

1. はじめに

近年、流域一貫の土砂管理や水循環保全が重要となっている。社会基盤自体が流域特性に依存していることを考慮すると、これら水問題のみならず生態環境評価や社会経済の持続可能な発展に関しても流域という視点からの一貫した特性整理が必要と考えられる。本研究では、流域地形形態の特性を定量的に表現する河道位数則を用いて、社会経済指標のひとつである流域人口の分布特性の評価を試みたので報告する。

2. 河道位数に基づく流域人口分布則

Strahler 位数 k の流域において、位数 u ($1 \leq u \leq k$) の小流域での平均人口 \overline{P}_u と平均小流域面積 \overline{A}_u の間に、次式で示すべきの分布が成立するものと仮定する。

$$\overline{P}_u = j \overline{A}_u^m \quad (1)$$

ここに、 j, m : 流域毎に決まる係数である。一方、流域面積則は次式で与えられる¹⁾。

$$\overline{A}_u = \overline{A}_1 R_a^{u-1} \quad (2)$$

ここに、 $R_a : (= \overline{A}_u / \overline{A}_{u-1})$, 流域面積比である。式(2)を式(1)に代入した後、両辺に対数変換を施して整理すると次式が得られる。

$$\log \overline{P}_u = \alpha u + \beta, \quad \alpha = \log R_a^m, \quad \beta = \log j \left(\overline{A}_1 / R_a \right)^m \quad (3a, 3b, 3c)$$

ここに、 α, β : 流域毎に決まる係数である。これより、式(1)の仮定のもとでは人口 \overline{P}_u の対数が位数 u に比例することになる。さらに、Strahler の位数 u と対応する Shreve のマグニチュード \overline{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²⁾。

$$\overline{i}_u = R_b^{u-1} \quad (4)$$

よって、式(3),(4)より、位数 u の小流域平均人口 \overline{P}_u とマグニチュード \overline{i}_u の間には次式が成立することになる。

$$\log \overline{P}_u = \gamma \log \overline{i}_u + (\alpha + \beta), \quad \gamma = \alpha / \log R_b \quad (5)$$

3. 対象とする流域と流域人口

対象とした河川流域は、兵庫県の一級河川である加古川・揖保川・円山川の3流域である。図-1に3流域の地理的位置関係を、表-1に流域の概要を示す。加古川、揖保川は瀬戸内海に、円山川は日本海に流出する。流域面積・人口とも加古川が最大であり、流域面積では揖保川が、人口では円山川が最小となっている。

図-2に流域人口分布を示す。いずれの流域においても下流に行くに従って人口が増加している。河口では日本海側より瀬戸内海側の流域の人口が多く、瀬戸内海側の2流域では流域面積に比例して人口が変化しているようである。また、加古川流域では、海岸沿いの支川において、位数の小さい上流部にもかかわらず大きな人口が分布している。これは、沿岸部に人口集中の著しい都市が存在していることを示し、瀬戸内海沿岸に都市が発達している兵庫県の現状を反映している。

4. 河道位数と人口分布の関係評価

この3流域を対象に河道位数と人口分布の関係を調べ、上述の式(3)、(5)の適用性を検討する。

図-3は揖保川河道網における位数 u とマグニチュード i の分布である。共に位数1に対応する河道は同じ空間スケールで定義している。河口での位数 k は6であり、対応するマグニチュード i_{\max} は2016となる。マグニチュードはすべての支流の合流を考慮に入れるため、その最大値は上流部での水源地数と一致することとなる。

図-4に流域人口 \overline{P}_u と位数 u の関係を、図-5に流域人口 \overline{P}_u とマグニチュード i の関係をそれぞれ示す。図中において、人口 \overline{P}_u は全流域人口 \overline{P}_k で、マグニチュード i は最大値 i_{\max} でそれぞれ無次元化して表示している。図-4に示す \overline{P}_u と位数 u の関係は式(3a)で示す比例関係を満たしていることがわかる。流域における違い

は、この関係からは見出せない。一方、図-5に示す流域人口 $\overline{P_u}$ とマグニチュード i においても、式(5)における線形関係が成立することが確認される。また、位数の小さい範囲において個々の流域人口の分散が大きくなるのは、上述したように、沿岸域に発達する都市の影響と推察される。

【参考文献】1) 土木学会水理委員会：水理公式集[平成11年版]，土木学会，pp.28-29，1999. 2) 岩佐・小林：土木学会論文報告集，Vol.273，pp.47-58，1978. 3) 兵庫県/統計課/「兵庫データランド」：<http://web.pref.hyogo.jp/toukei/index.htm>.

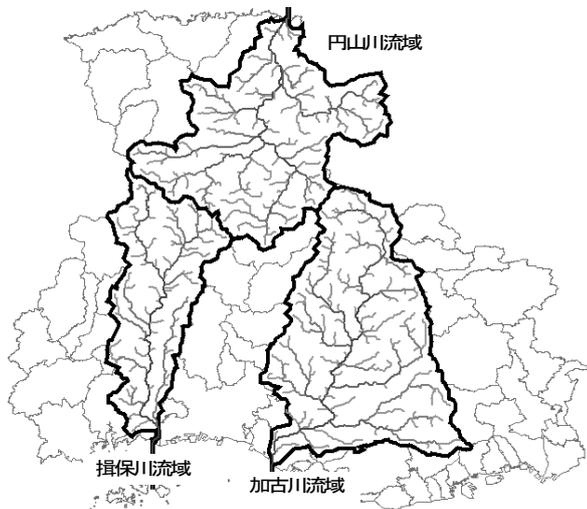


図-1 対象流域

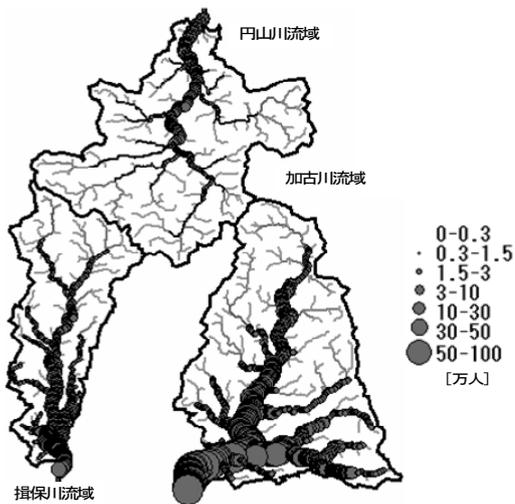


図-2 流域人口分布

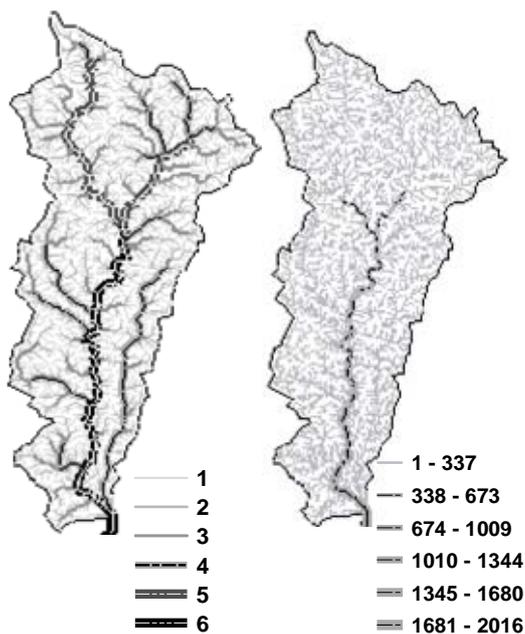


図-3 揖保川の河道網における位数 u (左図)とマグニチュード i (右図)の分布

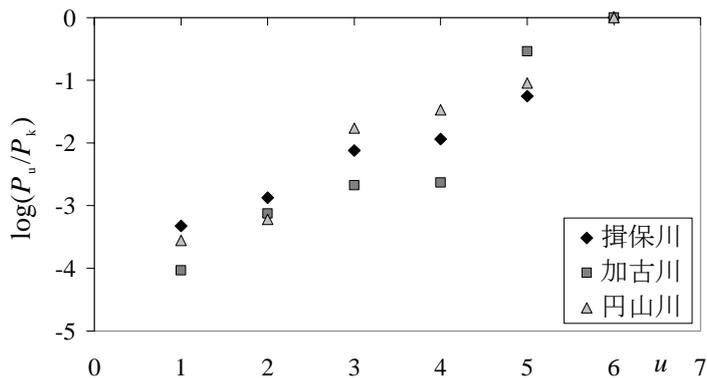


図-4 流域人口と位数の関係

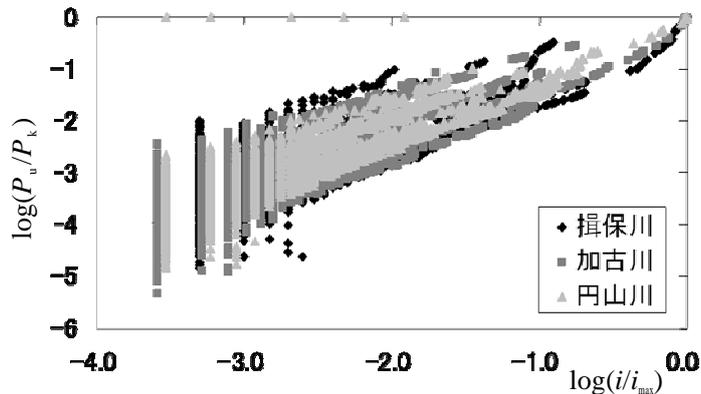


図-5 流域人口とマグニチュードの関係

表-1 流域の概要

河川名	流域人口 [万人]	流域面積 A_k [km ²]	幹川流路延長 [km]	河川数	総流路延長 L [km]	河川密度 $R_0 = \sum L / A$	高低率 $R_r = (\text{最高点} - \text{河口}) / L$	平均河川勾配 $R_c = (\text{源流} - \text{河口}) / L$
揖保川	20	810	70	47	291	0.359	0.02044	0.02044
加古川	77	1520	96	110	678	0.446	0.00974	0.00886
円山川	15	1300	68	97	502	0.386	0.02182	0.00699