

東京大学大学院

学○安藤義久

東京大学生産技術研究所

正 虫明功臣

## 1. 序論

河川の低水流出特性の一つである湯水流出高と地質区分との対応関係については、表日本を対象に各水系を単位として、既に検討してある。<sup>1)</sup>本研究では、やはり表日本を対象に、湯水流出高と地質区分及び気候区分との対応関係を統計的に分析する。

## 2. 地質区分・気候区分の方法

地質区分の方法は、文献<sup>1)</sup>と同様に、第4紀火山岩類、第3紀火山岩類、花崗岩類、中生層、古生層の5区分とする。気候区分の方法は、関口武の気候区分を準用する。即ち、北海道を除く表日本を、東北東部型、関東型、東海型、中央高地型、瀬戸内型、南海型、九州型の7つの気候区に区分する方法を採用する。

## 3. 湯水流出高のデータのサンプリング

湯水流出高のデータのサンプリングは、流量要覧<sup>2)</sup>から行なった。なお、サンプリングにあたっては、流域が単一の地質で構成されている測水所を選んだ。表1は、湯水流出高のデータの地質区分・気候区分別のデータ数の度数分布表である。データ数は145である。

(表1) 地質区分・気候区分別のデータ数

|                  |      | 地 質 区 分    |            |     |     |     | 計   |
|------------------|------|------------|------------|-----|-----|-----|-----|
|                  |      | 第4紀<br>火山岩 | 第3紀<br>火山岩 | 花崗岩 | 中生層 | 古生層 |     |
| 気<br>候<br>区<br>分 | 東北東部 | 0          | 2          | 1   | 9   | 4   | 16  |
|                  | 関 東  | 4          | 2          | 4   | 4   | 3   | 17  |
|                  | 東 海  | 0          | 0          | 3   | 2   | 0   | 5   |
|                  | 中央高地 | 2          | 2          | 3   | 2   | 16  | 25  |
|                  | 瀬戸内  | 0          | 3          | 9   | 0   | 9   | 21  |
|                  | 南 海  | 3          | 0          | 0   | 37  | 12  | 52  |
|                  | 九 州  | 5          | 3          | 0   | 0   | 1   | 9   |
| 計                |      | 14         | 12         | 20  | 54  | 45  | 145 |

また、サンプリングした測水所の流域面積は、18.5～1730 km<sup>2</sup>の範囲にあり、流域面積の平均値は258 km<sup>2</sup>である。

## 4. 湯水流出高に対する地質要因効果の検定

湯水流出高に対する、地質区分という要因の効果の有意性の検定は、一元配置の分散分析として統計的に解析できる。<sup>3)</sup>

全気候区における、湯水流出高に対する地質要因効果の検定のための分散分析表を表2に示す。自由度が4, 140で、有意水準1%のF値は3.48であるから、湯水流出高に対する地質要因の効果は有意水準1%で有意である。

(表2) 分散分析表

| 変動要因 | 平方和   | 自由度 | 平均平方  | F     |
|------|-------|-----|-------|-------|
| 地質要因 | 42.93 | 4   | 10.73 | 48.44 |
| 残 差  | 31.81 | 140 | 0.222 |       |
| 計    | 73.94 | 144 |       |       |

全く同様にして、各気候区別に湯水流出高に対する地質要因効果のF検定を行なった結果を表3に示す。この結果をみると関東、南海、九州の各気候区においては、有意水準1%で湯水流出高に対する地質要因効果は有意である。さらに、瀬戸内気候区では有意水準5%で、東北東部気候区では有意水準20%で有意性が認められた。しかし、東海気候区だけは有意水準20%で、湯水流出高に対する地質要因効果の有意性が認められていない。これは、東海気候区には花崗岩と中生層の2地質区分しかないためであろう。

(表3) 気候区別における地質要因効果の検定

| 気候区分 | 湯水流出高における地質要因効果    |
|------|--------------------|
| 全気候区 | 有意水準 1%で有意である。     |
| 東北東部 | 有意水準 20%で有意である。    |
| 関 東  | 有意水準 1%で有意である。     |
| 東 海  | 有意水準 20%で有意とはいえない。 |
| 中央高地 | 有意水準 20%で有意である。    |
| 瀬戸内  | 有意水準 5%で有意である。     |
| 南 海  | 有意水準 1%で有意である。     |
| 九 州  | 有意水準 1%で有意である。     |

## 5. 湯水流出高に対する気候要因効果の検定

湯水流出高に対する、気候区分という要因の効果の有意性の検定は、前節と同様に一元配置の分散分析として統計的に解析できる。

全地質区分における、湯水流出高に対する気候要因効果の検定のための分散分析表を表4に示す。自由度が6、138で、有意水準1%のF値は2.96であるから、湯水流出高に対する気候要因の効果は有意水準1%で有意である。

(表4) 分散分析表

| 変動要因 | 平方和   | 自由度 | 平均平方   | F     |
|------|-------|-----|--------|-------|
| 気候要因 | 17.17 | 6   | 2.862  | 6.896 |
| 残差   | 57.28 | 138 | 0.4151 |       |
| 計    | 74.45 | 144 |        |       |

全く同様にして、各地質区分別に湯水流出高に対する気候要因効果のF検定を行なった結果を表5に示す。この結果をみると、第4紀火山岩、第3紀火山岩、及び花崗岩の各地質区分においては、有意水準20%で湯水流出高に対する気候要因効果は有意とはいえない。一方、中生層では有意水準20%で、古生層では有意水準1%で有意である。さらに、2つの気候区分の平均値の差の有意検定のためにt検定を行なった。これによれば、中生層においては、中央高地と東海気候区の湯水流出高と他の気候区の湯水流出高とは、有意水準10%で有意差が認められる。これが中生層全体として、有意水準20%で湯水流出高に対する気候要因効果が有意となる原因となっている。また、古生層におけるt検定によれば、中央高地と他の気候区の湯水流出高の平均値は、大部分が有意水準1%で有意差が認められる。これが古生層全体として、有意水準1%で湯水流出高に対する気候要因効果が有意となる主要因となっている。

(表5) 地質区分別における気候要因効果の検定

| 地質区分   | 湯水流出高に対する気候要因効果   |
|--------|-------------------|
| 全地質区分  | 有意水準 1%で有意である。    |
| 第4紀火山岩 | 有意水準20%で有意とはいえない。 |
| 第3紀火山岩 | 〃                 |
| 花崗岩    | 〃                 |
| 中生層    | 有意水準20%で有意である。    |
| 古生層    | 有意水準 1%で有意である。    |

## 6. 結論

湯水流出高に対する地質要因効果と気候要因効果はいずれも有意水準1%で有意であることが認められた。さらに、北海道を除く表日本においては、湯水流出高に対する地質要因効果の方が、気候要因効果よりも有意性がまざっていることが、F値や気候区分別の地質要因効果の検定と地質区分別における気候要因効果の検定の結果から判明した。

従って、湯水流出高の推定は、地質区分と気候区分別に行なう方が妥当であるという結論に達する。表6に地質区分と気候区分別の湯水流出高の標本平均値と標本標準偏差を示す。この表の標準偏差で分布のバラツキの程度を判断すると、湯水流出高の全体のバラツキよりも地質区分や気候区分別の一元分類のバラツキの方が大部分小さく、更に地質区分・気候区分の二元分類のバラツキの方が全体的に小さいことがわかる。この事実は前述の結論を裏付けている。

(表6) 湯水流出高の標本平均値と標本標準偏差(mm/day)

| 地質区分<br>気候区分 | 第4紀<br>火山岩                       | 第3紀<br>火山岩       | 花崗岩             | 中生層              | 古生層              | 全地質<br>区分      |
|--------------|----------------------------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|
| 東北東部         | 平均値<br>0.905<br>(標準偏差<br>(0.01)) | 1.07<br>(—)      | 1.07<br>(0.217) | 0.796<br>(0.262) | 0.552<br>(0.245) | 0.766          |
| 関東           | 2.71<br>(0.94)                   | 1.25<br>(0.09)   | 1.37<br>(0.23)  | 0.940<br>(0.098) | 0.463<br>(0.186) | 1.41<br>(0.91) |
| 東海           |                                  |                  | 1.68<br>(0.42)  | 1.31<br>(0.17)   |                  | 1.53<br>(0.37) |
| 中央高地         | 2.58<br>(0.62)                   | 1.12<br>(0.18)   | 1.48<br>(0.39)  | 1.28<br>(0.21)   | 1.74<br>(0.56)   | 1.69<br>(0.59) |
| 瀬戸内          |                                  | 1.14<br>(0.18)   | 1.24<br>(0.48)  |                  | 0.750<br>(0.294) | 1.02<br>(0.43) |
| 南海           | 3.20<br>(0.80)                   |                  |                 | 0.854<br>(0.342) | 1.09<br>(0.27)   | 1.04<br>(0.65) |
| 九州           | 2.79<br>(0.43)                   | 0.827<br>(0.463) |                 |                  | 1.08<br>(—)      | 1.95<br>(1.06) |
| 全気候区         | 2.83<br>(0.66)                   | 1.04<br>(0.23)   | 1.36<br>(0.41)  | 0.888<br>(0.312) | 1.16<br>(0.61)   | 1.24<br>(0.72) |

参考文献 1) 田明功臣(1974): 河川の低水流出現象とその特性に関する研究; 東京大学工学系研究科博士論文。2) 通産省公益事業局(1960): 流量要覧。3) 森田優三(1968): 統計数理入門; 日本評論社。