류에 위치한 고랭지밭은 강우시 다량의 토사가 하류로 유입되어 많은 문제가 발생되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 국가에서는 많은 예산을 투입하여 탁수 발생원 관리를 하고 있다. 하지만 실질적인 발생원 관리가 아닌 비점오염 저감시설설치로 인한 관리만 이뤄지고 있어 실제 고랭지밭에서 발생하는 토양유실량을 저감하는데에는 한계가 발생하고 있다. 이러한 한계점을 해결하기 위해서는 토양유실량 발생 조건을 조절하여 발생원관리가 필요한 시점이다. 따라서 본 연구는 비점오염원 관리지역으로 지정된 흥천군 자운지구 내 위치한 점용된 구거를 복원했을 때 발생하는 연평균 토양유실량 저감효율을 분석하였다. 연평균 토양유실량 저감효율을 분석하기 위해 유수의 흐름 단절을 모의할 수 있는 SATEEC System의 L module을 실제 구거를 점용하여 경작하는 고랭지밭에 적용하였다. 분석결과, 점용된 구거의 면적에 따라 저감효율은 다르게 분석되었지만 임의로 선정된 고랭지밭에 대해서는 11.19%에서 66.18%의 연평균토양유실량 저감효과가 있는 것으로 분석되었다. 또한 자운지구 내 위치한 점용된 구거를 모두 복원했을 때 발생하는 연평균 토양유실량 저감 효율은 약 16.56%로 분석되었다. 본 연구의 결과에서 보이는 바와 같이 점용되어 고랭지밭으로 사용되는 구거를 복원할 시 눈에 띄는 저감효과가 있는 것으로 판단된다. 본 연구의 분석결과는 모형을 통해 연평균 토양유실량 저감효과를 분석했지만, 향후 정확한 구거 복원에 따른 토양유실량 저감 효율을 분석하기 위해서는 실제 구거를 복원한 고랭지밭에 대한 모니터링 평가를 수행하여 실제 저감되는 토양유실 저감 효율을 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 2017년도 강원대학교 대학회계 학술연구조성비로 연구하였음(관리번호-520170210).

References

Goldman, S. J., Jackson, K., and Bursztynsky, T. A. (1986). *Erosion and sediment control handbook*, Mc-Graw Hill, 5.1-5.32.

Ho, C. H. and Kang, I. S. (1988). The variability of precipitation in Korea, *Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences*, 24(1), 38-97. [Korean Literature]

Kang, H. W., Kim, K. S., Park, Y. S., Kim, N. W., Oh, Y. S., Kim, J. G., Choi, Y. H., and Lim, K. J. (2009). Development and application of SATEEC L module for slope length adjustment based on topography change, *Korean Journal of Environment Agriculture*, 28(2), 113-124. [Korean Literature]

Kim, D. I. (2012). *The alternative analysis of the basin turbidity reduction effects on the reservoir and downstream river*, Ph.D. diss., Sangju-si, Gyeongsangbuk-do, Kyungpook National University. [Korean Literature]

Koo, J. Y., Yoon, D. S., Lee, D. J., Han, J. H., Jung, Y. H., Yang, J. E., and Lim K. J. (2016). Effect of DEM resolution in USLE LS factor, *Journal of Korean Society on Water Environment*, 32(1), 88-97. [Korean Literature]

Korea Meteorological Administration(KMA). (2018). *Weather data opening portal*, <http://www.data.kma.go.kr> (accessed Sep. 2018).

Ministry of Environment (ME). (2004). *Comprehensive measures for reducing nonpoint pollution in highland areas*, Sejong-si, Republic of Korea.

Ministry of Environment (ME). (2017). *Non-point pollution source management area designation notice*, Sejong-si, Republic of Korea

Ministry of Environment (ME). (2019). *Notice on the Investigation of Erosion status of Topsoil*, Sejong-si, Republic of Korea

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). (2018). National Geographic Information Institute, <http://www.ngii.go.kr/> (accessed Sep. 2018)

Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MOLIT). National Spatial Data Infrastructure Portal, <http://www.nsdii.go.kr/> (accessed Sep. 2018)

Sung, Y. S., Jung, Y. H., Lim, K. J., Kim, K. S., Park, S. K., Shin, M. H., Kum, D. H., and Park, Y. S. (2016). A study to develop monthly cover management factor database for monthly soil loss estimation, *Journal of Korean Society of Agricultural Engineers*, 58(6), 22-30. [Korean Literature]

Wischmeier, W. H. and Smith, D. D. (1978). *Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning*, The USDA Agricultural Handbook No.537.

Woo, W. H., Jang, W. S., Kim, K. S., Ok, Y. S., Kim, N. W., Jeon, J. H., and Lim, K. J., (2011). Evaluation of effects of soil erosion estimation accuracy on sediment yield with SATEEC L module, *Journal of Korean Society of Agricultural Engineer*, 53(2), 19-26. [Korean Literature]