

II-23

ランドサット TM データのみを用いた不浸透面積率の推定

北見工業大学大学院 ○学生員 児島 正洋
 北見工業大学工学部 フェロー会員 佐渡 公明
 北見工業大学工学部 正会員 中尾 隆志

1. はじめに

流域規模の蒸発散量を計算する上で、市街地・住宅地における不浸透面積率の推定が重要になってくる。過去に行った流域規模の蒸発散量の計算では、市街地・住宅地の不浸透面積率はそれぞれ一定値としてきたが、実際には各地点で異なっていると考えられる。

そこで、本研究ではランドサット TM データ(1994年7月9日観測)および国土数値情報標高データに適合させた不浸透面積率 Mesh データを用いて不浸透面積率を推定を行い、衛星データのみによる推定法の有効性について検討してみた。対象流域は、北海道中央部に位置する美々川周辺流域(美々川、祝梅川、遠浅川)、流域面積 154.4km²である。

2. ランドサット TM データと不浸透面積率 Mesh データの重ね合わせ

2.1 TM 画像および土地被覆分類画像の作成

国土数値情報 250m 標高メッシュデータとの重ね合わせを考慮し、対象流域を間引き率 2 で切り出し、50m×50m を 1 画素とする対象流域の TM 画像を作成した。得られた TM 画像に対し、教師付き分類手法のマルチレベルスライス法を用いて土地被覆分類を行った。その画像を図-1 に示す。

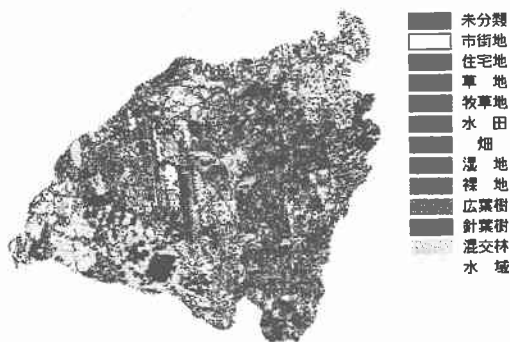


図-1 対象流域の土地被覆分類

2.2 不浸透面積率 Mesh データの作成

本研究で用いた不浸透面積率の 250m メッシュデータの作成手順は以下の通りである。

1. 地形図より不浸透域と考えられる道路、橋、家屋などを塗りつぶす。
2. 空中写真を利用して地形図から判断できない不浸透域の割り出しをする。
3. 道路幅の測定、不浸透域の確認などのために現地調査を行う。
4. 地形図上で不浸透域を塗りつぶし、面積計算の出来るものは算出し、困難なものはスキャナーで面積を求める。
5. 250m のメッシュ内における不浸透域の面積率を求め、データ化する

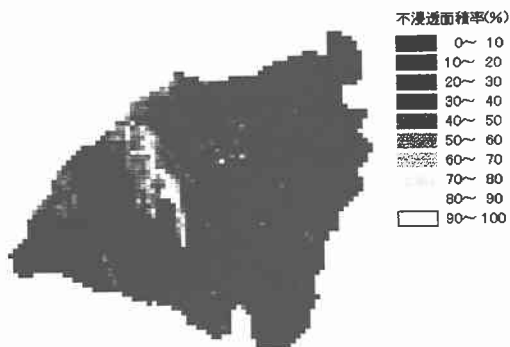


図-2 不浸透面積率 250m メッシュデータ

最終的に得られた不浸透面積率メッシュデータの画像が図-2 である。

Estimation of impermeable area rate using Landsat TM data alone.
 by Masahiro Kojima, Kimiteru Sado and Takashi Nakao.

3. 不浸透面積率の推定

不浸透面積率の推定には、植生の活力度を表す正規化植生指標 (*NDVI*) を用いることにした。ランドサット TM データを使った計算式は式(1)である。

$$NDVI = (Band4 - Band3) / (Band4 + Band3) \quad (1)$$

解析用のデータを作成するにあたり、2.2 で作成した不浸透面積率メッシュデータは、1メッシュは5画素×5画素で構成されており、対象流域の土地被覆分類結果と重ね合わせをした際、単独のカテゴリーで構成されるメッシュ数は少ない。そこで、メッシュ内の最大となるカテゴリーの画素数が過半数の13以上となるデータを選び、式(1)により各メッシュの平均の *NDVI* を計算した。

3.1 *NDVI* を用いた不浸透面積率の推定

メッシュ毎の平均 *NDVI* と不浸透面積率の散布図を図-3 に示す。本来、森林、牧草地、草地といった植生地は不浸透率が0となると考えられるが、図-3 では0~0.2の範囲に分布している。これは、1つのメッシュ内に様々なカテゴリーが混在しているためである。また、裸地も本来なら不浸透面積率は0となるはずであるが、植生のカテゴリーと同様の理由のほかに、土地被覆分類をするための教師データが市街地と似ていたために市街地が誤って裸地に分類された可能性が考えられる。これは市街地にも同様のことが考えられ、不浸透面積率が0となっている市街地は裸地である可能性がある。以上のような誤差の原因を含んではいるが、*NDVI* を独立変数とした回帰式を求めると次式のようになる。

$$y = -0.011 + 0.345e^{-4.67x} \quad y: \text{不浸透面積率}, x: NDVI \quad (2)$$

回帰式の相関係数は-0.674 であるが、市街地・住宅地の不浸透面の推定値はメッシュデータの値とは大きく異なるケースがほとんどである。また、市街地・住宅地における解析対象全メッシュの *NDVI* の平均値は、それぞれ0.047、0.186 となり、これらの値を式(2)に当てはめると市街地・住宅地の推定不浸透面積率がそれぞれ0.266、0.134 となった。メッシュデータの平均値は市街地が0.340、住宅地が0.229 と得られており、推定値は小さい。

この結果、*NDVI* だけを使って不浸透面積率を推定するのは難しく、植生カテゴリーと非植生カテゴリーにおける分布傾向の違いが見られると考え、TM データの熱赤外バンドである Band6 をさらに使うことにした。

3.2 *NDVI* と Band6 を用いた不浸透面積率の推定

次に、市街地・住宅地の表面温度は一般に植生の表面温度より高いので、*NDVI* を Band6 で除算し、温度の影響を付加して不浸透面積率の推定を試みた。その結果を図-4 に示す。ただし、*NDVI* を除算する場合の Band6 は 255 で割ったものを用いた。結果的としては図-3 に比べデータの分布する範囲が広がり、*NDVI*/Band6 の値が1.5 付近の森林だけで構成されるメッシュでは Band6/255 の値がおおよそ0.5 前後で最も小さく、蒸発散量の少ない市街地・住宅地では0.6 前後で最も小さくなった。つまり、植生だけで構成されるメッシュについては3.1 のデータに比べ約2 倍の値となるが、非植生のメッシュでは約1.6 倍の値となる。*NDVI*/(Band6/255)より不浸透面積率を推定するための回帰式を求めたところ、式(3)のようになった。

$$y = -0.004 + 0.340e^{-2.82x} \quad y: \text{不浸透面積率} \quad x: NDVI/(Band6/255) \quad (3)$$

相関係数は-0.674 となり、3.1 で行った *NDVI* による回帰式とほとんど変わらなく、不浸透面積率が大きくなるほど誤差が出る。この原因として考えられるのは、解析に用いたメッシュの総数1188 個に対し、広葉樹などの森林のカテゴリーのメッシュ数が789 個と全体の6 割以上を占めていることである。

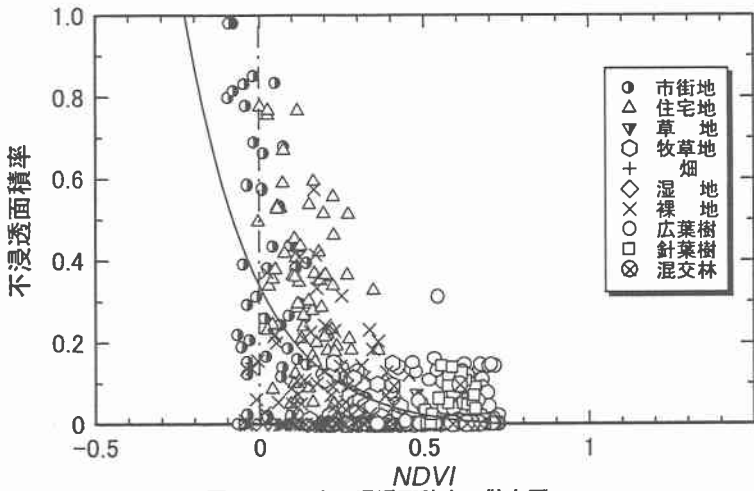


図-3 NDVIと不透透面積率の散布図

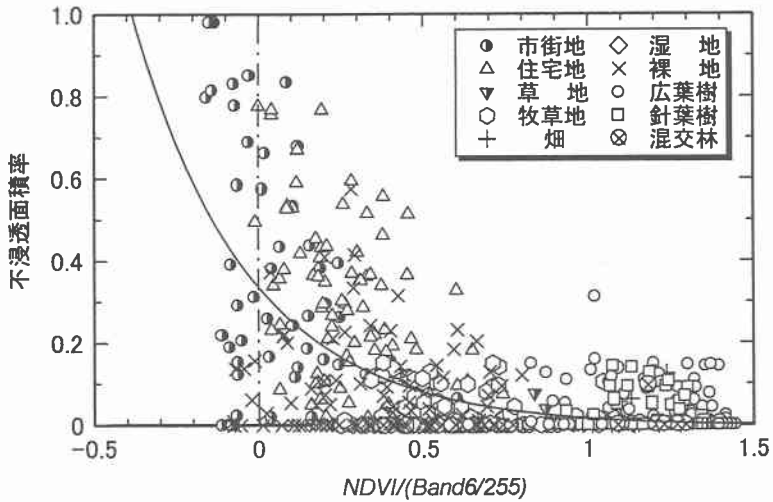


図-4 NDVI/(Band6/255)と不透透面積率の散布図

そこで、解析対象となる全データを使うのではなく、不透透面積率が問題となる市街地と住宅地のカテゴリだけを取り出し、それぞれについて不透透面積率の推定式を求めることにした。図-5 に市街地、住宅地それぞれの $NDVI/(Band6/255)$ と不透透面積率の散布図を示す。まず、市街地における不透透面積率の推定式は次式のように得られた。

$$y = 0.024 + 0.182e^{-3.15x} + 0.176e^{-2.96x} \quad \text{相関係数 } R = -0.483 \quad (4)$$

図-5 (a)において、 $NDVI/(Band6/255)$ が-0.11~0.25の範囲、0.70において、不透透面積率が0~0.022というかなり小さいデータ(図-5 (a)の●)を含んでいる。これらのデータは、土地被覆分類を行った際に本来裸地であるはずが、市街地に分類された可能性がある。そこで、このデータを削除して回帰分析した結果が式(5)である。

$$y = 0.080 + 0.395e^{-4.20x} \quad \text{相関係数 } R = -0.650 \quad (5)$$

式(4)に比べ相関係数は0.17程度大きくなり、 $NDVI/(Band6/255)$ の値が0付近で不透透面積率のばらつきが大

きいため推定値の誤差が大きくなってしまふものの、図から分かるように不浸透面積率が高いデータの推定精度は上がっている。

次に、図-5 (b)に示した住宅地の散布図から、不浸透面積率の推定式を求めると次式ようになる。

$$y = 0.023 + 0.531e^{-3.57x} \quad (6)$$

相関係数 $R = -0.558$

市街地と同様に $NDVI/(Band6/255)$ の値が小さいほど不浸透面積率のばらつきが大きく、そのため回帰式の相関もあまり良くない。また、不浸透面積率が0という実際の住宅地にはあり得ないデータも全体の2割近くあるため(図中の●)、それらを削除して推定式を求めてみた。

$$y = 0.078 + 0.460e^{-3.22x} \quad (7)$$

相関係数 $R = -0.513$

不浸透面積率が0.1以下となるデータも多数あるため、結果的に相関は若干ではあるが小さくなった。

以上のことから、本研究では 250m 不浸透面積率メッシュデータを用いたが、浸透域と不浸透域の混在するデータを減らすためにもより小さなメッシュサイズのデータを作成する必要があると思われる。また、不浸透面積率の推定の精度を上げるには土地被覆分類結果をさらに精度の高いものとする必要がある。

4. 結論

本研究で得られた結論を以下に示す。

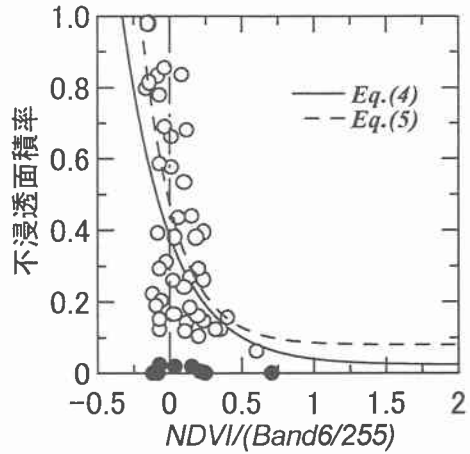
- 1) $NDVI$ のみを用いて不浸透面積率の推定を行う場合と $NDVI$ に表面温度データである TM データの $Band6$ を組み合わせた場合を比較するとデータの分布する範囲が約2倍になったが、相関係数は変わらない結果となった。
- 2) 今回は 250mの不浸透面積率メッシュデータを用いたが、ランドサット TM データの分解能である 30mのメッシュデータを作成することで混合ピクセルの影響が減少し、推定の精度が上がると考えられる。

謝辞

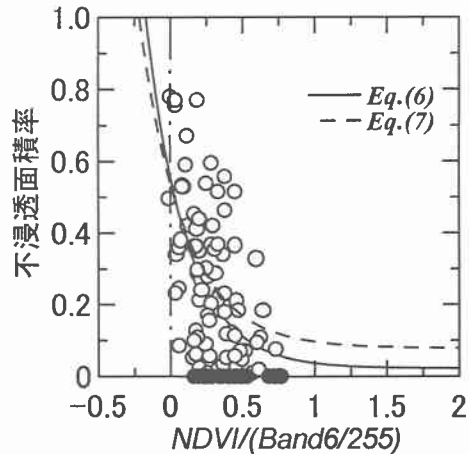
本研究は北海道開発局の研究助成を受けて遂行された。また、各種データの作成に当たり、北海道開発コンサルタントの援助を受けた。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 佐渡公明, 児島正洋: 補完関係式による流域実状発散量年変化の推定, 水工学論文集 第40巻, pp.329-334, 1996.



(a) 市街地



(b) 住宅地

図-5 市街地・住宅地の $NDVI/Band6/255$ と不浸透面積率の散布図