

VII-42

地形や周辺構造物等が河川空間環境に与える影響について

東北大学 学生員○会川 博文
東北大学 正会員 後藤 光亀
東北大学 正会員 大村 達夫

1.はじめに

多自然型川づくりによる河川整備が進められるようになり、親水と生態系に配慮した河川空間の構築が求められている。水路、高水敷、堤防等の河川空間環境において、低々水路化による水路幅の縮小や日陰の有無は、河川水温・地温に変化をもたらす、積算水温として関わる生物の孵化時期や堤防の草木の発芽など生物の生息条件、及び親水性としての河川空間の熱環境に大きな影響を及ぼしている。

河川熱環境の重要な影響因子としては日射がある。日射は熱収支への寄与が大きく、天候や日陰によって数十%の変動を生じるため、河川熱環境に大きな影響を及ぼしている。しかし、これまで河川空間の改変による日射変動を定量的に評価する試みはほとんど為されていない。

本研究では地形や周辺構造物・樹木等による日陰の影響を考慮した日射モデルを構築し、地形や周辺構造物の改変・樹木の成長等による日射変動の評価手法についての基礎的な検討を試みた。

2.日射モデル

日射には平行光線による直達成分、大気散乱による天空成分、周辺地物からの反射成分がある。河川空間のある面に入射する各成分は位置（緯度・経度）と日時で決まる太陽位置、対象面の傾斜角・方位角、周辺地物との位置関係から次のように求められる¹⁾。
（反射成分については計算が煩雑であり、その割合が小さいという仮定で今回は無視した。）

$$S_{dir} = S_0 P \frac{1}{\sin h} \cos i \quad [W/m^2] \quad (1)$$

$$\cos i = \cos \theta \sin h + \sin \theta \cos h \cos(A - A_\theta) \quad (2)$$

$$S_{sky} = \varphi_s \frac{1}{2} S_0 \sin h \frac{1 - P \frac{1}{\sin h}}{1 - 1.4 \ln P} \quad [W/m^2] \quad (3)$$

S_{dir} :直達日射 $[W/m^2]$, S_0 :太陽常数 $[W/m^2]$, P :大気透過率, h :太陽高度角, i :斜面への太陽入射角, θ :斜面傾斜角, A :太陽方位角, A_θ :斜面方位角, S_{sky} :天空日射 $[W/m^2]$, φ_s :斜面の天空に対する形態係数

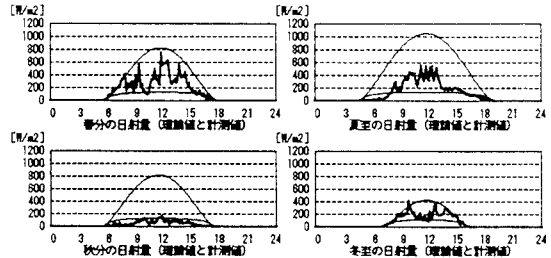


図-1 日射の理論値と計測値

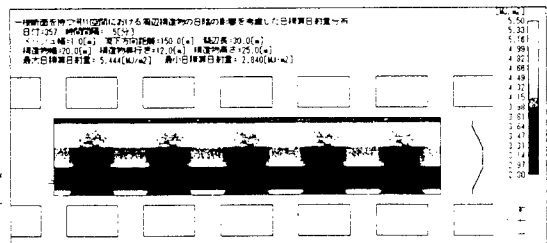


図-2 日積算日射量分布(冬至, 流下方向 西→東)

図-1に、上式を利用した水平面全日射と水平面天空日射の理論値および、1999年の筑川(仙台市)における全日射の計測値の例を示す。太線が計測値、細線下側が天空日射、上側が全日射である。理論値とほぼ一致するのは快晴で日陰の影響が無い場合のみで、実際の日射は天候や日陰等により図のように大きく変動する。図-1の計測値は天候による減少もあるが、筑川の計測点付近には中層のマンションがいくつか立ち並び、家屋の屋敷林等も見受けられるため、日陰による減少も含まれている。

計算は、河川流下方向に一樣な断面を仮定した直線河川空間を任意の間隔で正方メッシュに分割し、メッシュごとの日射計算から河川空間地表面の日射分布を得る方法を用いる。日陰の影響に関しては、メッシュ中央を代表点としてその点が日なたであれば直達と天空成分の合計を、日陰になれば天空成分のみを全日射とする。この方法は各メッシュの日陰の面積比率を考慮しておらず、計算誤差を小さくするためメッシュ幅や積算値を計算する際の時間間隔をある程度小さくする必要があり、ここではメッシュ幅1m、時間間隔は5分とした。

3. 結果及び考察

前述のモデルを用い周辺に仮定の構造物群を配置し、代表的な4つの流下方向、4シーズンのそれぞれの河川空間における日積算日射量を計算した。図-2は計算より得られた日積算日射量分布の例である。計算対象区間は河川流下方向 150m、断面は図中右のような沢川の断面(天端間距離 28m、水路幅 8m、両側斜面勾配 1:2)を、構造物は周辺の住宅地に見かけられる 10 階建てのマンション(幅 20m、奥行き 12m、高 25m)を想定した。なお、隣接する構造物間隔は 10m、構造物と天端の距離は 4m である。また、図-3～6 に計算対象区間 150m の内、上流から 60～90m 区間の水路部、流下方向に向かって左岸・右岸斜面の日積算日射量(30m 区間の平均値)を示す。図中左端の棒グラフは水路部と両側斜面に到達し得る日積算日射量であり、その他は堤防や河川空間周辺の構造物による日陰(図中の黒い棒グラフ部分)の影響を示したものである。

可能日射量を見ると、東西方向の流下の場合、南向き斜面・北向き斜面の日積算日射量は、春秋分時に水路部のそれぞれ 118%, 64% とその差は 1.8 倍であり、冬至ではそれぞれ 151%, 36% と差はさらに大きくなり、両側斜面の日積算日射量の差は 4.2 倍に達する。したがって、東西方向の流下では南向き斜面と北向き斜面の熱環境の差は大きく、特に冬から春にかけての融雪や地温への影響が大きくなり、草木の発芽などへの差が予想される。また、夏至では南向き斜面・北向き斜面の日積算日射量は水路部のそれぞれ 94%, 87% であり、北西から南東、北東から南西へ流下する場合とほぼ同じ値を示す。

図-2 の例では、北向きの右岸斜面よりも南向きの左岸斜面の方が日積算日射量は大きい、図-6 中の可能日射量からの減少で見ると、左岸側は大きいに対して右岸側はほとんど減少していない。これは、もともと右岸側は堤防傾斜によって日射が遮られており構造物による日陰が影響していないためである。このように、堤防の勾配などの地形がその斜面の受ける日射量に大きく寄与することが分かる。

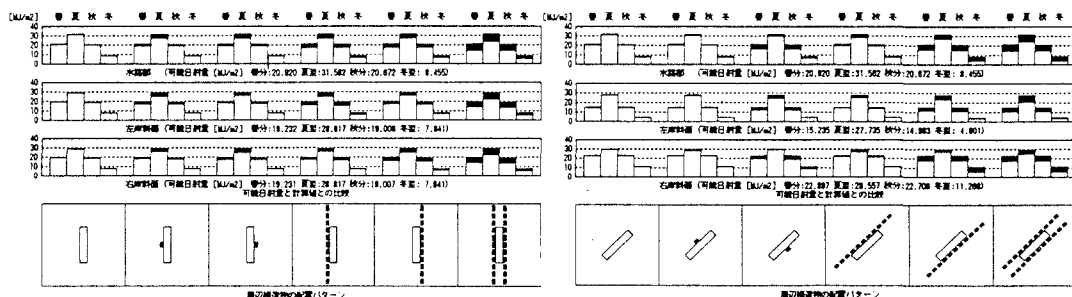


図-3 流下方向 北 → 南

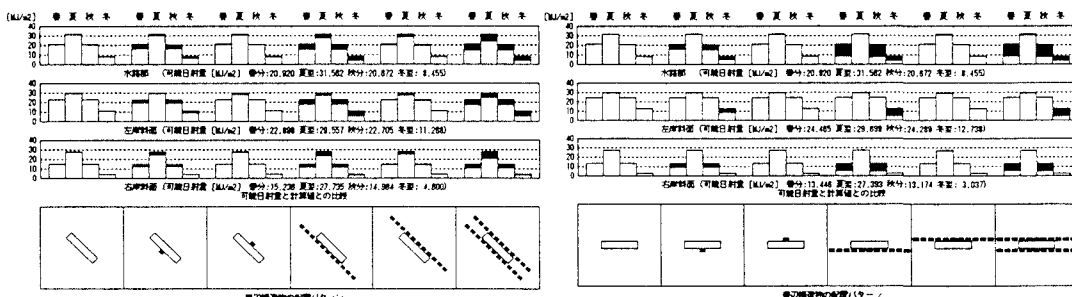


図-4 流下方向 北東→南西

図-5 流下方向 北西→南東

図-6 流下方向 西 → 東

5. おわりに

今回、日陰の影響を考慮した日射モデルを提案し、モデル検証の第一段階として比較的単純な系における解析を行った。計算から、様々な河川空間環境における日陰の影響を評価することができた。また、モデルの適用に際しては、河川空間と構造物の位置関係、対象範囲に留意する必要があるとの結論を得た。今後は実測値との比較による検証を進め、国土数値情報からの地形・周辺構造物データの入力および樹木による日射遮蔽モデルの導入を行なっていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 日本太陽エネルギー学会, 太陽エネルギー利用ハンドブック, pp.1-76, 1985