

GIS を用いた小流域の地形特性と 植生分布の相関解析

上田 蒼馬¹・野上 敦嗣²・西野 友子³

¹学生会員 北九州市立大学修士 国際環境工学研究科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの 1-1)

E-mail: soma0916ueda@gmail.com

²正会員 北九州市立大学教授 国際環境工学部環境生命工学科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの 1-1)

E-mail: nogami@kitakyu-u.ac.jp

³非会員 北九州市立大学研究員 国際環境工学研究科 (〒808-0135 福岡県北九州市若松区ひびきの 1-1)

E-mail: to-nkym01@jcom.home.ne.jp

生態系に関係する大きな環境要因として気候的要因と土地的要因があげられるが、動植物の生育・生息に必要な水やその循環という観点からの解析はあまりされていない。本研究では降雨が川を形成する基本単位である小流域に着目する。標高データから GIS で算出した小流域単位で、斜面の角度や方位、標高等の地形特性と植生分布との関係性を調べた。解析対象を北部九州の一級河川の流域とし、またそれぞれの支流ごとの植生の特性を比較し評価した。自然度を参考に植生を 9 つにグループ化しまとめた。さらに地形特性と植生分布の関係性を地形の特徴による偏りをなくし、相対的に解析するため植生-環境相関指数 (SVEI) を求め解析した。

Key Words : GIS, small watersheds, correlation analysis, vegetation and terrain characteristics

1. 序論

植生を構成する環境要因として、様々なものがある。気象や地質、日光などに影響を受け植生は、その地に応じた分布となる。それらの環境要因と植生分布の関わりを、地図上で解析することは困難である。生態系環境の構成の単位として地球全体の大きなまとまりから、森林・砂漠・河川といったまとまりなどがあり、どのような範囲でとらえるかが重要なポイントとなる。¹⁾

生態系の分析にあたって「小流域単位での生態系分析」に注目した。小流域単位での解析とは生物の行動圏や移動を考慮した樹林地や草原・農耕地・水辺の有機的なつながり、すなわち生態系ネットワークを解析することであり、小流域は地形・気象・水循環・土壌・土地利用・植生や動物の多様など、生態系を支える地形構造の基本単位の一つである支流単位の流域のことを指す。小流域単位での解析を行

うことで、まとまりのよいグループ分けができ、自然環境マネジメントの施策を実行するにあたり、非常に有益になる。²⁾

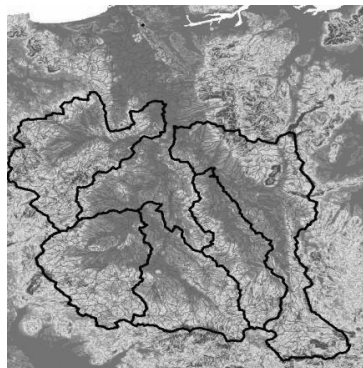


図 - 1 遠賀川流域と 5 つの河川流域

本研究では、地理情報システム (GIS: Geographic

Information System) を用いて、植生分布と小流域分割した地形特性（標高、傾斜角度、方位）との関わりを数値化し、定量的にとらえ、植生－環境相関指数を求め解析を行った。研究対象を北部九州にある一級河川の遠賀川流域とし、またそこからさらに五つの河川流域（犬鳴川、穂波川、遠賀川上流、中元寺川、彦山川）に分けて比較し、評価した。（図－1）またさらに、地形的要因と植生分布の関係性を定量的に評価するため、相関解析を行い地形の偏りによる植生分布への影響も考慮した。³⁾

2. 研究方法

(1) 研究対象地域と使用データ

対象の流域は北部九州の遠賀川流域とした。福岡に4つある一級河川のうちの一つで、流域面積は約1026 km²、標高は1187mである。この流域をさらに犬鳴川、穂波川、遠賀川上流、中元寺川、彦山川の5つの支流に分け、それぞれの地形特性に焦点を当てた。使用した標高データは国土地理院発行数値図（50mメッシュ標高データ）で、このデータからESRI社が提供しているArcGIS（ver10.0）の水文解析機能を使い、傾斜角度、方位及び水系網を求め、小流域に分割した。また植生データは環境省生物多様性情報システム発行の平成17年～18年度に行われた、第7回自然環境保全基礎調査結果を用いた。土地の自然性や植生に対する人為の割合の度合いを示した区分である自然度も制定されており、指標の一つとして用いられている。

表－1 植生区分表

落葉広葉樹林	ブナ林・ミズナラ林・アハツツギ林・ウヤキ林・アカシデ・イヌシデ林・イロシロツグ・イロツグ・ハナツツギ林・クヌギ・コナラ林	竹林	モウソウチク林・ササ・タケ群落
常緑広葉樹林	シイ・カン・カシ・クヌギ・クヌギ・タブ・ヤブニッケイ林・マサキ・トナリノキ群落	草原	イネ科草原・広葉草原
針葉樹林	ツガ・ハイノキ群落・モミ・スギ群落・アカマツ林・クロマツ林	湿生草原	河辺低木林・ヨシ・ササ・ウキ・ササ
林業利用地	スギ・ヒノキ・サウラ林等の人工林・伐採跡	農業利用地	水田・田圃・果樹園
		無植生地	市街地等

本研究においては植生群落を25個にまとめ、9つの自然度ごとに区分し解析を行った。（表－1）

(2) 数値地図変換と小流域分割方法

標高データをGIS内で操作できるshpファイルに数値地図変換し、傾斜方位を示すために投影変換を行った。その操作を以下に示す。

数値地図50mメッシュ標高データ（以下標高データ）のCD-ROMからデータを取り出し、数値地図データ変換ツールのSnapcnvを用いてシェイプファイルに変換しArcGISに取り込んだ。このとき変換したデータは、福岡の篠栗、飯塚、田川、脇田、直方、金田、津屋崎、筑前東郷、中間、神湊、吉木、折尾である。標高データをUTM座標系に変換し、投影変換を行う。このことによって、平面であった標高データを、球の形に対応した座標系にした。

次に取り込んだ標高データから小流域分割を行った。操作手順は以下の通りである。

- ①Spatial Analyst Toolsのオプションにて、一般設定の[マスクの設定]でラスターデータに変換した標高データをマスクに設定した。
※マスクの設定をすることで、解析範囲となる領域を特定する。これを行わなかった場合、海などが標高0の地域として表示されてしまう。
- ②Spatial Analyst Toolsで解析が行えるように、投影変換した標高データをメッシュデータからラスターデータへ内挿した。内挿法はスプライン法で、セルサイズ75で変換した。
- ③標高データに小さな窪地があり、そこに水がたまってしまう。そのため、水文解析機能のFillを使い、データ内の窪地を削除した。
- ④水流の向きを調べるために、各点における斜面の方向を示すデータを作成した。傾斜の単位は東、南東、南、南西、西、北西、北、北東の8方位である。（図－2）
- ⑤各点に流入する累積セル数を計算し、支流を含めた尾根から河口までの水系網を算出した。
- ⑥水系網を河川水系に分離した。これより、各河川の水系がわかる。
- ⑦累積セル数の小さい沢をなくすために、マップ代数演算からラスター演算をクリックし、マップ代数演算式に「con(⑤で作成したデータ>100,1)」を入力した。これによりしきい値100以下の沢を削除し、支流の線を算出した。
- ⑧支流の合流点の連結構造を算出するために、ラスターの作成を使用した。（図－3）

- ⑨求めた支流線より集水域ラスタの作成をし、小流域を確定した。
- ⑩エディタによる編集を可能にするためにラスタデータをフィーチャデータに変換した。これにより、小流域をポリゴンで表示できる。
- ⑪エディタを用いて水系の小流域を算出した。他の小流域は削除した。
- このとき、算出した小流域の数は 1047 個であった。
(図-4)

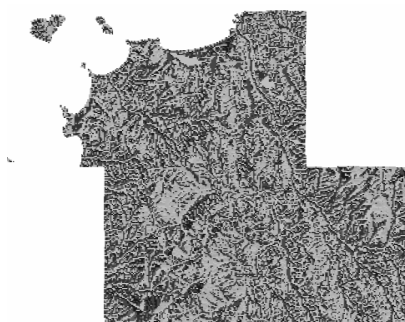


図-2 各セルにおける方位データ

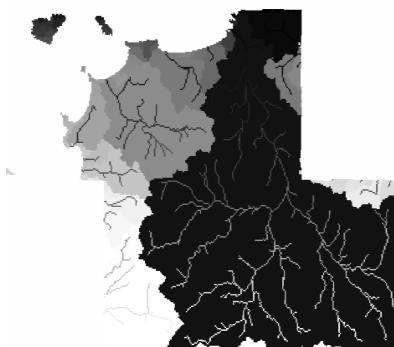


図-3 合流点の連結構造の算出

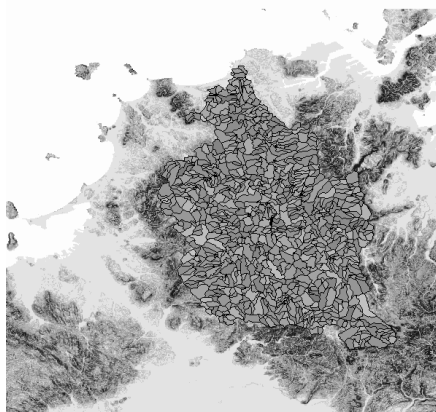


図-4 遠賀川の小流域

遠賀川流域をより自然度の高い上流部分の 5 つの河川流域に分け、解析を行った。操作方法は⑦での

累積セル数のしきい値を 15000 にし、小流域と同様に流域を算出した。そのときの流域の小流域数と流域の面積、小流域の平均面積を示す。

表-2 支流の小流域

	小流域数	流域の面積 (km ²)	小流域の平均面積 (km ²)
遠賀川上流	152	132.8	0.880
彦山川	178	182.6	1.026
中元寺川	97	100.2	1.033
穂波川	127	137.1	1.080
犬鳴川	161	158.2	0.982

小流域数にはばらつきがあるが、小流域の平均面積には大きな違いが見られない。

(3) 植生と地形特性の問題提起

ここで求めた小流域と植生分布をインターセクトし、小流域で分けられた植生分布は 12010 個であった。境界域毎の方位、標高、傾斜をゾーン統計でまとめ、植生分布とクロス集計しエクセルにエクスポートした。

図に自然度区分した方位の分布を示す。方位の植生分布は全体的に似たような分布を示している。湿生林は西と北に大きく分布し、南東と南西にはあまり分布していないことが分かる。ここから湿生林は他の植生と比べ、方位の地形特性に影響されやすいことがわかる。

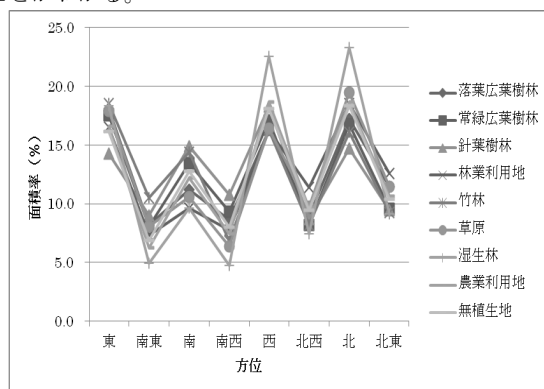


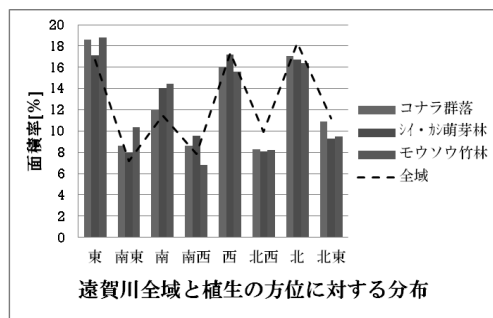
図-5 自然度別の方位分布

地形全体に偏りがあった場合、その偏りにより植生の分布は影響されてしまう。コナラ群落、シイ・カシ群落、モウソウチク林と遠賀川全域の方位の面積率を示す。(図-6) これより地形全体の偏りに植生が影響を受けていること分かる。

(4) 植生環境相関指数解析

この問題を解決するため、地形特性の各階級毎に、

各植生の分布量を割合で表した。各植生のもっとも高い値を示した階級が、その植生のもっとも高い相関性を示す。その最も高い値を植生－環境相関指数（SVEI）とし、各地形特性の SVEI の平均を総合植生－環境相関指数（TVEI）とした。ここで農業利用地、無植生地は TVEI に含めない。SVEI が高いとその植生は、その地形特性の階級に対して、相関性が高いことになる。また、各植生の面積に差があるため、SVEI にその植生の面積率をかけて加重 TVEI を算出した。⁴⁾

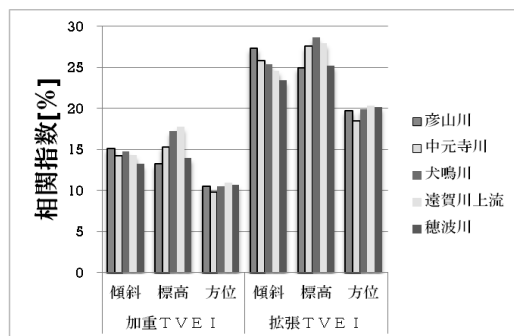


図－6 方位に対する面積率

3. 結果と考察

（１）５つの支流の TVEI

５つの支流ごとの加重 TVEI を図－７に示す。拡張 TVEI は隣接する階級の高い値を合算したものである。



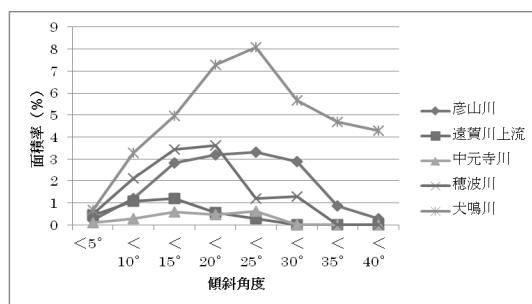
	加重TVEI(%)			拡張TVEI(%)		
	傾斜	標高	方位	傾斜	標高	方位
彦山川	15.2	13.2	10.5	27.3	25.0	19.7
中元寺川	14.2	15.3	9.8	25.8	27.6	18.5
犬鳴川	14.7	17.3	10.5	25.4	28.7	19.9
遠賀川上流	14.3	17.7	11.0	24.6	27.9	20.4
穂波川	13.2	14.0	10.7	23.5	25.2	20.2

図－7 各支流における TVEI 値

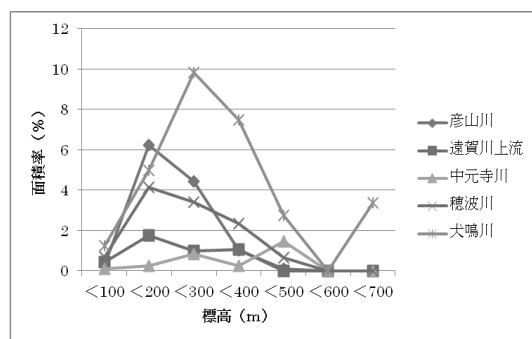
この結果より、標高と傾斜は植生に対して相関性がある。一方、方位の TVEI は低く、相関性はあまりない。特に彦山川流域の植生は、傾斜に影響を受けやすい分布となっていることが分かる。

（２）各植生における特異性

植生度の高いクスギ・コナラ林に注目した。図－８、９からクスギ・コナラ林は犬鳴川以外の河川流域において、低い標高、緩やかな傾斜に分布していたが、犬鳴川流域においては高い標高、急な傾斜の位置に分布していたことがわかる。



図－8 クスギ・コナラ林の傾斜に対する分布



図－9 クスギ・コナラ林の標高に対する分布

図－１０にクスギ・コナラ林と無植生地(集落)を示す。クスギ・コナラ林は無植生地に近い位置に分布しているが、犬鳴川では離れた場所に分布している。

また穂波川のクスギ・コナラ林も離れた位置に犬鳴川より多く、分布しているが無植生地にも多く分布している。一見してこの図のみをみた場合、穂波川のクスギ・コナラ林の分布に注目してしまうが、今回用いた相関解析を行うことで、植生分布を定量的、客観的に解析することができる。

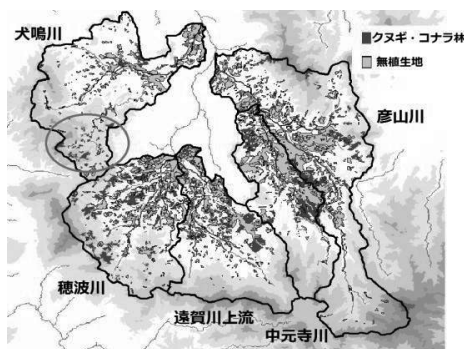


図-10 クヌギ・コナラ林と集落の分布

4. まとめ

ArcGIS の水文解析機能を用いて、遠賀川流域を小流域分割し、小流域単位での地形特性と植生の相関性を解析し、植生が地形特性に対してどれだけ影響を受け、その地に分布しているかを明らかにした。またその結果は定量的、客観的であるため地図上の分布からの解析だけではわからない植生分布の特徴を、知ることができた。さらに同じ植生でも支流域ごとによって、分布している場所の地形特性が違ったり、分布量が異なったりしていることも明らかになった。これは他の植生との連結性があり、それによってその植生の近くでしか分布しない特徴を持っていたり、その地域特有の地域特性（傾斜、標高、方位以外の）が植生分布に関係していると考えられる。今回解析を行った地形特性は標高、傾斜角度、方位のみであったが、より植生に対する環境影響や地域特性を知るには、他の要因も考えなければならない。山道等の人為的影響や地下水などの水循環、地質や地層の特性、こういった要因も解析することでより正確な解析結果が得られる。応用すれば、5-2-4 の犬鳴川における竹林の標高 700m 付近の分布のような特異点の原因がわかる。また今回行った標高 - 傾

斜 - 方位の連結性といった要因の組み合わせも地下水や地層、地質などと一緒にすることで、地下の地質変化や地層の変化と植生の移り変わりなどを知ることができる。さらに今回、国土地理院発行の 50 m メッシュ数値地図標高データを使ったが、さらに小さなメッシュの標高データを使うことで、地形の急激な起伏や凹凸、切峯を解析できる。

先行研究にて ArcGIS を用いた小流域での解析は行われていたが、当時の ArcGIS のバージョンと今回用いたバージョンは別のものであり、同じ動作を行うに当たっても同様にできなかったり、同じ結果は得られなかったりした。また使用した ArcGIS は非常に高性能で細かい設定や多機能にわたる解析が行える。しかしその反面、機能の説明や動作方法の複雑さより使いこなすのが困難で時間を要するものであった。そのため、1 つ 1 つの動作の意味や結果を考え、記録していくことが必要である。

参考文献

- 1) 社団法人国際建設技術協会(2002)：建設技術移転指針策定調査(地理情報システム)報告書, 2-6.
- 2) 田中 雅人：デジタル地形モデルによる小流域環境評価システムの開発, 北九州市立大学 平成 19 年度修士論文
- 3) 慶応義塾大学大学院 片桐由希子、山下英也、石川幹子：コモンデータに基づく小流域データベースの作成と緑地環境評価の手法に関する研究, 日本造園学会全国大会研究発表論文集, pp793-798, 2004
- 4) 土田 勝義：美ヶ原高原斜面の植生に関する研究, 信州大学環境科学論集 第 5 回, pp113-117, 1983

(2014. 7. 11 受付)

Correlation analysis between vegetation and terrain characteristics in small watersheds by using GIS

Soma UEDA, Atushi NOGAMI and Tomoko NISHINO

There are two major environmental factors that land and climatic factors related to the ecosystem. But the research from the water circulation and growth of plants and animals has been much. I study small watersheds, which is basic unit of the rain, and search terrain characteristics between vegetation distribution by using GIS. I analyzed primary rivers of northern Kyushu and evaluated by comparing the characteristic of the vegetation of the tributary and vegetation was grouped nine. SVEI is environmental correlation index to no redistribute according to the features.