

IV-37

スペクトル分析による地形の”ゆらぎ”分類

長崎大学工学部 正 後 藤 恵之輔
 基礎地盤コンサルタント 正○内 田 篤 志
 長崎大学大学院 学 川 内 透
 長崎大学大学院 今 村 幸 祐

1. はじめに

太古から続けられてきた地形の改造・改変は、主に造山運動や風化作用が中心であった。しかし、現在地形（自然）の破壊は、都市開発のみならず山腹の大規模住宅地・ゴルフ場・スーパー林道の開発など人間の生活活動にその主役を譲っている。一方、生態系の保護や保全、多自然型を念頭にいった土木設計や施工が望まれており、徐々に採択されつつある。しかし、採用された工法が自然に受け入れられ、生態系保護や保全に繋がるかといったことの定量的評価が困難であることも事実である。

本研究では、自然度評価の一つとして、地形の形状を定量的に分類し、自然的なものと人工的なものを区別する手法を試行するものである。

2. 解析手法と手順

本研究では、”1/fゆらぎ”が人間に好まれることが最近の研究で指摘されている点に着目し、地形を周波数分析し”ゆらぎの種類”を把握したものである。解析の作業手順は以下のとおりである。

- ①任意の区間における標高変化から地形の断面形状を作成、BMP形式で保存する。地形断面図は、国土地理院発行の数値地図の標高データ（50mメッシュ）を用いて作成した。
- ②地形以外のデータを取り除き、512×512画素のgrayscaleとしてPGM形式のデータを作成する。
- ③この画像データから離散フーリエ解析により周波数とパワースペクトルを求める。
- ④結果は対数目盛で縦軸にパワースペクトル、横軸に周波数をプロットする。
- ⑤周波数とパワースペクトルの関係からパワースペクトル主成分の傾き（ゆらぎの種類）を求める。

3. 解析した地形とその特徴

長崎県は国内屈指の海洋県であり、海域には約600に及ぶ多くの島々が散在する。これら島嶼は、新第三紀から第四紀にかけてできた火成岩や堆積岩の島々であり、生成時期も地質も異なる。今回地形解析を実施したのは、対馬・壱岐と五島列島の福江島の3島である。対馬は、溺れ谷が発達した複雑な海岸線を有し、島の北部は、対州層とよばれる砂岩・頁岩の堆積岩からなり、山頂に平坦面が見られる。南部は平均高度も高く、火成岩の分布も認められる。壱岐は、玄武岩が全島を覆う起伏の少ない台地状の島である。福江島は、堆積岩である五島層群を島の中央に、その周囲に第四紀の玄武岩が分布する。

4. 解析結果

解析断面は各島を東経・北緯各1～2度のメッシュに区分し、その経線・緯線での地形縦横断面図を作成した。解析結果を表-1と図-1～図-3に示す。周波数分析から求められるゆらぎの種類は、周波数の逆数（ $1/f^x$ ）の乗数（x）により図-4に示す様に分類される。すなわち、1）人に心地よさを与えるゆらぎ： $1/f$ $x=1$, 2）単調なゆらぎ： $1/f^2$ $x=2$, 3）複雑なゆらぎ： $1/f^x$ $x=\sqrt{2}$ 以下, 4）周波数に無関係な白色ゆらぎ： $x=0$ などである。

表-1 3島の解析結果一覧表

島嶼別		対馬の島																
島名	緯度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
対馬	X	-0.204	-0.224	-0.254	-0.184	-0.131	-0.131	-0.123	-0.140	-0.112	-0.108	-0.121	-0.097	-0.080	-0.052	-0.111	-0.154	-
五島の島		福江の島																
島名	緯度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
福江	X	-0.137	-0.114	-0.151	-0.178	-0.155	-0.149	-0.120	-0.135	-0.167	-0.140	-0.055	-0.150	-0.127	-0.150	-0.119	-	-
壱岐の島		壱岐の島																
島名	緯度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
壱岐	X	-0.159	-0.147	-0.151	-0.152	-0.129	-0.137	-	-0.072	-0.110	-0.152	-0.150	-0.191	-0.151	-0.177	-0.110	-0.131	-0.086

キーワード：スペクトル、ゆらぎ、フラクタル、フーリエ解析

連絡先：長崎市樺島町6-15大信ビル2F TEL：095-821-7150 FAX：095-821-7180

3島の解析結果を見ると全て $X=-0.3$ 以下で、周波数とパワーの間に相関が低いことを示している。解析前に予想していた、人に心地よさを与えるゆらぎ（ $1/f$ ）とはかけ離れた値となった。しかし、各島ごとの値には特徴的な差が認められる。すなわち、対馬の場合、浅茅湾の北部に比べて南部の方が低い値（ $X=-0.1$ 以下）を示している。沓岐は経度・緯度方向ともに変化が乏しく、全体にそろった値（ $X=-0.15$ 前後）である。福江島では切断線により変化（ $X=-0.1 \sim -0.2$ ）する。これらはいずれも地質の差が地形の特徴に影響していると推測される。

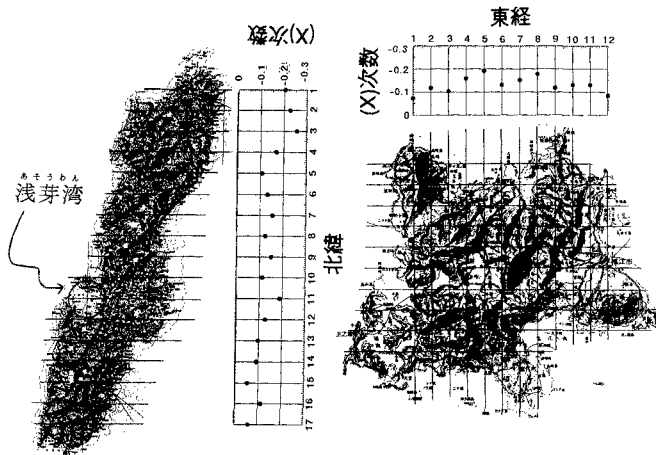


図-2 対馬とその結果

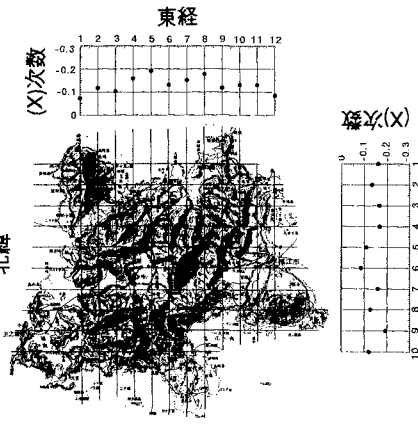


図-3 福江島とその結果

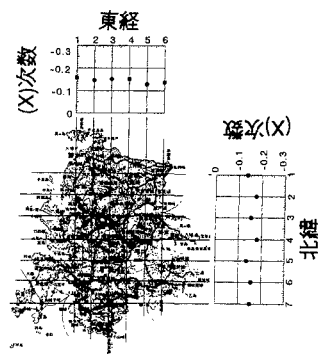


図-1 沓岐とその結果

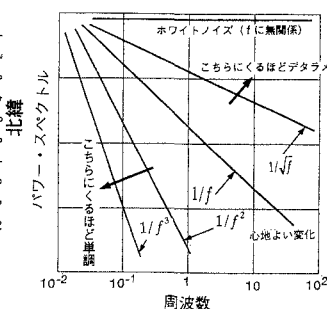


図-4 規則的動きとゆらぎの図¹⁾

5. 3島のフラクタル次元

フラクタル (Fractal) とは、1975年にMandelbrotが造った造語で、特徴的な長さを持たないような図形や構造、現象などの総称である。「自然界のさまざまな現象や複雑な構造や形体が、フラクタルを当てはまるとうまく説明できる。」という観点から、多くの分野で取り上げられている。フラクタルである複雑な線の次元は $1 < D < 2$ の間であり、複雑な面の次元は $2 < D < 3$ の間にあるといわれ、フラクタルは非整数の次元を有し、そのものが存在するユークリッド次元より小さい。例えば、雲は $D=1.35$ であり、樹木の枝分かれば $D=1.3 \sim 1.8$ である。フラクタル次元の求め方の一つにBox-Counting法がある。これにより求めた3島のフラクタル次元(D)は、対馬が $D=1.259$ 、福江島が $D=1.225$ 、沓岐が $D=1.163$ であり、対馬、福江島、沓岐の順で地形の複雑さが示されている。直感的においても同様なことがいえるが、定量的に地形の複雑さが表現できたことになる。

6. 今後の展望

ゆらぎ成分とフラクタル次元から地形の特徴を定量的に整理した。3島のゆらぎの種類は、いずれも人間に好まれる“ $1/f$ ゆらぎ”ではなく、周波数とパワーの間に相関性が低いゆらぎであった。しかし、緯度、傾度方向の断面形状には島の地形・地質の特徴を反映した結果が認められた。しかし、1断面の解析範囲が長いこともあり、定量的な把握はできなかった。今後は、解析範囲を絞り、ゴルフ場、照葉樹林（広葉樹）地帯、高速道路貫通区域、スーパー林道などの特徴を整理し、地形改変の傾向を掴む計画である。また、エコロードの評価として、人の視野内の特徴を掴むために、野外輝度を算出する時に使われる20度視野など、運転者からの見た視野での地形の周波数特性の評価にも適用する計画である。

《参考文献》

- 1) 武者利光：ゆらぎの発想，NHK出版 1994年