

大分市における気温と降雨量に関する考察

大分高専専攻科 学生会員 竹内 光
大分高専 正会員 東野 誠
九州工業大学 正会員 秋山壽一郎, 鬼束幸樹

1. はじめに

地球温暖化に代表される地球規模での環境問題に関する研究の進展に対応して、今後の河川計画においても、1)治水計画策定の際の確率年 (return period) の見直し、2)多自然川作りを推進する際の河川での生態系を予測するモデルの構築、をより一層進めることが重要である。前者の確率年の見直しに関して、地球温暖化や都市域でのヒートアイランド現象によって降雨パターンが変化していることが指摘されているが、温暖化によって降雨量がどのように変化するかについては十分な知見が得られていない。そこで、本研究では、身近な大分市・大分川を対象として検討を行った。すなわち、当該地域での 100 年間に亘る気温と降雨量の観測結果より、気温の上昇が降雨パターンの変動に及ぼす影響を考察した。

2. 調査対象地域

調査対象地域・水域は大分市と大分市内を流れる大分川である(図-1)。大分川は、その源を大分県由布市湯布院町の由布岳に発し、別府湾に注ぐ、幹線流路延長 55km、流域面積 650km² の一級河川である。本研究では、大分川最下流、大分市での 1908~2007 年の 100 年間に亘る気温と降雨量の観測値を入手し、解析に供した。

3. 気温の経年変化

図-2は大分地方気象台による 1908~2007 年の大分市の年平均気温の変化を示したものである。この図より、全体的に気温は小刻みに変動しつつ 1960 年頃までは 15℃付近で推移しているが、1960 年を境に気温は上昇に転じ、現在に至っている¹⁾。この間の平均的な温度上昇率は 0.02℃/年である。このような気温の上昇の要因としては、1)地球温暖化、および、2)都市化の影響が考えられるが、著者らは前報¹⁾において、大分市のこのような気温の経年変化は、主として都市化に起因していることを示した。

4. 降雨量の経年変化

図-3は大分地方気象台による 1908~2007 年の大分市の年降雨量の経年変化を示したものである。この図より、降雨量は気温(図-2)とは異なり、各年の降雨量にはバラつきがあるものの、100 年間を通して目立った傾向は見られず、年平均降雨量は 1660mm である。他方、年間降雨日数は減少傾向にあるので、ここでは、各年の年降水量を降雨日数で割り、降雨日 1 日あたり降雨量 β (mm/day) を求めた(図-4)。この図より、降雨日 1 日あたりの降雨量 β は年々増加しており、右上がりの傾向にあることがわかった。以上より、大分市では年平均気温の上昇に対応して、降雨日 1 日あたりの降雨量も増加傾向にあるといえる。気温の上昇が降雨パターンに何らかの変化を与えていることが示唆される。

5. 時間周波数解析

前述(4.)の大分市での降雨変動パターンは気温上昇の影響を受けていることが示唆された。気温は地球温暖化や都市化の影響を受けて時間と



図-1 調査対象地域(大分川水系)

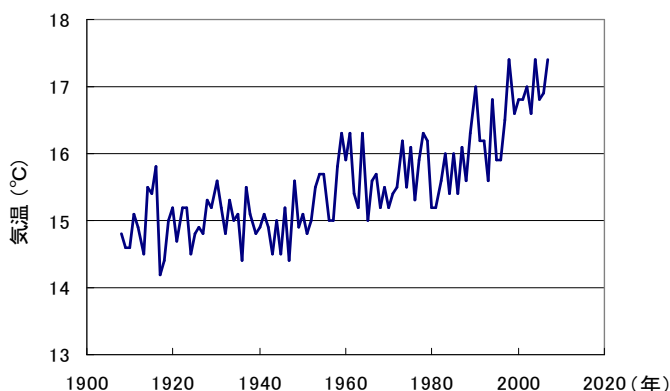


図-2 大分市の平均気温の経年変化(1908~2007 年)

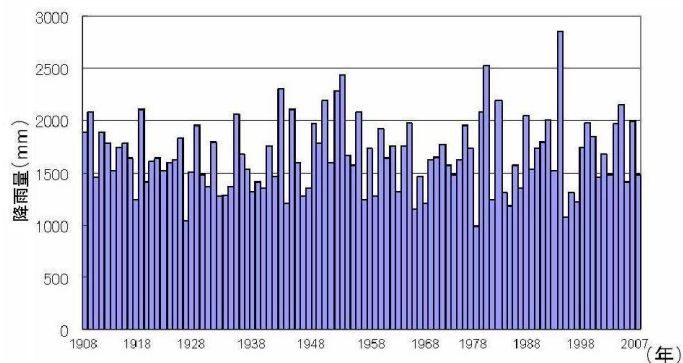


図-3 大分市の年降雨量の経年変化(1908~2007 年)

ともに変化しているので¹⁾、降雨変動パターンも時間とともに変化していると考えられる。このような時間とともに変動パターンが変化する量を解析するに際して、本研究ではウェーブレット変換を用いることにする。時間 t の関数 $x(t)$ のウェーブレット変換は次式で定義される。

$$(W_{\Psi}f)(b,a) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{|a|}} \overline{\Psi\left(\frac{t-b}{a}\right)} x(t) dt \quad (1)$$

上式において、 $\Psi((t-b)/a)$ はマザーウェーブレットと呼ばれ、種々のものが提案されているが、本報では、次式で表される Morlet のウェーブレットを用いる。

$$\Psi(t) = \frac{1}{2\sqrt{\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{t^2}{\sigma^2}\right) \exp(-it) \quad (2)$$

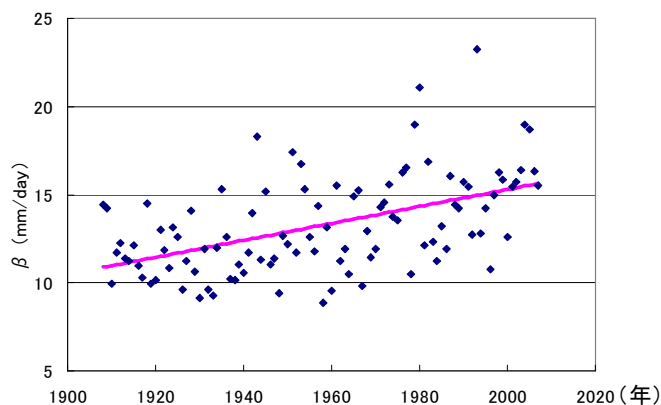


図-4 大分市の降雨日 1 日あたり降雨量 β の経年変化 (1908~2007 年)

式(2)のマザーウェーブレットは、 $i(=\sqrt{-1})$ を含む複素数であり、その実部と虚部を示せば、図-5 のようである。以下(6.)に用いる連続ウェーブレット変換は式(2)、あるいは図-5 のマザーウェーブレットを時間軸上の点 b において比率 a で拡大・縮小させ、これを検出関数として対象となる時系列 $x(t)$ の時間周波数解析を行うものである。

6. 気温・降雨変動パターン

大分市での降雨の時系列(図-3) 図-5(a) Morlet のウェーブレット (実部) 図-5(b) Morlet のウェーブレット (虚部) に対して、平均値を差し引いた後、連続ウェーブレット変換を施して図-6 に示す。この図で、横軸は時間軸 (b)、縦軸はマザーウェーブレットの拡大・縮小率、すなわち、周波数、あるいは周期(a)を示している。図-6 は、降雨変動に含まれる各周波数成分が時間とともにどのように変化しているかを表している。図の濃淡は検出関数であるマザーウェーブレットとの相関の強弱に対応しており、濃い部分(負値)は逆位相となっている部分である。この図より、1958 年頃より濃淡のパターンがそれ以前に比べて、変化してゆく様子が見て取れる。これは、気温の上昇(図-2)とも対応している。すなわち、大分市での都市化による気温の上昇は降雨パターンに何らかの影響を及ぼし、その結果として、図-3, 4 のような年降雨日数の減少と降雨日 1 日あたりの降雨量の増大を引き起こしたと推察され、今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) 立本竜一, 東野 誠, 竹内 光, 鬼束幸樹: 水域での熱収支やヒートアイランド現象が環境・生態系に及ぼす影響, 平成 19 年度土木学会西部支部研究発表会, II-45, pp.255-256, 2008.

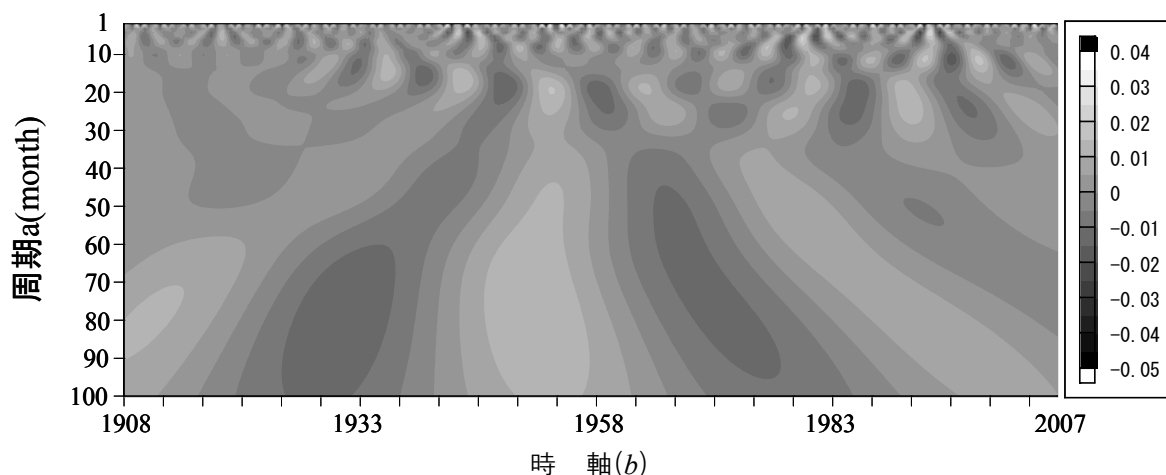


図-6 大分市の降雨変動の連続ウェーブレット変換