



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	傾斜枠試験による土壌流亡挙動の研究（Ⅲ）：侵食挙動の季節的特性
Author(s)	長沢, 徹明; NAGASAWA, Tetuaki; 梅田, 安治 他
Citation	北海道大学農学部邦文紀要, 17(4), 465-471
Issue Date	1991-10-05
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/12138
Type	departmental bulletin paper
File Information	17(4)_p465-471.pdf



傾斜枠試験による土壌流亡挙動の研究 (III)

— 侵食挙動の季節的特性 —

長 沢 徹 明・梅 田 安 治・李 里 漫

(北海道大学農学部農業工学科土地改良学教室)

(平成3年5月24日受理)

Behaviors of Soil Loss in Slope-Lysimeter (III)

— Seasonal characteristics of erosion —

Tetuaki NAGASAWA, Yasuharu UMEDA and Liman LI

(Department of Agricultural Engineering, Faculty of Agriculture,
Hokkaido University, Sapporo, Japan)

1. ま え が き

傾斜農地の侵食抑制をはかり防災対策手法を確立するためには、侵食挙動を把握するとともに侵食流亡土量を的確に予測する必要がある。USLEに代表される予測手法は、具体的な侵食抑制対策を設定するため、影響因子を定量的に評価する方法である。そして、対象地域の気象、土壌、地形条件などに応じて検討されるべきものである。しかし、侵食現象は地域的差異が大きだけでなく、年・季節などによっても変化する。すなわち、時間的条件は侵食の本質を把握するうえできわめて重要な因子である。なかでも、季節的な侵食状況を把握し侵食流亡土量を評価することは、農地保全や防災施設の管理、河川・流域環境保全などに対して大きな意義を持つと考えられる。たとえば、侵食量や影響因子の評価を平均的に取り扱うと、抑制対策が季節によって過大、あるいは過小となり、合理的な対策が困難になるであろう。

侵食状況を季節別に把握する必要性はすでに指摘されている¹⁾。しかし、地域により季節の気候条件は異なることから、当然侵食状況も地域ごとに異なるであろう。気候条件が大きく変動するわが国では、こうした検討を一層進める必要があると考える。とくに北海道は、春から夏にかけての乾燥、秋の多雨、冬の積雪や地盤凍結、そして春先の融雪・融凍といった変化がきわめて大きい気候条件にあることから

重要な検討課題である。

2. 試験の目的と方法

降雨および融雪による流出・侵食挙動を検討することを目的とし、北海道大学農学部附属農場に設置した傾斜試験枠において、1988年12月~1989年11月の1年間を通して、表面流出水量と侵食流亡土量の観測を実施した。

試験枠と観測方法についてはすでに報告した²⁾ものと同様である。試験枠(5.0 m×1.0 m, 9%)は4面からなり、これを2組に分けた。各組は裸地および草地からなり、1組は冬季除雪して強制的に地盤表層を凍結させ、他は自然積雪状態とした。除雪枠の観測結果に基づく地盤の凍結融解と水食の関係については、前報³⁾で論述した。ここでは降雨や融雪にともなう裸地試験枠の侵食状況の観測を通じて、USLEによる降雨流出係数、土壌係数などの季節的特性を検討する。

3. 降水・流出・侵食の年間挙動

3-1) 侵食性降雨

降雨があれば必ず侵食が発生するというものではない。ある降雨量、降雨強度を越えたときに侵食は発生し、限界降雨強度などの用語が当てられる。USLEでは、降雨量が0.5 inch(約12.7 mm)以上で連続無降雨時間が6時間以内のもの、またそれより小さい降雨量でも15分間降雨量が0.25 inchを

Table 1. Rainfall, runoff and soil loss (1989. 4~11)

	All rainfalls with soil loss (A)	Erosive rainfalls by USLE (B)	(B/A)×100 (%)
Nummber of rainfall	36	17	47.2
Rainfall amount (mm)	667.0	545.0	81.7
Surface runoff (mm)	253.09	218.31	86.3
Soil loss (g/m ²)	488.64	449.66	92.0

こえるものを侵食性降雨としている⁴⁾。なお、降雨強度が3 mm/hr をこえると侵食に有効とする指摘もあり⁵⁾、土地改良事業計画設計基準では2~3 mm/10 min 程度をもって限界降雨強度としている⁶⁾。

本研究の場合、積雪期を除く1989年4月1日~11月31日の期間に78回の降雨があり、うち36回の降雨により流出・流亡が発生した。さらに、そのうちUSLEに定義される侵食性降雨は17回で、侵食が発生した降雨数の半分以上である。しかしTable 1から明らかなように、USLEで定義される侵食性降雨による流出水量は全体の86%、流亡土量は92%を占め、これ以外の降雨による比率は全流出水量の14%、全流亡土量の8%にすぎない。したがって、USLEの侵食性降雨に限定した場合でも、データ処理数および侵食流亡土量予測の誤差を小さく抑えられることになる。

一方、流出・流亡をともなった降雨のうちピーク降雨強度が3 mm/hr 以下の降雨は9回(1.0~2.5 mm/hr)で、降雨量は1.5~8.0 mmであった。これらの降雨による流出水量は8.29 mmで全流出水量の3.3%、流亡土量は3.30 g/m²で全流亡土量の0.7%にすぎない。したがって、ピーク降雨強度が3 mm/hr 以下の降雨では、侵食はほとんど問題にならないと考えられる。

3-2) 降雨流出係数と土壌係数

侵食流亡土量予測式いわゆるUSLEは次式で示される⁴⁾。

$$A = RKLSCP \dots\dots\dots (1)$$

ここで、R：降雨流出係数 K：土壌係数
L：斜面長係数 S：斜面勾配係数
C：作物管理係数 P：保全係数

降雨流出係数Rは、地域における降雨の侵食性を表わす指標であり、侵食性降雨の運動エネルギーEとその降雨の30分ピーク降雨強度Iとの積(EI値)の年間合計値である。積雪寒冷地域においては、融雪流出係数R_sを加えてR値とする⁷⁾。土壌係数Kは、土壌の受食性を表わす指標であり、その土地の地盤状態や土壌の性質に支配される値である。

USLEの基準による融雪流出係数は、12月~3月の降水量(cm)を1.0倍することで求められる。ここで対象としている観測期間においては、既報のように22.8 m²・tf/ha・hrを得ている³⁾。4月~11月の降雨期間において、流出・流亡が発生した全降雨によるEI値の合計は143.32 m²・tf/ha・hrで、融雪流出係数を加えた年間R値は166.12 m²・tf/ha・hrとなる。また、USLEが定義する侵食性降雨の合計EI値は132.47 m²・tf/ha・hrで、融雪流出係数と合わせた年間R値は155.27 m²・tf/ha・hrとなる。積雪・融雪期と降雨期の流亡土量は、それぞれ1.1 g/m²、488.3 g/m²であった。

つぎに試験区の土壌係数を求める。すなわち、裸地区における1年間の侵食流亡土量(A)、L=0.476、S=C=P=1をそれぞれ(1)式に代入することにより土壌係数Kが得られる。この場合、降雨(融雪)

Table 2. Rainfall-runoff and soil erodibility factors

	Number of rainfall	Rainfall amount (mm)	Rainfall-runoff factor R(m ² ・tf/ha・hr)	Soil erodibility factor K(hr・t/m ² ・tf)
All rainfalls with soil loss	36	667.0	166.12*	6.18×10 ⁻²
Erosive rainfalls by USLE	17	545.0	155.27*	6.62×10 ⁻²

* Snowmelt-runoff factor R_s=22.80 (m²・tf/ha・hr) is involved.

流出係数 R のとり方によって、土壌係数の算出には 2 とおりの方法が考えられる。1 つは流出・流亡をとめた全降雨と融雪流出による R であり、もう 1 つは USLE の規定による侵食性降雨と融雪流出による R によって計算される (Table 2)。これらの結果により、降雨のとり方で土壌係数 K には当然違いが生じるが、その差は 7% 程度であることが分かった。

札幌地域の降雨 (融雪) 流出係数 R は、報告されている各地の値、たとえば京都の $394 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}^8)$ 、宮崎の $680 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}^{11)}$ 、那覇の $856 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}^9)$ などにくらべると格段に小さいことを示している。また、種田によって提示された札幌の値 $65 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}$ (降雨のみによる) よりも 2 倍程度大きい。年変化の大きい水文条件を考えると、継続した観測と検討が必要である。土壌係数 K については、洪積土 (近畿) の $0.482 \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$ 、安山岩風化土 (四国) の $0.695 \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$ 、国頭マージ (沖縄) の $0.718 \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}^{10)}$ に比べてかなり小さく、受食性は低いとみることでよい。また、南九州の黒ボクは $0.089 \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$ とされ、これに近い性質とみなされる。

3-3) 降雨特性と流出水量・流亡土量

水食には降雨の性質が強く影響する。ここでは、降雨の諸性質のうち降雨量、ピーク降雨強度および EI 値を取り上げ、流出水量・流亡土量との関係を検討する。Table 3 は、水土流出が発生した全降雨について、上記の降雨因子が流出水量と流亡土量に及ぼ

Table 3. Relations between surface runoff, W , soil loss, G , and rainfall amount, P , peak rainfall intensity, I_{60} , EI value

$W \sim P$	$\log W = 1.42 \log P - 1.25$	$r = 0.67$
$W \sim I_{60}$	$\log W = 2.13 \log I_{60} - 1.02$	$r = 0.70$
$W \sim EI$	$\log W = 0.91 \log EI + 0.22$	$r = 0.72$
$G \sim P$	$\log G = 1.37 \log P - 1.10$	$r = 0.71$
$G \sim I_{60}$	$\log G = 2.34 \log I_{60} - 1.05$	$r = 0.84$
$G \sim EI$	$\log G = 0.95 \log EI + 0.32$	$r = 0.83$

す影響を比較した結果である。これによれば、流出水量・流亡土量のいずれもが、降雨量より降雨強度あるいは EI 値との相関性が高い傾向を示す。ちなみに流亡土量と 1 時間ピーク降雨強度および EI 値との関係を Fig. 1, Fig. 2 に示す。Fig. 2 により、春期の EI 値ならびに流亡土量は相対的に小さく、夏期

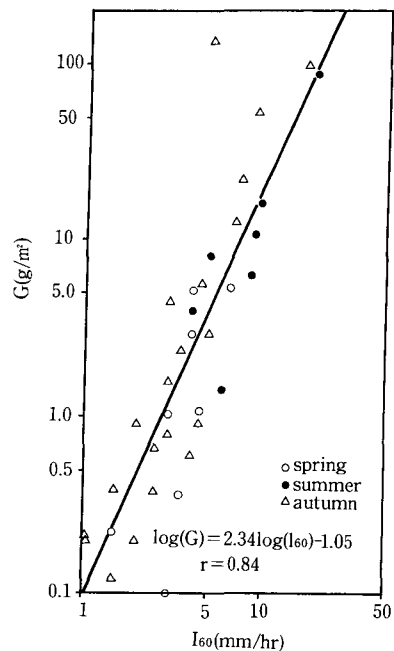


Fig. 1. Relation between soil loss, G , and hourly peak rainfall intensity, I_{60} (1989.4~11)

には大きい傾向が認められる。また、秋期はデータの散布幅が広く、EI 値の大きい降雨については夏期に比べて流亡土量が大きくあらわれている。

4. 季節別の侵食特性

1988 年 12 月 1 日から 1989 年 11 月 30 日までに観測された 1 年間の降水量は 973 mm で、平年の 1,158 mm¹¹⁾ と比べると相対的に少ない年であった。12 月~3 月の降水量 228 mm は大部分が降雪であり、4 月~11 月の降雨は 78 回で合計 745 mm である。それらの降雨のうち、流出・流亡が発生したのは 36 回であり、降雨数の 46% であるが降雨量では 90% を占めている。

季節別の侵食特性を検討するため、Table 4 に示すように 1 年を 4 つの期間に分けて考察する。積雪・融雪期を除く季節別の降雨特性を Table 5 に、裸地枠の表面流出と土壌流亡状況を Table 6 に示す。これらによれば、降雨特性・表面流出および土壌侵食状況は、季節によって明らかに異なっている。

4-1) 積雪・融雪期の降水と侵食

積雪・融雪期とした 1988 年 12 月から 1989 年 3 月の降水量 228 mm は、平年値 385 mm¹¹⁾ の 60% 程度

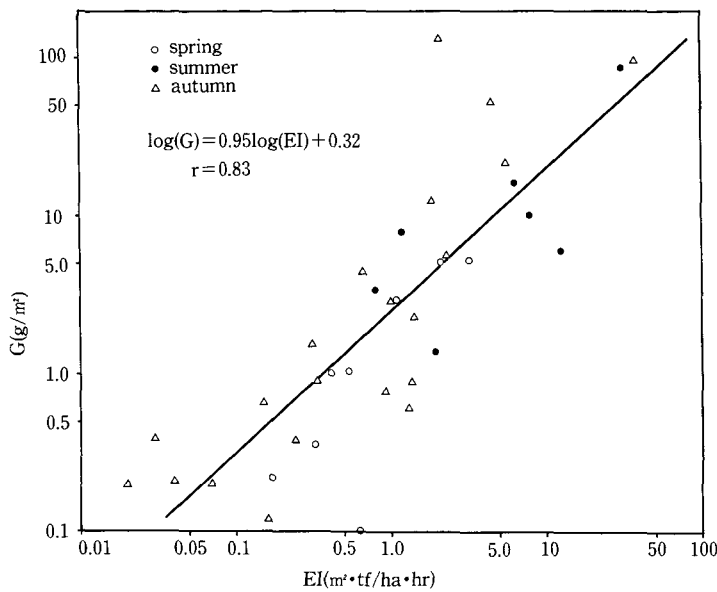


Fig. 2. Relation between soil loss, G, and EI of rainfall

である。日平均気温が0℃以下のときの降水を降雪と考えると、この期間の降雪量は139.5 mmとなる。融雪直前の2月28日に観測された積雪深は20 cmで、当時の積雪密度0.33 g/cm³により積雪相当水量は66 mmとなる。したがって、降雪は冬期間を通じてその半分程度が融雪期まで堆積し、春先の比較的短期間に融解する。積雪期間中においても、気温上昇および降雨により融雪が発生したと推測されるが、流出・流亡は発生していない。2月下旬から本格的な融雪が始まり、融雪に伴う流出・流亡は3月10日から13日までの期間に3回発生した。積雪・融雪期とした12月～3月の表面流出水量は1.64 mm、流亡土量は1.1 g/m²であった。これらは年総流出水量254.7 mmの0.6%、総流亡土量489.4 g/m²の0.2%にすぎない。以上のように12月～3月の冬期間降水量は年降水量の23.4%を占めるのに対し、流出・流亡土量の割合は極めて小さいことが明らかになった。

4-2) 春期の降雨と侵食

春期(4～5月)の降雨量は、積雪・融雪期を除く期間(4～11月)における総降雨量の16.8%を占め、

流出・流亡を伴った降雨量は16.2%を占めた。表面流出水量は年流出水量の4.3%、流亡土量は年流亡土量の3.3%である。降雨量の割合に比べて流出・流亡の比率がかなり低い、これは春期の降雨特性によるものと考えられる。また、流出・流亡が発生した降雨のピーク降雨強度の平均値は各季節のなかで最も小さく、表面流出率も最低である。結局、春期の特徴としては、降雨の侵食ポテンシャルが比較的小さいため侵食量の割合が小さいことを指摘することができる。

4-3) 夏期の降雨と侵食

夏期(6～8月)の降雨量は年降水量の37.3%で、流出・流亡を伴った降雨量は36.7%を占める。夏の降雨の特徴は、降雨数が少ない反面大きな雨が比較的多いことである。流出・流亡が発生した降雨のピーク降雨強度の平均値は各季節を通じて最も大きい。流出水量は年流出水量の36.8%であり、流亡土量は年流亡土量の27.1%である。流出・流亡が発生した1雨の平均流亡土量は、各季節を通じて最大である。侵食量の多くは大雨によるものであり、これは夏期の降雨侵食状況の特徴の一つである。

Table 4. Divided seasons for soil erosion

Periods	Dec.～Mar.	Apr.～May	Jun.～Aug.	Sep.～Nov.
Season	Snow covered	Spring	Summer	Autumn

Table 5. Seasonal erodibility of rainfall (1989.4~11)

	Characteristicstics of rainfall		Spring	Summer	Autumn	Annual
(1)	Rainfall	number of times	18	22	38	78
		%	23.1	28.2	48.7	100.0
(2)	Rainfall amount	mm	125.0	278.0	342.0	745.0
		%	16.8	37.3	45.9	100.0
(3)	All rainfalls with soil loss	number of times	8	7	21	36
		%	22.2	19.4	58.3	100.0
(4)	Rainfall amount with soil loss	mm	108.0	245.0	314.0	667.0
		%	16.2	36.7	47.1	100.0
(5)	Erosive rainfalls by USLE	number of times	3	5	9	17
		%	17.6	29.4	52.9	100.0
(6)	Rainfall amount by USLE	mm	69.5	229.0	246.5	545.0
		%	12.8	42.0	45.2	100.0
(7)	Mean peak rainfall intensity by (3)	mm/hr	3.8	8.7	4.3	5.0
(8)	Mean surface runoff percentage by(3)	%	10.2	38.2	47.4	38.2
(9)	Mean rainfall interval by (1)	hr	72.1	91.8	48.9	70.9

Table 6. Surface runoff and soil loss in each season

		Snow covered	Spring	Summer	Autumn	Annual
Surface runoff	mm	1.64*	11.0	93.7	148.8	255.1
	%	0.6	4.3	36.8	58.3	100.0
Soil loss	g/m ²	1.1*	16.0	132.5	339.8	489.4
	%	0.2	3.3	27.1	69.4	100.0

* Surface runoff 0.04 mm, soil loss 0.3 g/m² caused by rainfall is involved.

4-4) 秋期の降雨と侵食

秋期(9~11月)の降雨量は、年降雨量に占める割合(45.9%)が最大である。そのうち流出・流亡を伴う降雨量は年間値の47.1%で、これも季節のなかで最大である。降雨数・降雨量とも他の季節より大きい、平均ピーク降雨強度は夏期の半分程度である。また平均流出率は47.4%と、年間を通じて最も高い値を示す。流出水量は年流出水量の58.3%、流

亡土量は年流亡土量の69.4%を占め、各季節を通じて最大である。これらにより、秋期は降雨回数、降雨量ともに多く、水文環境条件上表面流出・土壌流亡が発生しやすい季節と考えることができる。

5. 降雨流出係数・土壌係数の季節的特性

降雨特性をはじめとする気象・水文条件によって、土壌侵食の状況は強く影響される。したがって、き

めこまかな侵食抑制対策を講じるためには、気象・水文条件が大きく異なる季節別の侵食状況を把握することが必要である。ここでは、土壌侵食量予測の基本的因子である USLE の降雨流出係数・土壌係数を季節別に求め、検討を加えることにする。

前述のように、USLE では融雪流出による侵食性を融雪流出係数 R_s で表わし、12 月～3 月の降水量 (cm) を 1.0 倍して評価する。1988 年 12 月～1989 年 3 月の降水量は 22.8 cm であるから、 R_s は $22.8 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}$ となる。この期間の流亡土量は $0.011 \text{ t} / \text{ha}$ 、斜面長係数 $L=0.476$ であり、斜面勾配 9 %、裸地清耕状態より $S=C=P=1.0$ となる。これらにより融雪期の土壌係数を (1) 式で計算すると、 $K_s=9.21 \times 10^{-4} \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$ となる。

USLE に規定される侵食性降雨から求められた積雪・融雪、春、夏、秋期の降雨流出係数、土壌係数を Table 7 に示す。季節ごとの R 値の割合および Fig. 3 に示す EI 値の年間累加曲線のいずれもが、降雨流出係数は夏に最も大きく、降雨の侵食性が高いことを示している。また、土壌係数は秋期が最大であり、この時期土壌の受食性が增大することを示唆している。

積雪・融雪期を除くと、各季節の降雨流出係数の割合は春期：4.4%，夏期：41.2%，秋期：39.7%であり、流亡土量の割合はそれぞれ 3.3%，27.1%，69.4%である。これらを比較すると秋期がきわめて特徴的であり、降雨流出係数より土壌流亡量の割合ははるかに高い。

上述のように、降雨流出係数は夏期が最も大きく、流亡土量は秋期に最も多い。降雨流出係数は降雨の侵食性を表わす指標であるが、季節別にみると降雨流出係数と侵食流亡土量との関係も変化すると考えられる。また、土壌係数を季節別にみると、春期と夏期より秋期の値が 2 倍以上大きい結果を得た。土壌係数は土壌の受食性を表わす指標であり、地層構造や土性・有機質含量などの物理性に左右される。年平均侵食流亡土量の予測を目的とする USLE で

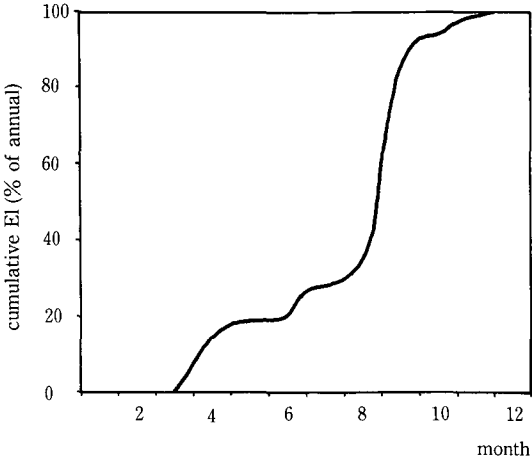


Fig. 3. EI distribution curve (1989)

は、土地に固有の値として設定するが、実際にはデータが示すように季節によって土壌係数は変動する。これは各季節の気象条件、とくに土壌水分状態の差異によるものと考えられる。すなわち秋期は降雨が頻繁に生起し、また雨量も多いため土壌水分が高く維持される。各季節における全降雨の平均間隔をみると、春期の 72.1 時間、夏期の 91.8 時間に対し、秋期は 48.9 時間であり、秋期の降雨間隔が最も小さかった。このような降雨状況下では、秋期の土壌水分状態が他の季節より高く推移し、秋期の侵食性を特徴づける一因となっている。

6. ま と め

北海道大学農学部附属農場（札幌市）に設置した傾斜試験枠によって 1 年間の降雨・流出・流亡を観測し、年間あるいは季別の降雨・流出特性、侵食状況、降雨流出係数、土壌係数などについて検討を加え、以下のような結果を得た。

- 1) 侵食性降雨下での流亡土量は全流亡土量の 92%を、またピーク降雨強度が $3 \text{ mm} / \text{hr}$ 以上の降雨による流亡土量は 99%を占めた。
- 2) 降雨流出係数は $155.27 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}$ 、土壌係

Table 7. Rainfall-runoff and soil erodibility factors in each season

		Snow covered	Spring	Summer	Autumn	Annual
Rainfall-runoff factor R	$\text{m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}$	22.80	6.79	64.00	61.68	155.27
	%	14.7	4.4	41.2	39.7	100.0
Soil erodibility factor K	$\times 10^{-2}, \text{hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$	9.21×10^{-2}	4.95	4.35	11.57	6.62

数は $6.62 \times 10^{-2} \text{hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$ となった。またこれらの値は、土壌流亡をともなった全降雨の降雨流出係数より7%小さく、土壌係数は逆に7%大きい。

3) 降雨による侵食状況は季節によって大きく異なり、春、夏、秋、の順に侵食量が増大する傾向にある。春期の侵食程度は比較的小さく、夏期の侵食はおもに大雨によるもので集中的に発生する。秋期は降雨回数が多く降雨量も多いことから、侵食性の高い季節と考えられる。

4) 受食性の指標である土壌係数は季節的に変化し、秋期には大きな値を示す。これは降雨間隔が短いため土壌水分が高い状態で推移することに起因し、表面流出ならびに土壌流亡が発生しやすい状況を呈する。

7. あとがき

年間の侵食流亡土量を予測することに加え、季節別に大きく変化する侵食状況を把握することは農地保全を考える上で重要である。年平均流亡土量を定量的に予測することで基本的な侵食抑制対策が設定可能となることに對し、より細かな年間変動特性を把握することは作物栽培や営農管理などの面で有効な保全対策を考える基礎となるからである。こうしたことから、北海道大学農学部附属農場に設置した傾斜枠で1年間の流出・流亡状況を観測し、USLE係数を評価するとともに季節別の侵食特性について検討した。

土地利用計画にこたえうる侵食流亡土量予測には長年の観測資料を必要とするが、季節変動は年変動にも増して変動幅の大きいことが予想される。本報告は1カ年の観測結果に基づくものにすぎず、今後一層の資料の蓄積が望まれる。

本研究を進めるに当たり、多大のご協力を頂いた土地改良学教室各位に感謝の意を表する。

引用文献

1. 細山田健三・藤原輝男：侵食流亡土量の予測に関するUSLEの適用について(I)—USLE適用の背景及び降雨係数—, 農土誌 52 (4), pp. 43~49 (1984)
2. 長沢徹明・梅田安治・井上 京・李 里漫：傾斜枠試験による土壌流亡挙動の研究(I)—1988年秋期における裸地区の水食—, 北大農邦文紀要 17 (1), pp. 11~17 (1990)
3. 長沢徹明・梅田安治・李 里漫：傾斜枠試験による

土壌流亡挙動の研究(II)—1989年春期における流出と侵食—, 北大農邦文紀要 17(2), pp. 129~136 (1990)

4. U. S. Dep. Agr.: Predicting Rainfall Erosion Losses, A Guide to Conservation Planning, pp. 4~5 (1978)
5. 種田行男・富田正彦：雨滴のエネルギーからみた土壌侵食と降雨強度の関係—土壌侵食の機構に関する研究(II)—, 農土論集 40, pp. 23~26 (1972)
6. 農林水産省構造改善局：土地改良事業計画設計基準(計画, 農地保全), p. 3, 農業土木学会(1979)
7. 3, p. 7
8. 種田行男：農地の土壌侵食量の予測, 農土論集 56, pp. 8~12 (1975)
9. 翁長謙良：国頭マージにおける流亡土量, 農地保全の研究 1, pp. 33~42 (1980)
10. 種田行男：わが国における流亡土量の予測, 農地保全の研究 1, pp. 11~20 (1980)
11. 国立天文台：理科年表, 気 8, p. 198, 丸善(1990)

Summary

Soil losses caused by rainfall and snowmelt were observed by the use of the slope lysimeter in December, 1988, to November, 1989. The seasonal or annual characteristics of the relation between soil loss and rainfall as well as between the rainfall-runoff and soil erodibility factors estimated by USLE were discussed. The results may be summarized as follows:

- 1) The quantity of soil loss caused by erosive rainfalls amounts to 92% of the total loss, whereas 99% of the total loss occurred at rainfalls with over 3 mm/hr peak intensity.
- 2) The rainfall-runoff factor, R, and soil erodibility factor, K, were estimated by USLE at $155.27 \text{ m}^2 \cdot \text{tf} / \text{ha} \cdot \text{hr}$ and $6.62 \times 10^{-2} \text{ hr} \cdot \text{t} / \text{m}^2 \cdot \text{tf}$, respectively, for erosive rainfalls. The value of R was 7% smaller than that for all rainfalls with soil loss, and, inversely, the value of K was 7% larger.
- 3) The quantity of soil loss increased in the order of spring, summer and autumn, and the amount of rainfall was also the largest in autumn.
- 4) The investigation of the K value indicated that soil erodibility varied seasonally. The value was the largest in autumn owing to the fact that the surface soil layer contains a large amount of water in this season.