

報 文

傾斜畑における営農と土壌保全問題

長澤 徹明・梅田 安治・井上 京・宗岡 寿美

Soil Conservation at the Farming Process on Sloping Arable Land

Tetuaki Nagasawa, Yasuharu Umeda,
Takashi Inoue and Toshimi Muneoka

Faculty of Agriculture, Hokkaido University

Summary

Rainfall and suspended sediment concentration were observed at the sloping arable land of Tokachi district in Hokkaido. Erodibility factor of the USLE obtained by 10 minutes interval data of rainfall were relatively large in autumn. But suspended sediment concentration of runoff water from the arable land was closely correlated to the tillage rather than the rainfall conditions.

Suspended sediment concentration rises extremely high after tillage even the rainfall erodibility is relatively low. Tillage must be concerned as one of the most significant issue of the soil conservation at the sloping arable land.

Key words: sloping arable land, farmland management, soil conservation, USLE, suspended sediment

(Soil Phys. Cond. Plant Growth, Jpn., 71, 47-51, 1995)

1 まえがき

傾斜畑においてしばしば発生する土壌侵食(水食)は、圃場の生産性はもちろん、流域の水環境をも劣化させ、地域の環境に大きな影響をおよぼす。いま、地域保全のため農業を持続しようとするとき、地域生態系として調和した生産システムを構築しなければならない。すなわち、農地・圃場の保全的営農管理対応とともに、地域・流域としての土地利用体系に関する総合的検討が必要であろう。

傾斜畑においては、水食抑制のためさまざまな営農管理が行われている。たとえば、耕起は緻密な畑基盤を改良し、透水性、保水性を向上させる。これにより、地表流出水が減少し、水食抑制効果が期待される。北海道では、作物収穫～積雪の期間裸地状態となる場合が多く、水食の可能性が高い。対策として、この時期の耕起が考えられるが、その有効性等に関するデータは少ない。

本報では、傾斜畑地区において連続測定された降雨量、浮流土砂濃度のデータをもとに、降雨の侵食性評価、営
北海道大学農学部

農と表土の流亡との関係などについて検討し、傾斜畑における営農と農地保全上の問題に関して考察を加えた。

2. 調査

調査は、十勝管内南東部の浦幌町に位置する稲穂地区を対象として実施した。浦幌町の土地利用は、林地が65%、畑地が14%、草地が2%である。農地のうち65%は浦幌川などの河川周辺の平坦地に、35%は傾斜が5°～18°の丘陵地に分布している(十勝年鑑, 1992)。浦幌における1979年～1990年の平均気温は5.8℃、平均降水量は895.7mmであり(1992年版北海道のアメダス統計I, 1993)、比較的寒冷小雪の地域である。

稲穂地区は、浦幌町市街の北西に位置し、改良山成畑を中心に637haの農地造成が行われた。地区内に設定した調査対象圃場は図-1に示すような形状であり、平均勾配はおよそ7%、面積は2.85haである。造成の最終工程で有機物(牛舎堆肥)が施用されたのち農家へ引渡され、1991年秋～1992年夏、1992年秋～1993年夏には秋

キーワード: 傾斜畑, 営農管理, 土壌保全, USLE, 浮流土砂

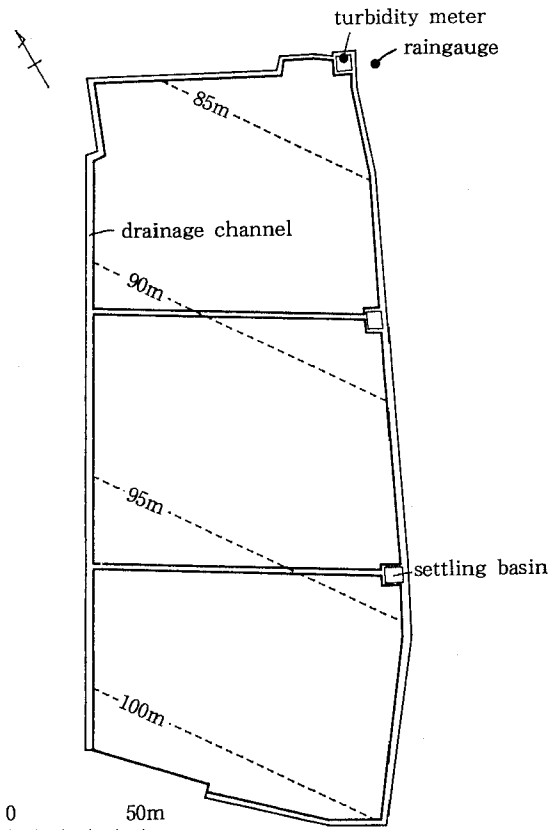


図-1 調査圃場と観測地点
Fig. 1 Experiment field and measuring points

播コムギが栽培された。

降雨による侵食性を解析するため、圃場の近傍に転倒ます型雨量計(0.5mm精度)を設置し、1992年3月26日～11月5日の期間、10分間雨量の観測を行った。

また、圃場下流端の沈砂池内に濁度計(北斗理研, MA-212D型)感部を設置し、沈砂池に流入する畑面流出水の濁度(ppm)を10分間隔で測定して浮流土砂濃度(mg/ℓ)を推定することとした。濁度の測定期間は1992年8月5日～11月5日である。

沈砂池に流入する畑面流出水中の浮遊物質(SS)は土砂成分が卓越し、 $(SS) = (\text{浮流土砂濃度})$ とみなしても大きな誤差にはならない(長澤ら, 1986)。いま、観測および実験を通じて濁度計指示値(ppm)と浮遊物質(mg/ℓ)とのあいだには、 $Y = 1.98X$ (X :濁度計指示値, Y :浮遊物質, $r = 0.999$, $n = 14$)、の関係が得られた。この回帰式により、濁度の観測データから浮流土砂濃度を推定した。

3. 降雨の侵食性評価

水食による土壌流亡の予測方法として、現在広く利用されているものにUSLE (Universal Soil Loss Equation, 汎用土壌流亡量予測式)がある。USLEは、侵食を許容量以下に抑制するための手法で、わが国でも適用が進められている(長澤ら, 1993)。USLEは、降雨や土壌の性質、傾斜畑の状態を定量化した係数によって流亡土量を予測するもので、次式によって表される。

$$A = RKLSCP$$

A: 予測流亡土量 (t/ha), R: 降雨係数 ($\text{m}^3 \cdot \text{tf}/\text{ha} \cdot \text{h}$), K: 土壌係数 ($\text{t} \cdot \text{h}/\text{m}^3 \cdot \text{tf}$), L: 斜面長係数 (以下, 無次元), S: 傾斜係数, C: 作物係数, P: 保全係数

本報では、このUSLEの降雨係数Rによって対象地区における降雨の侵食性を評価した。評価対象となる侵食性の一連降雨(以降, 侵食性降雨)とは、降雨の間隔が6時間以内の場合を一連降雨とみなし、①総降雨量が12.7mm以上、②総降雨量が12.7mm以下の場合でも最大降雨強度が6.35mm/15min以上、のどちらかの条件を満たす降雨のことである。

調査では、Rの基本的構成要素であるEI値の算定に比較的良く適合する10分間雨量データを用い、一連降雨のEI値(EI_{30})を以下の手順で算出した。

$$E_k = 210 + 89 \log I_k$$

I_k : 各10分間降雨強度(cm/h)

E_k : 降雨強度 I_k の降雨量1cmあたりの運動エネルギー($\text{m} \cdot \text{tf}/\text{ha} \cdot \text{cm}$)

$$E = \sum (E_k \cdot r_k) / 100$$

r_k : 各10分間降雨量(cm)

E: 一連降雨の運動エネルギー
(hundred of $\text{m} \cdot \text{tf}/\text{ha}$)

$$R = \sum (E \cdot I_{30})$$

I_{30} : 一連降雨の最大30分降雨強度(cm/h)

このときEI値とは、一連降雨の総運動エネルギーEと最大30分降雨強度 I_{30} との積であり、降雨の持つ分離力、運搬力を評価する因子である。そして EI_{30} の年間合計値がRとなる。寒冷地では、融雪、融凍に伴う侵食を考慮してRを補正する必要があるが、ここでは降雨のみを検討の対象とした。

1992年には、侵食性降雨が13回発生し、Rは $192.72 \text{m}^3 \cdot \text{tf}/\text{ha} \cdot \text{h}$ であった(表-1)。とくに8月上旬から9月中旬にかけて降雨の侵食性が高い。しかし、必ずしも降雨の性質が表土の流亡挙動を決定づけるのではなく、後述するように作物生育状況や営農管理作業によって畑面の受食性は大きく影響される。

表-1 USLEにおける侵食性降雨の EI_{30} 値
Table 1 EI_{30} value of erosive rainfall of USLE (1992)

| Duration (1992) | Rainfall amount (mm) | I_{30} (mm/h) | EI_{30} ($m^2 \cdot tf/ha \cdot h$) |
|--------------------|----------------------------|--------------------|--|
| 4/16 | 14.5 | 4.0 | 0.94 |
| 5/7-8 | 20.0 | 4.0 | 1.30 |
| 5/24-26 | 28.0 | 7.0 | 3.48 |
| 6/8-9 | 61.0 | 9.0 | 9.68 |
| 6/11-12 | 48.5 | 21.0 | 21.40 |
| 8/8-9 | 85.0 | 38.0 | 72.24 |
| 8/13 | 30.5 | 11.0 | 6.08 |
| 8/14-15 | 27.0 | 11.0 | 5.18 |
| 8/19-20 | 38.5 | 20.0 | 16.12 |
| 9/9-12 | 148.5 | 16.0 | 44.00 |
| 9/24-25 | 32.5 | 8.0 | 4.44 |
| 9/29-30 | 17.5 | 5.0 | 1.48 |
| 10/9-10 | 45.0 | 8.0 | 6.38 |

Rainfall and runoff factor, R
= $\Sigma (EI_{30}) = 192.72 (m^2 \cdot tf/ha \cdot h)$

4. 営農と水食との関係について

1) 一連降雨による水食

本地区における水食の実態を把握するため、一連降雨における水食・流亡挙動を検討した。解析の対象は、8月5日～11月5日の期間、侵食性降雨も含めて水食・流亡が発生した計12回の一連降雨である。このとき、収穫、耕起、播種といった営農作業も検討の対象とした。

図-2は、降雨時における沈砂池内の浮流土砂濃度(C)の時間的推移の一例を示したものであり、畑面からの土壌流亡を定性的にとらえることができる。これは、秋播コムギの収穫前における降雨～流亡挙動である。8月9日の午後の降雨では沈砂池の浮流土砂濃度が上昇し、かなりの土壌流亡が推定されるが、午前15mm程度の雨では土壌流亡はまったく生じていない。

一方、収穫後であっても耕起前であれば、かなり大きな降雨にもかかわらず流亡性は低い(図-3)。耕起以前では、降雨強度に対応して浮流土砂濃度が変化し、最大降雨強度のときにピーク浮流土砂濃度(C_p)が発生するケースが多い。

これに対して耕起後では、降雨開始後しばらくの間は浮流土砂濃度が低く抑えられているが、降雨の継続に伴い浮流土砂濃度は大きく上昇する(図-4)。また、この例のように耕起前と比較して降雨量、降雨強度ともに小さいにもかかわらず、高いピーク浮流土砂濃度を示す

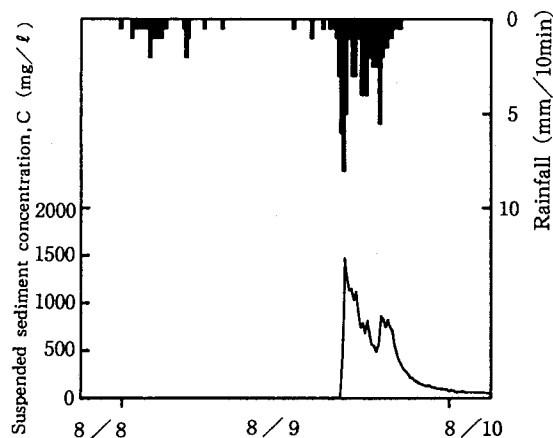


図-2 降雨に伴う浮流土砂濃度Cの変化(収穫前, 1992)
Fig. 2 Change of suspended sediment concentration, C with rainfall (pre-harvest, 1992)

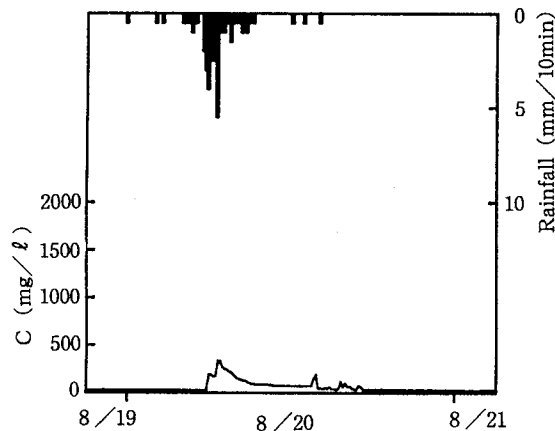


図-3 降雨に伴うCの変化(収穫後・耕起前, 1992)
Fig. 3 Change of C with rainfall (post-harvest, pre-tillage, 1992)

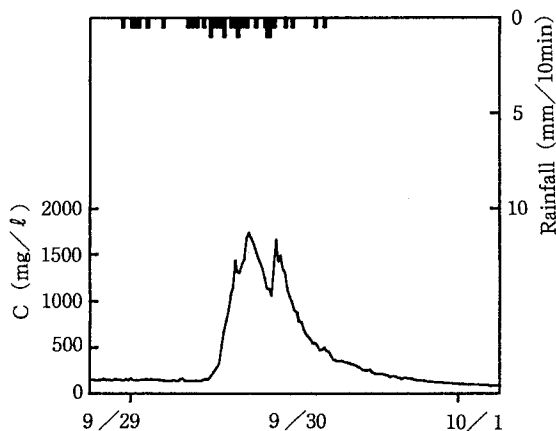


図-4 降雨に伴うCの変化(起耕後, 1992)
Fig. 4 Change of C with rainfall (post-tillage, 1992)

場合が多い。

浮流土砂濃度の挙動に対する降雨の影響を降雨量とピーク浮流土砂濃度の関係でみると、両者の間には相関性は認められないが(図-5)、降雨条件をEI値で表すと、耕起前については一定の相関性が認められる(図-6)。さらに注目されるのは、耕起の前後による挙動の違いである。上述のように、耕起後では降雨量、EI値が小さ

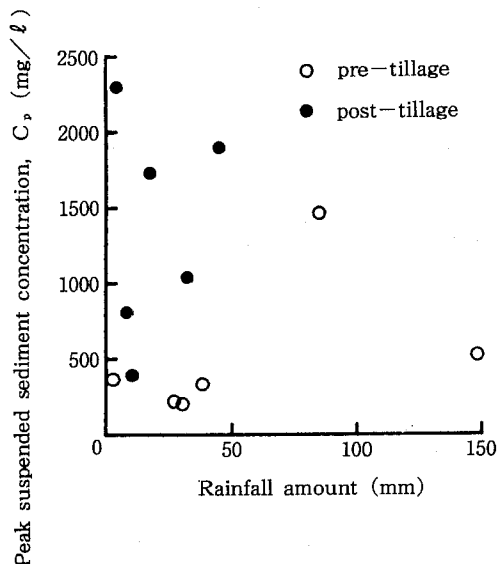


図-5 ピーク浮流土砂濃度 C_p と総降雨量との関係(1992)
Fig. 5 Relation between peak suspended sediment concentration, C_p and rainfall amount(1992)

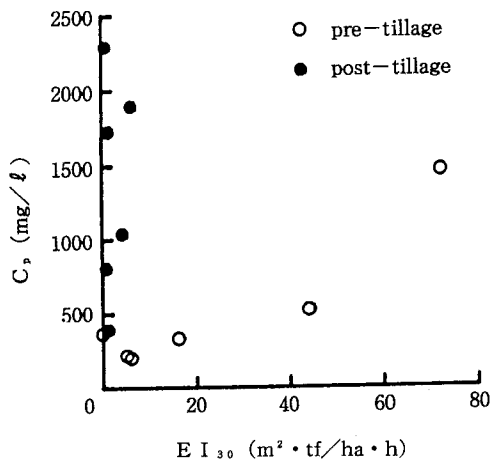


図-6 C_p と EI_{30} との関係(1992)
Fig. 6 Relation between C_p and EI_{30} (1992)

くても高いピーク浮流土砂濃度が発生している。

こうした結果が明示するように、本傾斜畑における水食～流亡現象には、コムギの栽培・収穫、あるいは圃場全面にわたる耕起作業が大きく影響をおよぼしている。

2) 営農作業と水食

図-7は、降雨～水食・流亡の関係を営農との関連の中で検討するため、夏から秋にかけての日降雨量(mm/d)と日平均浮流土砂濃度(mg/l)の推移をみたものである。収穫前のデータは少ないが、8月8日～9日のEI値の大きな降雨(図中ハッチング)に対しても、浮流土砂濃度は比較的低い。また、収穫後～耕起前の期間にも降雨が多発しているが、浮流土砂濃度は低く推移している。しかし、耕起直後には、比較的小さな降雨に対しても浮流土砂濃度は急激に高くなっている。こうしたことから、耕起が降雨～流亡挙動に極めて大きな影響をおよぼしていることは明らかである。

耕起作業以前の浮流土砂濃度の抑制傾向は、作物(秋播コムギ)や作物残滓による畑面の被覆、根系による土壌保持、あるいは畑面表層の土壌構造の安定化、などにより、表土の侵食～流亡が抑制されたことによるものと考えられる。これに対して、耕起後における浮流土砂濃度の上昇傾向は、畑面が裸地状態であったことに加え、耕起・攪乱による土壌構造の不安定化、に起因するものである。

耕起は雨水の浸透を促すため、降雨開始直後は流亡が抑制されるが、降雨が継続して表面流出が発生するに伴い表土の流亡を促進させることを示している。

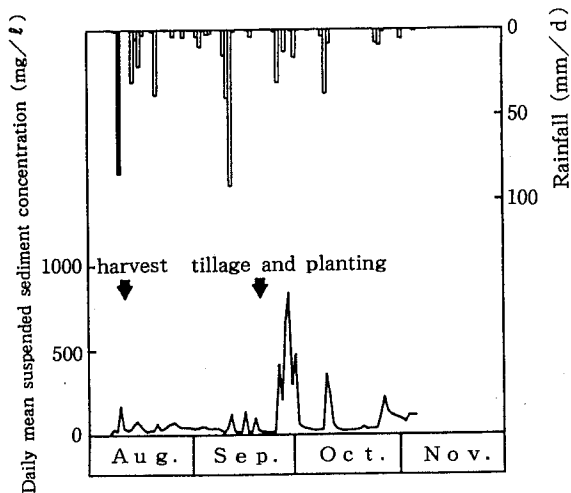


図-7 日降雨量に伴う日平均浮流土砂濃度の変化(1992)
Fig. 7 Change of daily mean suspended sediment concentration with daily rainfall amount(1992)

5. あとがき

秋おこしは、十勝地方の一般的な営農作業体系の一つであり、翌春の繁忙期における作業軽減や、降雨・融雪水の浸透・貯留（その波及効果たる侵食抑制）などを目的として行われている。しかし、浮流土砂濃度による降雨～流亡の検討結果にみられるとおり、水食抑制対策としての耕起には効果が認められない。こうした事例が明示するように、傾斜畑の保全には予断を許さない難しい問題が多くあるように思われる。農地の生産性維持のみならず、地域の環境保全にも配慮した営農体系を構築するためにも、傾斜畑における営農作業が農地保全におよぼす影響を定量的に評価する調査・検討を今後行う必要がある。

本調査の実施にあたり、現地調査圃場の所有者である馬場孝文氏、および関係諸機関に様々なご協力をいただいた。記して謝意を表する。

引用文献

- 十勝毎日新聞社編(1992)：十勝年鑑，pp.60-62,十勝毎日新聞社
- 1992年版北海道のアメダス統計Ⅰ(1993)，p.298, (財)日本気象協会北海道支部
- 長澤徹明, 片岡隆四, 梅田安治, 桜田純司(1986)：濁度計による河川浮流土砂量の推定, 農土論集, 125: 81-87
- 長澤徹明, 梅田安治, 李里漫(1993)：USLEにおける降雨係数の評価について—北海道における土壌侵食抑制に関する研究(Ⅰ)—, 農土論集, 165: 121-127

(受稿年月日 1994年4月30日)