

# 傾斜地の 耕種에 따른 流出 및 土壤流失에 관한 研究

## Runoff and Soil Losses from Sloping Lands with Different Cropping Practices

金 鎮 澤\* · 朴 承 禹\*\*  
Kim, Jin Taek · Park, Seung Woo

### Summary

This paper presents the experimental results of runoff and soil losses from sloping runoff plots under three cropping practices. Twenty-nine runoff plots having slopes of 10, 20, and 30 percent in gradient, and lengths of 10, 20 and 30 meter, respectively, were cultivated with soybean, alfalfa, and fallow conditions during 1989~1990 seasons. Crop stages were grouped based on crop canopy conditions and the cropping management factors of the Universal Soil Loss Equation were derived as ratios of the soil losses to fallow conditions.

The results from this study are summarized as follows :

1. Annual rainfall erosivity factor at Ichun station varied from 127 to 1336, averaging 472 and 200 in 1989. The month variations reach the peak in July, being 198.
2. Canopy cover percent for soybean that was taken by a photographic method increased sharply during 30 to 80 days after seeding and the results were used to identify periods for the six crop stages.
3. Annual average runoff rates from soybean and alfalfa plots were 35 and 16 percent of those from fallow ones, respectively. The runoff rates decreased as the crops grew.
4. Soil losses from soybean and alfalfa plots were 14 and 16 percent of those from fallow plots. And the crop coefficients were proposed for different crop stages.

\* 서울대학교(大學院博士過程修了)

키워드 : 경사지 유출, 토양유실, 작물피복, 강우-침

\*\* 서울대학교 農業生命科學大學

식지수

## I. 緒 論

耕地에서의 土壤流失은 비옥한 表土가 씻기워 짐으로서 耕地의 생산성을 저하시키는 원인이 되며, 그 정도가 심하면 농지의 황폐화를 초래하게 된다. 또한, 流失 土砂는 하류의 댐, 저수지 또는 수리 구조물의 내용적을 감소시키거나 기능을 저하시키고, 하천의 濁度を 높히며 토립자와 함께 비료 혹은 농약 성분 등이 流去하게 되어, 하류 구간에서 심각한 水質 문제를 일으키기도 한다. 따라서, 土壤流失은 耕地를 생산성 유지 및 비점오염의 억제를 위하여 반드시 조절되어야 할 시급한 문제로 인식되고 있는 실정이다.<sup>1, 5, 8)</sup>

土壤流失의 억제를 위한 가장 효과적인 방법은 流失이 발생하는 根源인 耕地에서의 流失量을 줄이는 것이다. 流失量의 조절방법에는 경사의 조절이나 경사장을 줄이는 방법, 적절한 耕種 및 耕耘方法, 土壤保全工法의 선택 등이 있다. 여기서 경종방법은 작부체계, 작물 짚의 정도, 보전 경운법 등을 통하여 경작지로 부터의 土壤浸蝕을 줄이는 것으로, 그 효과가 크다. 작물에 의한 地表被覆은 강우의 타격력 감소와 地表流出水의 유속 감소, 土壤 공극율을 증가시켜 강우의 침투성을 높여 地表流出 및 土壤流失量을 감소시키기 때문이다.<sup>6, 7, 12)</sup>

경지로부터의 土壤流失은 여러가지 인자들에 의하여 좌우되므로, 경작 조건에 따른 유실량의 변화를 계량적으로 표시하기 위해서는 휴경 조건에서의 유실량과의 비, 즉 작물경종계수를 실험적으로 정하여야 한다. 耕地로부터의 土壤流失量에 대한 연구는 1920년대부터 미국 전역에서 실시되어, 1960년에 이르러 현재까지 널리 응용되고 있는 USLE(Universal Soil Loss Equation; Wischmeier & Smith, 1965)가 발표되었다. USLE는 강우, 토양, 경사도 및 경사장, 작물 및 영농법, 침식조절법 등에 따른 耕地로부터의 연평균 土壤流失量을 추정한다.<sup>6, 13)</sup>

그런데, USLE의 각 인자중 작물 및 경종인자는 해당지역의 관행 영농방법에 따라 실험적으로 정의되어야 하며, 외국의 실험자료를 응용하기에는 어려움이 있다. 우리나라에서는 농촌진흥청 등에서 土壤流失 作物係數 등에 관한 연구가 실시되고 있으나, 작부체계 및 작물별 유출손실과 土壤流失量에 관한 연구는 부족한 실정이다.<sup>7, 10)</sup>

본 연구의 목적은 試驗 流出區(runoff plots)에서 경사도와 경사장 별로 耕種方法에 따른 작물 생육시기별 流出과 土壤流失量을 측정 분석 하므로, 耕種方法이 地表流出과 土壤流失에 미치는 효과를 정량적으로 분석하는데 있다. 본 연구에서는 콩과 목초(alfalfa)를 대상으로 하였으며 피복 정도에 따른 USLE의 작물 耕種係數를 정하도록 하였다.

## II. 材料 및 方法

### 1. 試驗 流出區

경사지의 경종방법별 流出損失 및 土壤流失量의 측정은 경기도 여주군에 위치한 서울대학교 농공학과 부속 시험포장에서 실시되었다. 試驗 流出區는 폭이 2m이고 길이는 10, 20, 30m이며 경사도는 각각 10, 20, 30%로서 각 경사장, 경사도에 대해 3반복으로 구성되어 총 29개의 流出區가 설치되어 있으며, 1970년대에 설치되어 운영되어온 이천시험포장을 대대적으로 재정비하여 본 연구에서 사용되었다. 본 연구에서 사용한 試驗 流出區의 전경은 Fig. 1과 같다.

試驗 流出區는 Fig. 2와 같이 차단벽으로 둘러쌓여 地表流出量이 圃場 밖으로 流失되지 않도록 하였으며, 流出區 말단에는 流出區로부터 유거되는 流出 및 土壤流失量을 수집하는 1, 2차 집수통이 설치되어 있다. 流出區로부터 유거된 流出 및 土壤流失量은 1차 집수통과 집수통내에 있는 침사통에 수집하고, 1차 집수

통을 초과하는 양은 분리관에 의해 그 1/3을 2차 집수통에 수집하였다.



Fig. 1. Runoff plot of study field, Ichun

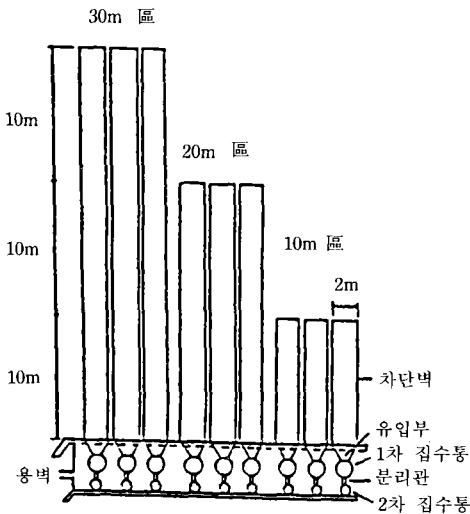


Fig. 2. Schetch of runoff plot

## 2. 土壤 特性

시험포장의 土壤은 예산통으로 투수성이 양호한 양토로서 모래 42.4%, 진흙 15.3%, 실트 40.6%로 구성되어 있고 물리적 특성은 Table-1과 같다. Table-1의 土壤의 물리적 성질로부터 USLE의 土壤 浸蝕 係數(Soil erodibility factor) K를 Wischmeier 등(1978) 및 정 등(1985)에 의하여 추정하면 0.25이었다.<sup>6, 11)</sup>

## 3. 供試 作物

試驗 流出區의 처리내용은 대비구와 처리구로 구분하였다. 대비구는 휴경구로 하고, 처리구는 콩과 목초(alfalfa)를 재배하였다. 콩은 조생종으로서 1989년 4월 23일에 파종하여 9월 1일에 수확하였으며, 목초는 1989년 5월에 산파하였는데 작황은 양호한 편이었다. 휴경구는 기간중 작물을 재배하지 않았는데 裸地상태를 유지하기 위해 수차에 걸쳐 제초제 살포와 인력으로 잡초를 제거하였다.

流出區의 배치는 10% 경사도 유출구의 경우 裸地와 콩 재배구를 배치하였으며, 20%는 裸地, 콩 초지를 배치하였으며 30% 경사도의 유출구에는 裸地와 초지 재배구로 배치하였다.

## 4. 作物 被覆 調査

대상작물의 지표면 被覆狀態(canopy cover)는 지면의 연직상방향에서 지면에 설치한 격자 내의 작물생육상태를 사진촬영하여 작물의 옆면이 차지하는 면적을 구적으로 구하여 전체면

Table-1. Soil physical characteristics of study area

SOIL Series	SILT+ VFS*(%)	SAND (%)	CLAY (%)	O.M.** (%)	PERMEABILITY	SOIL STRUCTURE	TEXTURAL CLASS	K-value
Yesan	40.6	42.4	15.3	1.3	moderate to rapid	fine granular	loam	0.25

\* VFS : Very Fine Sand

\*\* O.M.Organic Matter Content



Fig. 3. Photographic measuring of canopy percent (soybean)

적의 비로 구하였다. Fig. 3은 被覆比 산정을 위해 촬영한 사진의 예이다.

### 5. 流出 및 土壤流失量 測定

유출구의 流出量은 流出을 야기하는 자연강우 발생 이후에, 1, 2차 집수통에 집수된 流出量의 체적을 구하여 측정하였다.

土壤流失量은 침사통 및 집수통으로 유입된 토사 및 부유사를 일정량 채취하여 실내실험을 통하여 측정하였다. 土砂量은 집수통내에 침전시킨 다음 실내에서 건조기를 통한 증발법으로 증량을 결정하였다. 이때 침전되지 않은 부유물은 별도로 분리하여 채취된 양을 진공펌프에 의한 여과법을 사용하여 농도를 결정하였으며, 혼탁액의 체적으로부터 증량을 구하고 土砂量과의 합으로부터 총 流失量을 정하였다.

## III. 結果 및 考察

### 1. 降雨 特性

시험포장의 강우자료는 利川기상관측소의 일별 강우기록자료를 사용하였으며 강우량 및 강우침식지수를 계산하여 연도별, 월별로 분석하였다.

시험포장의 1974~1988년, 강우에 의한 침식이 발생할 수 있는 3월부터 11월의 강우량은 1983년의 567mm에서, 1987년의 1556mm의 범위를 보였으며 평균강우량은 902mm이었다. 강우량의 월별분포는 Table-2에 나타나 있다. 15년간의 월평균 강우량은 11월의 3mm에서 7월의 292mm의 범위를 보이며 7, 8월의 월평균 강우량은 292mm와 205mm로서 전체의 약 55%가 이 기간중에 집중되고 있다.

한편, 시험기간인 1989년의 3~11월의 강수량은 957.1mm였으며, 월별 평균은 15년 평균과 비슷한 경향을 보이나, 6월과 9월의 강수량이 15년 평균 값에 비해 2.3배, 1.7배 큰값을 보였다. 이는 작물에 의한 지표 피복정도가 낮은 시기 즉, 작물의 생육정도가 낮은 6월과 작물 수확후인 9월에 많은 강우가 발생함으로서 이로 인한 유출량 및 토양유실량이 예년값에 비해 클 것으로 판단되었다.

한편, 강우에 의한 土壤流失은 강우타격력에 의해 크게 영향을 받으며 강우타격력은 Wischmeier 등에 의해 식 (1)과 같이 강우에너지(KE)

Table-2. Monthly rainfall amount and rainfall-erosion index(R)

Items		Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Rainfall amount (mm)	avg. (1974~88)	15.9	70.5	81.9	96.9	292.1	205.1	96.8	39.6	3.3
	1989	0.0	11.6	51.0	226.5	305.5	167.0	163.5	32.0	0.0
Rainfall-erosion index (R)	avg. (1974~88)	2.7	12.4	15.5	18.9	62.7	45.6	42.9	7.7	0.6
	1989	0.0	1.6	8.2	42.8	68.4	40.8	33.7	4.8	0.0

와 30분 최대 강우강도( $I_{30}$ )의 積으로 이를 강우침식지수(Rainfall erosivity, R)라 한다.<sup>3, 6)</sup>

$$R = \frac{\sum KE I_{30}}{100} \dots\dots\dots (1)$$

여기서, 강우에너지는 식 (2)와 같다.

$$KE = 210 + 89 \log_{10} I \dots\dots\dots (2)$$

시험포장의 기준측후소인 이천지점의 1974~1988년간의 연도별 강우침식 지수를 구한 결과 연평균값은 472이고, 최소는 1976년의 127이며, 최대는 1984년 1336이었다. 최대 연강우량의 경우 최소 연강우량의 3배 정도이나 강우침식 지수는 최대값이 최소값의 10배에 달하는 큰 값을 보였다.

강우침식지수의 월별분포는 Table-2와 같이 15년 평균의 경우 7월에 198로 최대값을 보이며 7~9월의 값이 전체의 77%로서 7~9월에 土壤流失을 야기하는 강우에너지가 집중됨을 보였다.

1989년의 강우침식지수는 200이었으며, 그 월별 변화는 Table-2와 같았다. 1989년의 강우침식지수는 6월을 제외하고 15년 평균값보다 작았다. 1989년의 경우, 최대 월별 강우량은 15년 평균 최대 보다 큰 값을 보였으나 강우침식지수는 15년 평균 값보다 상당히 작았는데, 이는 강우에너지와 강우강도의 영향에 기인하는 것이다.

## 2. 作物 被覆比

작물에 의한 地表面 被覆은 강우의 직접적인 지표면 타격 방지 및 지표 유출수 유속 감소, 토양 침투성 증가 등의 작용으로 土壤流失에

중요한 영향을 미친다. 따라서, 본 연구에서는 작물 성장에 따른 地表面 作物 被覆比(canopy cover)를 측정하고, 시험포장의 영농상태와 作物 被覆比로부터 작물 생육시기를 구분하여, 작물 생육시기에 따른 作物 耕種이 流出 및 土壤流失에 미치는 영향을 고찰하도록 하였다.

시험포장에서 대상작물인 콩의 성장에 따른 作物 被覆比 조사결과는 Table-3과 같이 파종일로부터 39일 경과시 24%, 52일 경과시 47%로서 파종일로부터 30일에서 80일에 被覆比가 크게 증가하였다.

시험포장의 地表面 被覆狀態와 영농상태에 따라 6개의 생육시기로 구분하였으며 각 생육시기는 Table-4와 같이 정의하였다.<sup>6)</sup> 시험포장에서 대상기간인 1989년의 생육시기를 구분한 결과, 휴경기는 4월 1일~4월 23일, 파종기는 4월 24일~5월 23일, 신장기는 5월 24일~6월 14일, 성숙기는 6월 15일~6월 27일, 수확기는 6월

Table-4. Crop stages to the canopy cover percent

생 육 기	작물 피복비에 따른 구분
휴경기(F)	이른 봄의 휴경상태에서 2차 경운까지의 기간
파종기(SB)	휴경기 이후부터 10% 작물 피복비까지의 기간
신장기(P1)	파종기 이후부터 50% 작물 피복비까지의 기간
성숙기(P2)	신장기 이후부터 75% 작물 피복비까지의 기간
수확기(P3)	성숙기 이후부터 수확일까지의 기간
휴한기(P4)	수확기 이후부터 다음해 초기 경운까지의 기간

Table-3. Observed canopy cover percent of soybean

Date (MM/DD) (Days after planting)	4/23 (1)	5/31 (39)	6/13 (52)	6/27 (66)	7/3 (73)	7/9 (79)	7/17 (87)
Observed canopy (%)	0.0	24.0	46.7	76.0	85.5	94.0	98.0

28일~9월 1일이며 휴한기는 9월 2일 이후부터 다음해 초기 경운시까지이다.

### 3. 測定 流出量 및 土壤 流失量

시험 유출구의 유출량 및 토양 유실량 측정은 1989년 5월~7월의 6개 강우사상에 대해 실시 하였으며, 그 결과는 Table-5와 같다. Table-5와 같이 시험기간중의 총강우량 210.4mm로부터 총

6회의 유출이 관측되었으나 일부 시험구의 경우 집수통 밖으로 월류하는 등의 결과로 인하여 자료의 결측이 발생하였는데, 이를 시험구별로 표시하였다.

시험구의 시험기간 중의 강우에 대한 총유출량은 0.3~55.3mm의 범위이고 처리별 평균 유출량은 0.2~9.2mm이었다. 시험구의 총 토양 유실량은 3.8~1557.5 10<sup>-3</sup>Mg/ha의 범위이고,

Table-5. Rainfall, runoff and sediment yields from test plots

SLOPE		TREATMENT (F,S,A*)	No. of tested	RUNOFF		No. of tested	SEDIMENT	
percent (%)	length (m)			total	average		total	average
				(mm)		(10 <sup>-3</sup> Mg/ha)		
15	20	F	6	18.7	3.1	4	135.9	34.0
10	10	F	6	17.0	2.8	5	118.4	23.7
10	10	S	6	7.6	1.3	4	44.9	11.2
10	10	S	6	16.1	2.7	4	135.4	33.8
10	20	F	6	7.5	1.3	4	99.8	25.0
10	20	S	5	2.1	0.4	3	8.9	3.0
10	20	S	4	2.5	0.6	2	16.2	8.1
10	30	F	6	3.8	0.6	5	36.0	7.2
10	30	S	1	0.3	0.3	1	5.6	5.6
10	30	S	2	0.7	0.3	2	5.3	2.7
20	10	F	6	8.4	1.4	5	695.2	139.0
20	10	S	5	5.6	1.1	2	16.5	8.2
20	10	A	4	2.2	0.6	1	8.2	8.2
20	20	F	6	14.9	2.5	3	113.6	37.9
20	20	S	6	8.1	1.3	3	58.7	19.6
20	20	A	6	4.0	0.7	3	27.7	9.2
20	30	F	6	17.5	2.9	3	100.7	33.6
20	30	S	6	3.9	0.7	3	68.3	22.8
20	30	A	6	5.0	0.8	3	85.6	28.5
20	30	F	6	17.9	3.0	4	670.5	167.6
30	10	F	6	55.3	9.2	3	73.9	24.6
30	10	A	6	3.5	0.6	2	127.3	63.7
30	10	A	6	2.7	0.5	2	15.7	7.9
30	20	F	6	33.5	5.6	5	1497.6	299.5
30	20	A	5	0.9	0.2	2	3.8	1.9
30	20	A	6	4.3	0.7	3	11.8	3.9
30	30	F	6	23.3	3.9	5	1557.5	311.5
30	30	A	6	1.3	0.2	3	8.8	2.9
30	30	A	5	2.1	0.4	2	86.5	43.3

\* F, S, and A represent Fallow, Soybean and Alfalfa

처리별 평균 유실량은 1.9~311.5  $10^{-3}$ Mg/ha이었다.

#### 4. 傾斜別 流出量 및 土壤 流失量

경사에 대한 경종별 유출량 및 토양 유실량의 변화는 경사도(10%, 20%, 30%)와 경사장(10, 20, 30m)에 대하여 고찰하였으며 이는 Table-6과 같다.

시험구 유출량의 경사도에 따른 변화는 나지의 경우, 10% 1.6mm, 20% 2.3mm, 30% 6.2mm로 20%, 30%가 10%에 비해 1.4, 3.9배 큰 값을 보였으며 콩재배구는 20%가 1.0mm로 10%의 0.9mm에 비해 1.1배 증가하였으나, 초지의 경우 30%가 0.4mm로 20%에 비해 0.4배 감소하였고 이들의 평균은 20%, 30%가 10% 시험구에 비해 1.0, 2.5배 증가하였다.

경사장에 따른 유출심은 나지, 콩, 초지의 경우 모두 경사장이 길수록 증가하였으나, 단위면적당 유출량은 감소하였다. 이들의 평균값은 10m 시험구가 2.2mm, 20m 1.5mm, 30m 1.1mm로 20m와 30m가 10m 시험구에 비해 0.68, 0.5의 값을 보였다.

한편, 토양 유실량의 경사도에 따른 변화는 Table-6과 같이, 나지의 경우, 10%에서 18.6 ( $10^{-3}$ Mg/ha), 20%는 70.2, 30%는 211.9( $10^{-3}$  Mg/ha)로 20%, 30%가 10%에 비해 각각 3.8,

11.4배 큰 값을 보였다. 콩재배구는 20%가 20.5로 10%의 10.7( $10^{-3}$ Mg/ha)에 비해 1.9배 증가하였고 초지의 경우 30%가 20.6으로 20%의 15.3  $10^{-3}$ Mg/ha)에 비해 1.3배 증가하였는데 이들의 평균은 20%, 30%가 10% 시험구에 비해 2.4, 7.9배 증가하였다.

경사장에 따른 변화는 나지의 경우 20m, 30m가 10m 시험구에 비해 큰 값을 보이나 콩과 초지 재배구의 경우 경사장이 증가하여도 뚜렷한 변화는 보이지 않았으며 이들의 평균값은 비슷한 경향을 보였다.

이상으로 부터 유출량 및 토양 유실량에 미치는 지형 경사도의 영향은 경사도가 증가함에 따라 나지, 콩, 초지 재배구의 유출량과 토양 유실량이 크게 증가하였으며 나지에 비해 작물 재배구의 증가폭은 작았다. 한편, 경사장의 유출 및 토양 유실량에 미치는 영향은 뚜렷하게 발생하지 않았는데 이는 시험구의 경사장이 10~30m로서 강우에 의한 지표유출이 집중흐름(concentrated flow)을 발생하지 않고 대부분 면상흐름(sheet flow)인 것으로 판단된다.

#### 5. 耕種別 流出量 및 土壤 流失量

경사지 토지이용에 따른 경종별 유출량 및 토양 유실량 변화는 휴경구, 콩재배구 및 초지 재배구에서 측정 분석되었으며 Table-7과 같다.

Table-6. Runoff and sediment yields to the slope

Parameter	Treatment	Slope percent				Slope length			
		10%	20%	30%	avg.	10m	20m	30m	avg.
Runoff (mm)	fallow	1.6	2.3	6.2	3.4	4.5	3.1	2.5	3.4
	soybean	0.9	1.0	-	1.0	1.7	0.8	0.4	1.0
	alfalfa	-	0.7	0.4	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5
	avg.	1.3	1.3	3.3	1.6	2.2	1.5	1.1	1.6
Sediment ( $10^{-3}$ Mg/ha)	fallow	18.6	70.2	211.9	100.2	62.4	120.8	117.4	100.2
	soybean	10.7	20.5	-	15.6	17.8	10.2	10.4	12.8
	alfalfa	-	15.3	20.6	18.0	26.6	5.0	24.9	18.8
	avg.	14.7	35.3	116.2	44.6	35.6	43.3	50.9	43.9

- . not cultivated

Table-7. Runoff and sediment yields to the treatment

TREATMENT	RUNOFF			SEDIMENT				
	No. of tested	total average (mm)	ratio to fallow	No. of tested	total average (10 <sup>-3</sup> Mg/ha)	ratio to fallow		
Fallow	66	217.8	3.30	1.00	46	5099.1	110.85	1.00
Soybean	41	46.9	1.14	0.35	24	359.8	14.99	0.14
Alfalfa	50	26.0	0.52	0.16	21	375.4	17.88	0.16

Table-7에서 경종별 평균 유출량은 휴경구가 3.3mm, 콩재배구 1.1mm 그리고 초지재배구가 0.5mm로 콩 및 초지재배구의 경우 휴경구의 0.35, 0.16의 값을 보였다.

경종별 평균 토양 유실량은 휴경구 110.9 10<sup>-3</sup> Mg/ha, 콩재배구 15.0 10<sup>-3</sup>Mg/ha 그리고 초지재배구가 17.9 10<sup>-3</sup>Mg/ha이었다. 콩재배구와 초지재배구의 유실량 비교는 초지가 큰 값을 보였는데 이는, 콩재배구는 10~20% 경사도 시험구에서 실시되었으며 반면 초지는 20~30% 경사에서 실시된 결과로 판단되며 이들 경종이 공통으로 실시된 20% 경사의 경우 콩재배구가 19.9 10<sup>-3</sup>Mg/ha, 초지재배구는 17.3 10<sup>-3</sup>Mg/ha 으로 초지 재배구가 콩 재배구보다 약간 작은 값을 보였다.

6. 생육시기별 유출량 및 토양 유실량

시험구의 생육시기별 유출량 및 토양 유실량은 생육기간중 휴경기와 휴한기를 제외한 4개 생육시기에 대해 측정 분석되었으며 나지상태의 유출량 및 토양 유실량에 대한 비율로서 Table-8에 나타나 있다.

생육단계별 경종별 유출량 변화는 파종기의

경우 콩은 裸地값의 0.97, 초지는 0.47이며, 신장기는 콩 0.68, 초지 0.17, 성숙기는 콩 0.66, 초지 0.10이고, 수확기는 콩 0.15, 초지 0.08이었다.

콩재배구의 流出量은 생육초기 단계인 파종기는 裸地의 97%로서 裸地 流出量과 비슷하나 신장기와 성숙기에는 裸地의 70% 정도이며 수확기에는 裸地의 15% 정도로 流出量이 작은 값을 보였다. 초지 재배구의 경우 생육 초기에는 나지의 50%에서 수확기 8%로 작물이 성장함에 따라 裸地에 비해 상당히 작은 流出量을 나타내었다.

土壤 流失量의 경종별 생육기별 비교는 파종기에는 콩 1.17, 초지 0.92, 신장기는 콩 0.28, 초지 0.28, 수확기는 콩 0.23, 초지 0.20이었다. 성숙기는 시험구 측정이 실시되지 못하였다.

콩재배구의 土壤 流失量은 파종기에는 裸地 土壤 流失量보다 큰 값을 보였고 신장기는 28%, 수확기는 23%로서 작물 피복이 증가함에 따라 裸地 流失量에 비해 상당히 작은 값을 보였다. 초지재배구 생육시기별 토양 流失量은 콩재배구와 비교하여 비슷한 값을 보였으나 초지의 경우 경사도가 20%~30%로 콩의 10%~

Table-8. Seasonal runoff and sediment ratio to fallow

Parameter	Treatment	Seasonal ratio to fallow			
		SB	P1	P2	P3
Runoff	soybean	0.97	0.68	0.66	0.15
	alfalfa	0.47	0.17	0.10	0.08
Sediment	soybean	1.17	0.28	-	0.23
	alfalfa	0.92	0.28	-	0.20



Table-9. Seasonal C values of soybean

Crop stage	Relative soil losses to the fallow			
	SNU	IAS	RDC*	USLE**
SB	1.17	0.36	0.45	0.56
P1	0.47	0.10	0.39	0.43
P2	-	0.03	0.13	0.30
P3	0.23	0.02	-	0.13
Average	0.62	0.13	0.32	0.36

\* monthly value(SB : may, P1 : June, P2 : July)

\*\* bean after bean, residues 1 ton, cover after plant 10%

20% 보다 큰 것을 고려할 때 생육시기별 초지에 의한 토양유실 억제효과는 콩에 비해 상당히 클 것으로 판단된다.

이상의 결과와 국내 및 국외 연구결과의 비교는 Table-9와 같다. Table-9의 연구 자료로는 농촌진흥청 농업기술연구소(IAS, Institute of Agricultural Sciences), 농어촌진흥공사(RDC, Rural Development Corporation) 그리고 Wischmeier 등의 USLE 자료를 사용하였다. 6, 10, 12)

IAS의 경우 1981년에 시험이 실시되었으며 시험 유출구의 경사장은 10m, 경사도는 20%의 2반복이며, RDC는 1978년에 경사장 10~30m 경사도 10~30%의 총 29반복으로 작물 생육 시기의 구분이 없는 월별값이며, USLE의 경우 미국내 여러 지역에서 오랜 기간 다양한 경사에 대한 연구결과로 작부체계는 前年度에 콩을 재배하였고 수확직후 잔유물이 1톤 정도이며 파종후 10% 지표피복의 경우에 대한 값이다.

생육기간별 작물계수 C값은 SNU, USLE, RDC, IAS 順이며 USLE와 비교하면 RDC의 경우 30%정도 오차이며, IAS는 70%정도 작았으며 본연구는 65%정도 큰 값을 보였다.

국내시험 비교결과 각각의 시험결과의 차이가 크게 나타났으며 이는 파종시기, 파종후 피복상태, 전년도 작부체계, 식생정도 그리고 영농방법 등의 차이에 의한 것으로 판단되며 또한, 이들 연구가 단기간 시험결과인 점에 그 원인이

있을 것으로 고찰되며 앞으로 장기간의 시험을 통해 이들 값의 추정이 실시되어야 할 것이다.

#### IV. 結 論

傾斜地에서의 作物 耕種 및 지형 경사에 따른 생육시기별 流出 및 土壤 流失量을 분석하기 위하여 시험포장의 土壤, 作物 被覆比, 강우특성 등을 조사하고 자연강우로 인한 流出 및 土壤 流失量을 측정 분석하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 利川측후소의 15년 강우자료로 부터 연강우-침식지수를 계산한 결과 127~1336의 범위이고 평균 472이였으며 1989년의 경우 200이었는데, 월별분포는 7월에 198로 최대 이었다.

2. 콩의 作物 被覆比를 사진촬영법으로 측정하였으며 파종일로 부터 30일이어서 80일 경과 시 피복비가 크게 증가하였으며 이로부터 생육시기를 휴경기(4월 1일~4월 23일), 파종기(4월 24일~5월 23일), 신장기(5월 24일~6월 14일), 성숙기(6월 15일~6월 27일), 수확기(6월 28일~9월 1일), 그리고 휴한기(9월 2일 이후)로 구분하였다.

3. 시험구의 유출량 및 토양 유실량은 1987년 5~7월의 6개 강우 사상에 대해 실시하였으며 경종별 평균 유출량은 나지가 3.3mm 콩재배구 1.1mm 초지재배구 0.5mm이었고, 토양 유실량은 나지가 0.11Mg/ha 콩재배구 0.02Mg/ha 초지재배구 0.01Mg/ha이었다.

4. 경사도와 경사장이 시험구의 유출량과 토양 유실량에 미치는 영향은 경사도의 경우 경사도가 증가함에 따라 유출량과 토양유실량이 현저히 증가 하였으나, 경사장의 경우는 영향이 크지 않았다.

5. 생육시기별 경종별 유출량과 토양 유실량을 구하였으며 생육시기별 평균 土壤 流失量 즉 작물계수 C값을 국내외 연구 결과와 비교하여 그 값의 정도를 고찰하였다.

본 논문은 1991년도 교육부지원 한국학술 재단의 자유공모과제 학술연구조성비에 의하여 연구되었음.

### 參 考 文 獻

1. American Society of Civil Engineers (ASCE). 1975. Sedimentation engineering. New York. p. 745.
2. Ellison, W. D. 1947. Soil erosion studies- Part I. Agr. Enger. 28(4) : 145-146.
3. Foster, G. R., L. D. Meyer, and C. A. Onstad, 1977. A runoff erosivity factor and variable slope length exponents for soil loss estimates. Trans., ASAE 20(4) : 684-687.
4. Laflen, J. M., J. L. Baker, R. O. Hartwig, W. F. Buchele, and H. P. Johnson, 1978. Soil and water loss from conservation tillage systems. Trans., ASAE 21(5) : 881-885.
5. Schwab, G. O. et al. 1981. Soil and water conservation engineering. John Wiley & Sons.
6. Wischmeier, W. H., and D. D. Smith, 1978. Predicting rainfall erosion losses-A guide to conservation planning. Agr. Handbk. No. 537. U. S. Dept. Agr., Washington, D. C. p. 58.
7. 金鎮澤, 1989. 小流域의 土壤浸蝕 및 堆積模型的 適用. 서울대학교 대학원 농공학과 석사학위 논문.
8. 金鎮澤, 朴承禹, 徐承德, 1993. 관개용 저수지의 퇴사량과 유역 유사량 추정식. 한국농공학회지 35(2) : 104-115.
9. 朴承禹, 金鎮澤, 金秉振. 1988. 小流域의 土壤浸蝕 및 堆積模型的 適用. 서울대학교 농학연구 13(2) : 37-45.
10. 農林水産部, 農業振興公社 試驗所, 1978. 농지보전시험사업연구보고서. p. 109.
11. 鄭英祥, 慎齊晟, 慎鏞華, 1976. 傾斜地土壤의 浸蝕性因子에 關하여. 한토비지 9(2) : 109-115.
12. 鄭弼均, 高文煥, 嚴基泰, 1985. 土壤流失量 豫測을 위한 作付因子 檢討. 한토비지 18(1) : 7-13.
13. 趙國光, 朴成宇, 1981. 傾斜地에서의 土壤流失(地形因子를 中心으로). 한국농공학회지 23(2) : 54-60.