

第 部門 流域位数則による社会・自然環境因子の分布表現について

神戸大学工学部 学生員 谷 初 神戸大学工学部 正会員 宮本 仁志
 神戸大学大学院 学生員 田中 千尋 神戸大学 COE 研究員 田中 貴宏
 神戸大学工学部 正会員 道奥 康治

1. はじめに

流域一貫の総合土砂管理や水循環保全が重要となっている。社会基盤や人間の営み自体が流域の地形特性に依存することを考慮すると、これら水問題のみならず社会経済や自然環境の諸要素に関しても流域という視点からの一貫した特徴整理が必要と考えられる。筆者らは、このような流域規模の環境課題に対して位数則を用いた人口分布の表現法¹⁾や流域水温の連続観測²⁾を実施している。本研究では、流域位数則を用いて、土地利用、地形、植生などの社会・自然環境因子に関する流域分布の表現方法を検討したので報告する。

2. 対象とする流域と社会・自然環境因子

対象とする流域は、兵庫県を流れる加古川・揖保川・円山川・武庫川の4流域である。図-1に各流域の地理的位置関係を示す。流域面積・河川流路総延長に関しては加古川が最大、武庫川が最小であり、流域人口では武庫川・加古川が大きく、揖保川・円山川が小さい。また、流域形状としては、揖保川・武庫川流域は相対的に細長く、加古川・円山川流域は円い流域形状を呈している。

図-2に、社会・自然環境因子の流域分布の一部を、揖保川を例として示す。図-2(a)に示す土地利用分布³⁾では、流域全域が森林で覆われ、河川沿いに田や農用地、市街地が分布している。図-2(b)の地形分布⁴⁾では、森林の中でも山地急斜面が多く、上流域では河川に沿う限定された範囲に扇状地・平野が分布する。この扇状地・平野の分布が図-2(a)の田や農用地、市街地分布にほぼ重なることから、人間活動が主にこれら低平地で展開されていることがわかる。本研究では、土地利用、地形、植生に加えて、人間活動が展開される低平地面積を社会・自然環境因子として選び、次に示す環境因子の流域分布表現の適用可能性を検討する。

3. 位数を用いた環境因子の流域分布の表現

位数則における流域面積則と同じく、環境因子の流域分布が次式の等比数列によって表現されると仮定する。

$$\bar{A}_u = \bar{A}_1 R_a^{u-1} \quad (1)$$

ここに、 \bar{A}_u : 位数 u ($1 \leq u \leq k$) の小流域における環境因子の平均面積、 $R_a : (= \bar{A}_u / \bar{A}_{u-1})$: ある環境因子の面積比である。両辺に対数変換を施して整理すると次式が得られる。

$$\log \bar{A}_u = \alpha u + \beta, \quad \alpha = \log R_a, \beta = \log(\bar{A}_1 / R_a) \quad (2a, 2b, 2c)$$

ここに、 α, β : 流域毎に決まる係数である。さらに、Strahler の位数 u と対応する Shreve のマグニチュード \bar{i}_u (平均値) の間には、河道の分岐比を R_b で表すと次の関係がある。

$$\bar{i}_u = R_b^{u-1} \quad (3)$$

よって、式(2),(3)より、環境因子の平均面積 \bar{A}_u とマグニチュード \bar{i}_u の間には次式が成立する。

$$\log \bar{A}_u = \gamma \log \bar{i}_u + (\alpha + \beta), \quad \gamma = \alpha / \log R_b \quad (4)$$

4. 解析結果と考察

図-3に低平地面積と位数・マグニチュードの関係を示す。各図中の直線は式(2),(4)で表される近似直線であり、対象とする4流域における決定係数 r^2 は0.98-0.99(位数)、0.95-0.99(マグニチュード)である。これより、低平地面積と位数・マグニチュードとの間に明確な線形関係が確認される。

図-4に、土地利用、地形など各種環境因子と位数の関係(式(2))における決定係数 r^2 を示す。これより、ほぼすべての因子において決定係数 r^2 は0.8-1.0の値をとっており、対象流域において式(2)の環境因子則が成り立つことが確認できる。なお、決定係数 r^2 が極端に低い項目は、土地利用区分のゴルフ場や地形区分の丘陵地急斜面・緩斜面などであり、いずれも流域の限られた場所のみに局在するものであった。

図-5 は、土地利用の面積比 R_l と流域・低平地の面積比 R_{aw} ・ R_l の関係である。図-5(a)より、すべての流域において森林と流域の面積比はほぼ同値となる。これは流域のほとんどが森林で占められているという土地利用の特徴が反映されたものである。さらに、田・市街地・水域の面積比は流域面積比よりも大きい値となる。これより、下流にいくに従って流域面積に占める田・市街地・水域面積の割合が大きくなっていることがわかる。一方、図-5(b)より、揖保川流域における田・市街地の面積比がその他の流域での値と違って低平地の面積比より小さくなっている。これは、揖保川流域の下流域においては、利用可能な低平地のうち水域が相対的に大きな面積を占め、田・市街地など人間活動が展開される面積は限定されることを反映している。

【参考文献】1) Miyamoto, H., Michioku, K. et al.: *Proc. of 7th International Conference on Hydroinformatics*, Vol.3, pp.2181-2187, 2006. 2) 宮本・道奥: 水工学論文集, 第 51 巻, 2007(印刷中). 3) 国土交通省国土計画局国土数値情報ダウンロードサービス: <http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>. 4) 国土交通省土地水資源局国土調査課: <http://tochi.mlit.go.jp/tockok/index.htm>. 5) 環境省自然環境局生物多様性センター: 自然環境保全調査報告書 1976, <http://www.biodic.go.jp/reports/1-1/u000.html>.



図-1 対象流域

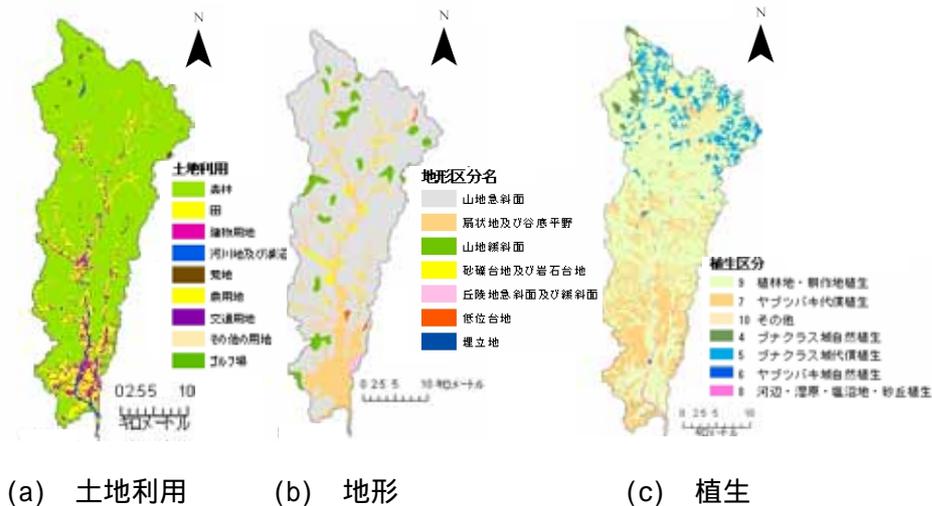
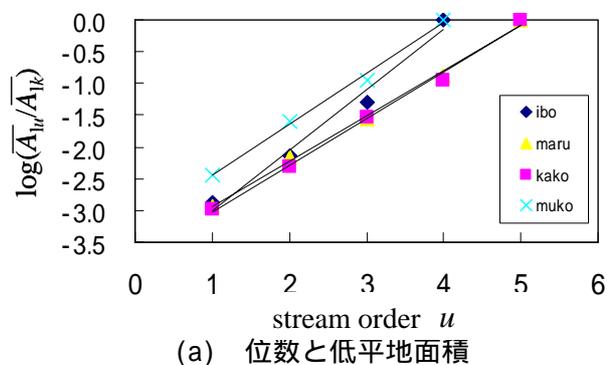
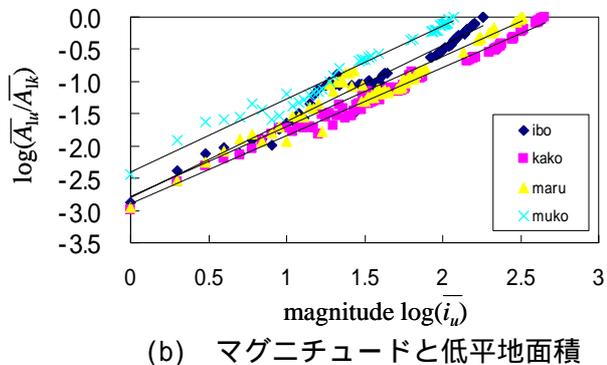


図-2 環境因子の流域分布(揖保川流域)



(a) 位数と低平地面積



(b) マグニチュードと低平地面積

図-3 低平地面積の流域分布

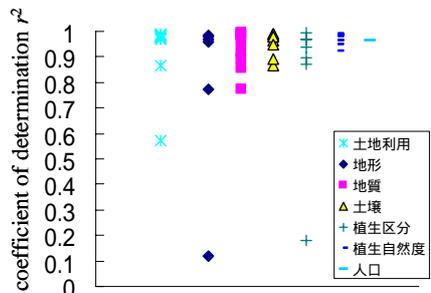
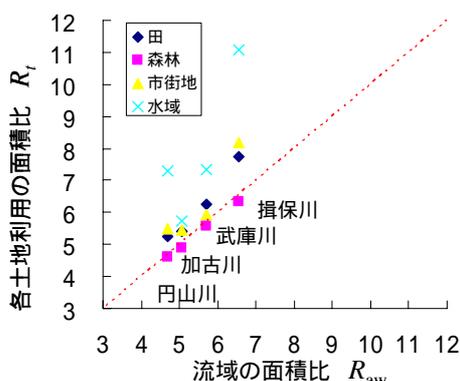
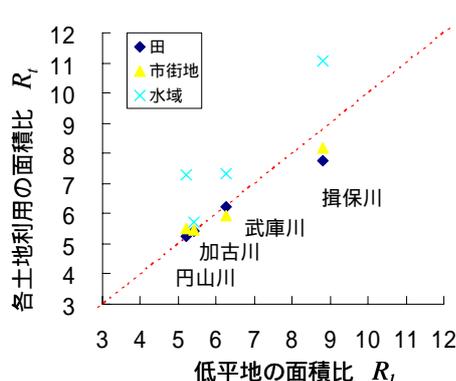


図-4 各環境因子と位数の関係における決定係数(揖保川流域)



(a) 流域と土地利用の面積比



(b) 低平地と土地利用の面積比

図-5 土地利用面積の流域分布特性