

Ⅱ-45

人工衛星を用いた都市域の蒸発散量推定

東北大学大学院 学生員 ○多田 毅
 東北大学工学部 正 員 風間 聡
 東北大学工学部 正 員 沢本正樹

1. はじめに

都市における蒸発散量は、考えられる全ての水文要素を統計資料などから推定したあとに、それらの残差として算定されることがこれまでほとんどであった。その為、面的分布を推定することは不可能である。また、その精度も他の多くの要素の誤差の影響を受けることになる。さらに、蒸発散量を知るためには気象観測値、河川流量観測値、用水関係統計資料等から全ての水循環要素を算定する必要がある。本研究では気象学的方法で、直接都市の蒸発散量を推定する手法を開発し、東北全域を対象として試算を行った。

2. 森林相当面積率

都市の水文学的な特徴を考察する場合、地表面を浸透面と不浸透面とに分類することが広く行われているが、不浸透性面積率の算定には一般に非常に多くの手間がかかり、広域にわたって算定することは困難である。そこで、“森林相当面積率”を提案する。これは、透水面における保水能力、植物からの蒸散など、水文学的に森林に相当する性質を持つ面が、都市内でどの程度存在するかという指標であり、実際の透水面・不透水面の面積比とは異なる、仮想的なものである。コンクリート・アスファルト等の不透水面と植物体との、著しい分光反射特性の違いに着目し、人工衛星のデータから計算される植生指標 (NDVI) を用いて、次の式より森林相当面積率を算定した。観測より、夏期における森林の NDVI を 0.6、不透水面の NDVI を 0.0 とし、

$$\text{NDVI} = 0.6 \times \alpha + 0.0 \times (1 - \alpha) \dots\dots\dots (1)$$

NDVI: 都市における 8 月の NDVI

α : 森林相当面積率

3. 不透水面からの蒸発実験

本研究では、地表面を森林相当面と非森林面とに分類し、別個に蒸発散量を算定する。ここで、非森林面は全て不透水面と仮定する。不透水面からの蒸発量を算定するために、風洞実験と数値実験を行った。

十分に水を含んだコンクリート片とアスファルト片を風洞内に置き、一定速度で送風しながら気温、湿度、表面温度、共試体重量を測定し、保水能力と潜熱バルク係数を計算した。最大保水量の平均は 2.6mm であった。得られたバルク係数を図-1,2 に示す。この結果より、不透水面のバルク係数を 0.0026 とした。さらに、風洞実験で得られたバルク係数と、仙台管区気象台の気象データとを用いて、バルク法による仙台市内の不透水面からの蒸発の数値実験を、1 時間単位で 1 年間にわたり行った。その結果から、降雨日および非降雨かつ有保水日の平均蒸発速度をそれぞれ算定した。結果を表-1 に示す。

4. 都市からの蒸発

非森林面からの蒸発量は、風洞実験から得られた最大保水量と、数値実験から得られた平均蒸発速度と、降雨量データを用いて、日単位で推定した。保水量は降雨量と最大保水量の最小値とし、蒸発量は、その時点での保水量と、数値実験結果の平均蒸発量との最小値とした。この簡易手法により仙台の年蒸発散量を計算すると 157mm となり、バルク法による先の計算結果と良い一致がみられた。森林相当面からの蒸発散量は、Thornthwaite 法を用いて月単位で推定した。これは、都市内で不透水面に囲まれた樹木群においては、可能蒸発散量と等しい蒸発散量が存在するとの仮定に基づいている。以上の方法により、非森林面と森林相当面での蒸発散量をそれぞれ別個に算出し、対象地域の森林相当面積率に応じて比例配分したものを、その地点での総蒸発散量とした。

5. 結果と考察

東北地方全域を対象とし、GIS より都市域として分類された地点について、その地点での NDVI から算出した森林相当面積率と、アメダス観測点のデータを使用して、全地点平均の1989年の年総蒸発散量を推定した。結果を表-2に示す。非森林面からの年総蒸発散は約170mm、森林相当面からは約650mm、そして両者が混在する現実の都市からは約490mmであった。

本手法では、隣接する透水・不透水面間での相互影響は無いものと仮定している。そのため、オアシス効果などは考慮されていない。また、推定精度の検証も容易でない。しかし、水収支による従来の手法に比べ、計算が容易であり、任意の地点での値を算定できるため、広域の蒸発散分布を概算するためには有効であろう。

謝辞

本研究の実施にあたり、河川整備基金より援助を受けた。ここに謝意を表明します。

参考文献

- 1) 多田毅：衛星データによる東北地方の蒸発散推定手法の開発，東北大学修士論文，1994。
- 2) 近藤純正・中國信：日本の水文気象(4)―地域代表風速，熱収支の季節変化，舗装地と芝生地の蒸発散量―，水文・水資源学会誌，Vol.6，No.1，pp.9-18，1993。
- 3) 近藤純正：水環境の気象学―地表面の水収支・熱収支―，朝倉書店，1994。

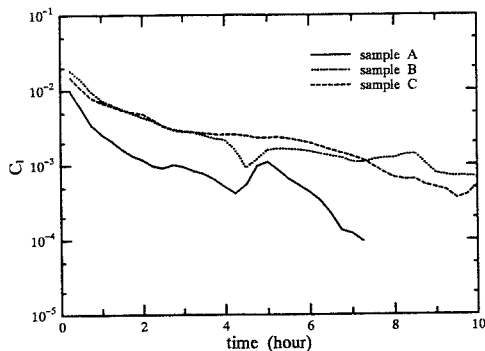


図-1 アスファルトの潜熱バルク係数

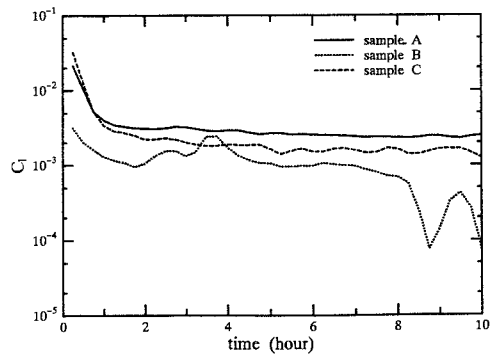


図-2 コンクリートの潜熱バルク係数

表-1 日蒸発量の月平均値(mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
降雨日	0.28	0.30	0.48	0.94	0.96	1.21	1.70	2.07	1.31	0.89	0.70	0.38	0.94
非降雨日	0.38	0.46	1.04	1.35	1.28	1.27	2.21	2.25	1.39	1.21	0.45	0.43	1.11

表-2 推定蒸発散量(mm)

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	総量
森林面	1	1	12	38	69	90	126	133	92	49	27	4	651
非森林面	6	5	13	15	13	14	12	18	23	16	13	10	169
実際面	3	3	13	30	50	63	87	94	68	37	22	6	487