

山地流域における降雨に伴う土砂流出においては、図6.1のような土砂流出のフローを抽出することができると思われます。

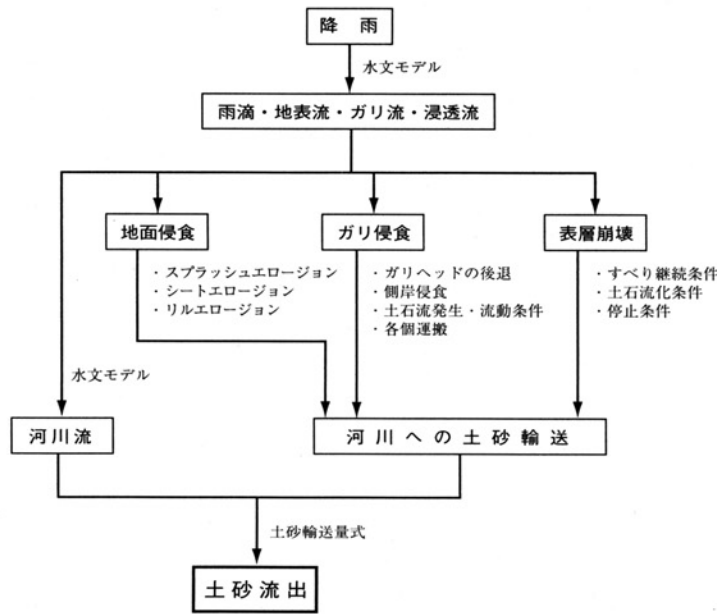


図6.1 降雨に伴う土砂流出モデル

対象流域規模が小さく、ガリーや河川網の発達が無くて、斜面勾配も緩いような場合には、ガリ侵食および表層崩壊は生じないから、発生する現象はリル侵食を含む地面侵食のみです。多くの土砂流出モデルが地面侵食のみを対象として開発されてきたのは、耕作地や牧草地が侵食されて土地の生産力が失われること（オンサイト被害）への対処といった農業上の要請に応えることを目的としてきたからです。例えば、USLEは図6.1に雨滴・地表流・ガリ流・浸透流と書いた水文モデルによる変換過程を経ずに直接降雨と地面侵食を結びつけ、しかも、「河川への土砂流出による土砂堆積被害（オフサイト被害）」には関心が無いことから、「地面侵食」と「河川への土砂輸送」を結びつける矢印の途中で考察が終了しています。一方、EUROSEMなどの、できるだけ物理機構に忠実であろうとするモデルの大部分では、地表面に形成されたリル内とリルとリルの間の平滑面での水流や水滴の衝撃による侵食および流水の土砂輸送能力を考慮し、比較的スムーズな斜面からなる小流域の土砂流出現象を取り扱うことができますが、ガリ侵食や表層崩壊が生ずるような場合は考慮外となっています。

Bathurst (2002) は、比較的よく用いられている物理機構に基づく侵食・土砂流出モデルを表6.1のように比較してまとめています。これにより、森林に覆われた山地流域における土砂流出を対象とする場合、彼らが開発したSHETRANが優れていると指摘しています。

表6.1 各土砂流出モデルの比較

モデルの内容	SHETRAN	ANSWERS	WEPP	EUROSEM	LISEM
シミュレーションのタイプ					
連続	Y	N	Y	N	N
各個イベント	Y	Y	Y	Y	Y
流域サイズ	<2000km ²	<50km ²	<2.6km ²	小流域	小流域
流域分割	格子	格子またはGISラスタ	格子	一様傾斜面	GISラスタ
表面流					
過剰降雨強度	Y	Y	Y	Y	Y
地下水面上昇	Y	N	N	N	Y
侵食過程					
雨滴衝撃/表面流	Y	Y	Y	Y	Y
リル形成	N	N	Y	Y	Y
固結の効果	N	Y	N	Y	Y
流路側岸	Y	N	N	N	N
ガリー形成	Y	N	N	N	N
崩壊	Y	N	N	N	N
出力					
時間変動セディグラフ	Y	Y	N	Y	Y
総流出土砂量	Y	Y	Y	Y	Y
侵食分布図	Y	Y	Y	N	Y
土地利用	植生によるカバー 主に農地 種々の利用 主に農地 主に農地				

Y=yes, N=no

6.1.3 SHETRAN

SHETRANは、1995年ごろに開発され改良が続けられている、物理機構に基づく、水流、土砂輸送および汚染物質移動に関する分布型モデルで、河川流域スケールに適応することが念頭に置かれており、種々のバージョンがありますが、基本的には図6.1のほとんどの要素が含まれています（Bathurst 2002）。

SHETRANでは、図6.1に水文モデルと書かれている変換モデルについては1970年代に開発されたSHE（Système Hydrologique Européen）モデルを用いています。これには図6.2に図解されているように、蒸発散、降雨遮断、地表流、水路流、地下水流、融雪および水路あるいは地表面と地下水との交換現象が含まれています。これによれば、地表流は浸透能を上回る過剰降雨ならびに土壌層内の地下水面が上昇して地表に現れることによって生じます。

地面侵食は雨滴衝撃および樹木の葉から落ちる水滴の衝撃による侵食、平面的な地表流による侵食、水路流による水路床および水路側岸の侵食から成り、地表流お