

論文の内容の要旨

GEOMORPHOLOGICAL ASSESSMENTS OF THE HUMAN IMPACT ON THE CURRENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF THE BAGO DRAINAGE BASIN, LOWER MYANMAR

(ミャンマー・バゴ川流域における近年の人間活動が地形環境に与えた影響について)

ケイトエ ライン

東京大学大学院新領域創成科学研究科環境学研究系自然環境学専攻

キーワード：バゴ川流域，形態学的解析，土地被覆，土壌浸食，表面流出，地域的洪水方程式

ミャンマーにおいて，流域管理計画のために有効な管理手法の構築が必要である。バゴ川の洪水は主要な問題であり，特に沖積平野に住む人々にとっては，大きな問題である。洪水のピーク時には，人的・経済的被害が甚大となる。近年，洪水の頻度・規模が増大する傾向にあるが，森林減少・湿地の灌漑・河川堤防沿いの市街地の拡大・都市域のインフラストラクチャーの拡大が原因と考えられる。本研究の目的は，バゴ川流域の森林減少が洪水の増加，土壌浸食に与える影響を明らかにすることである。また，形態的特性・土地被覆・降水量・表面流出の影響を受ける傾斜・土壌浸食の解析を行う。これまでに，洪水予測や洪水警報のための統計的手法による洪水解析は行われているが，バゴ川流域での土地利用・土地被覆の変化が，表面流出や土壌浸食に与える影響を詳細に調べた研究はない。それゆえ，水文学的洪水調節モデルの開発や土壌浸食率・表面流出の推定を GIS やリモートセンシング技術を用いて行い，バゴ川流域管理に適用していく必要がある。本論文は 10 章に分かれており，関係のある地図・写真・図表が付記されている。

形態学的特性は Strahler(1975)や McCaullagh(1979)などによって提唱された手法を用い，地形図から導きだした Strahler の河川網流次理論によれば，バゴ川流域は最大で 8 次となる。26 の小流域すべてにおいて，1~7 次の流路を Strahler(1964)の手法で集計・計測した。形態学的解析は GIS ソフト・ArcGIS9.1(ESRI)を用いて行った。解析手法に基礎をおく形態特性要素は，(a)直線的特性，(b)面的特性，(c)起伏特性，の 3 つに分類できる。変数から，ピアソンの積率相関法を用いて，ペアワイズ相関を導いたが，これは 5 次流域に存在する。このため，水流次数の概念は河川網，集水域の両方に適用ができる。河道数および水流次数は正比例であるのに対して，これらは等比級数により反比例関係にある。また，河道数と河道面積は，等比級数により正比例であるのに対し，河道面積と水流次数は正比例であった。流路延長に関しては，26 小流域のすべての流路を対数に変換し，曲線回帰を行った。その結果，これらの小流域は統計的に関係があるが，Horton の流路延長基準では証明できなかった。最終的に，相関行列によって得られた，最も重要な変数を用いて，変動解析・t 検定を行い，それらが地形によってどのように変わるのかを検討した。その

結果、河川次数の概念は河川網、集水域の両方に適用ができる。

次にリモートセンシング手法(衛星画像, 画像処理, 画像解析, 地上検証, 基準点の計測, 土地利用項目, 土地利用変化マトリックス)による土地被覆変化について説明する。1990年及び2000年の衛星画像を目視により, 対象地域を6つの土地利用/土地被覆に分類し, 比較を行った。その結果, 空間的構造, 植生分布の双方に顕著な違いが見られた。特に北部において変化が顕著であり, 閉鎖林が疎林や草地, 水塊に変化していた。南部では, 農地の拡大が顕著であった。最も重要な違いは, 閉鎖林の減少と, 疎林・市街地・水塊の増加である。

表面流出は U.S. Soil Conservation Service Technical Release 55 Model を用いてシミュレーションを行った。このモデルは, 土地利用に関連する curve number, 土壌タイプ, 水文地質から流出計算を行い, 地域的洪水式 I・II を改良した。バゴ川流域の形態的解析に影響する要素である地域的洪水曲線, 地域的洪水方程式を開発した。バゴ川流域のケーススタディとして, 水文学的洪水制御方程式が開発されるだろう。水文情報・土壌状態・土地被覆・降水量・傾斜算出のための DEM がバゴ川の水文学的洪水制御方程式には必要である。さらに, リモートセンシングや GIS は土地被覆の変化を抽出するのに有効である。修正した洪水方程式 II を使って, ArcMap9.2 に内装されている水文モデルで洪水エリアをまとめた。

本研究において, バゴ川流域管理に適用可能な水文学的洪水制御モデルを提示した。修正地域的洪水方程式 I は最大月降水量を用いて改良を行った。バゴ川の流域特性は DEM を用いて抽出した。最大月降水量は等雨量法によって算出した。土地利用・土地被覆は Landsat-7 の衛星画像から作成した。1990年, 2000年の修正地域的洪水方程式は, 降水量・土地被覆・流域特性・月最大流量の平均から開発した。

バゴ川流域の土壌浸食は, E30 モデルを用いて算出した。水文モデルは, DEM・傾斜図・降水量分布図・修正地域的洪水方程式 I・II (1990年, 2000年)により導き出した。流域地図・降水量分布図・傾斜図・閉鎖林図・積算流量図・下位のプログラムによって書かれた 1990年と2000年の修正地域的洪水方程式を ArcGIS9.2 の地表面モデリング機能を用いて, コンパイルし, バゴ川流域水文モデルを開発した。さらに, この水文モデルを用いて, 洪水エリアをシミュレートした。