

衛星データを用いた沿岸域の熱収支の推定

九州大学大学院 学生員 ○草場 智哉
九州大学工学部 正会員 武若 聡
九州大学工学部 正会員 入江 功

1. 研究の目的

福岡市の西部地区では1984年から1987年にかけて約140haに及ぶ埋立が行われた(図-1)。埋立地は「よかとぴあ博覧会(1989年開催)」の会場として使用され、博覧会終了後は住宅、商業、文教地として利用され現在に至っている。

この埋立による地表面の改変や、埋立地の都市化に伴って、沿岸部の熱環境は大きく変化したと考えられる。また、埋立地に隣接する福岡市街地は、年間を通じて北系の風(海風)が卓越しているため、この埋立により風上となる海岸線から約1km後退したことになる。したがって、埋立による気象学的影响は、埋立地背後の福岡市街地にも及んでいたことが予想される。

本研究ではこの地区の熱収支を、衛星データを用いて推定し、埋立や土地利用状況の変化に伴う埋立地の熱的特性の経年変化を調べることを試みた。熱収支の評価を行うには、短波放射(日射)、長波放射の収支、顕熱、表面下への熱伝導を推定する必要がある。本研究では短波放射の収支の見積りについて述べる。

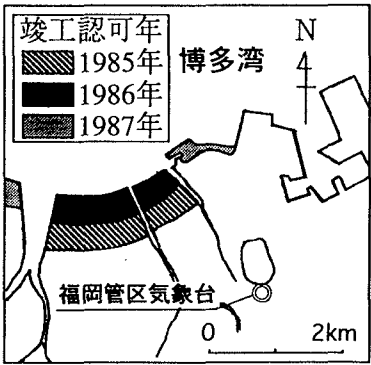


図-1 福岡市西部地区の埋立事業

2. アルベドの推定

衛星データ及び気象観測データを用いて、日射エネルギーの地表面での反射率(アルベド、 α)を推定し、経年変化を調べた。

(1) 衛星データ

計算には、LANDSAT衛星データのうち、太陽光の地上物質による反射光が支配的な可視・近赤外域と短波長赤外域の波長帯にあたる、TM 1, 2, 3, 4, 5及び7バンドのデータを用いた。解析に用いた衛星データの観測日時を表-1に示す。いずれの観測時にも埋立地を含む福岡市街地周辺は晴天であった。

TMデータは各バンド毎に観測された放射輝度の値を0~255のデジタル値として出力したものである。デジタル値 V は次式により絶対放射輝度 $R(W/m^2sr)$ に変換される。

$$R = \frac{V}{255} (R_{max} - R_{min}) + R_{min} \quad (1)$$

ここで、 R_{max} 、 R_{min} はそれぞれデジタル値0と255に対応するセンサの最大及び最小放射輝度であり、定数である。

表-1 衛星観測日時

日時	観測時刻	日時	観測時刻
1984/ 8/10	10 : 23	1990/ 7/10	10 : 14
1985/ 8/29	10 : 23	1991/ 8/14	10 : 17
1986/ 5/12	10 : 18	1992/ 9/17	10 : 16
1987/ 5/12	10 : 18	1994/ 6/ 3	10 : 13
1988/10/ 8	10 : 24		

(2) 解析方法

まず、波長 $0.4\mu m \sim 2.5\mu m$ の領域を12の波長帯に分割し、各波長帯における地表面直上での上方向放射輝度 $U(l)$ ($l=1,2,\dots,12$)を算定した。

12の波長帯の内6つの波長帯はTMセンサの各バンドと同一であり、この波長帯の $U(l)$ は次式により求められた。

$$U(l) = \frac{R(l)}{\pi(l)} \quad (2)$$

ここで、 $R(l)$ は地表面で反射された太陽光が大気中で減衰された成分であり、大気補正したデジタル値を式(1)に代入して得られる。大気補正とはセンサで検知されたデジタル値から、直接

センサへ入射する散乱光成分を除去することである。 $\alpha(l)$ は地表面からセンサまでの大気の透過率であり、福岡管区気象台において衛星撮影時刻に観測された高層観測データを用いて推定した。

一方、他の波長帯の $U(l)$ については、隣接するTMのバンドのデジタル値から推定し、補完した。

$$U(l) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{U(l-1)}{\rho(l-1)w(l-1)\alpha(l-1)} + \frac{U(l+1)}{\rho(l+1)w(l+1)\alpha(l+1)} \right\} \times \rho(l)w(l)\alpha(l) \quad (3)$$

ここで、 $\rho(l)$ はTMデータから推定した分光反射率であり、 $w(l)$ は各波長帯のバンド幅である

次にアルベド α を、各波長帯の $U(l)$ を次式に代入して求めた。

$$\alpha S \downarrow = \pi \sum_{l=1}^{12} U(l) \quad (4)$$

ここで、 $S \downarrow$ は地表面に入射する日射のエネルギー(W/m^2)であり、福岡管区気象台で衛星撮影時刻に観測された値を用いた。

(3) 解析結果

以上の方法で求められた各年のアルベドの分布の一例を図-2に示す。図中の濃淡が α の値の大小に対応している。 α の値は、砂浜や乾いた裸地では高く、アスファルトや水域では低い。

埋立の対象となった地域、埋立地背後の市街地、海域における α の値の面的平均値(α_{land} , α_{city} , α_{sea})を求め、その経年変化を図-3に示す。 α_{city} , α_{sea} の変動は大きな上昇あるいは下降傾向を示さないのに対して、 α_{land} は埋立の進行に伴って上昇し、埋立後には埋立前に比べて約5～6倍となっている。

3. まとめ

埋め立てられた地域のアルベドは、埋立前の約5～6倍となっていると見積もられた。アルベドの上昇は、日射の地表面に吸収される割合が低下することを意味し、都市の気象に対しては気温低下の効果を持つと考えられる。しかしながら、アルベドの増加は表面を構成する素材が変わり、その熱的な特性が変化したことも意味している。また、これに加えて海面が地表面に改変されたことによる蒸発量の減少や都市化による人工熱の増加

などは、気温上昇の効果をもつと予想される。したがって、アルベドの値のみによって都市の熱環境の経年変化を論じることは出来ない。

今後は地表面の熱収支に関する他の物理量(顕熱、潜熱、大気放射、地表面からの長波放射)を明らかにし、埋立がもたらす都市の熱環境の変化の評価を行いたい。

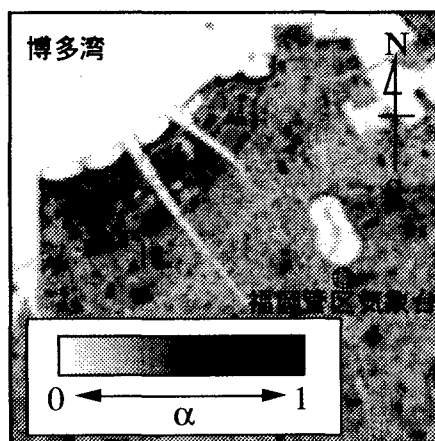


図-2 アルベドの計算結果(1992年9月17日)

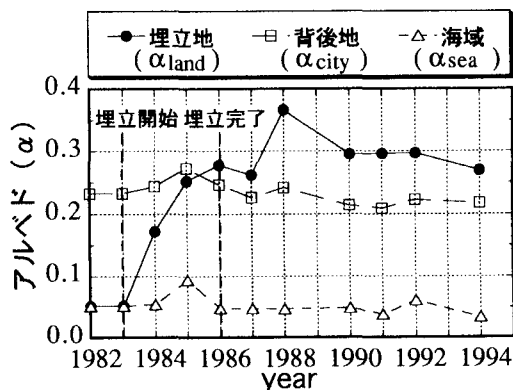


図-3 アルベドの経年変化

参考文献

- 宇宙開発事業団地球観測センター(1990):地球観測データ利用ハンドブック—ランドサット編・改定版一,財団法人リモートセンシング技術センター。
- 近藤純正編(1991):水環境の気象学—地表面の水収支・熱収支一,朝倉書店,10-11p。
- 瀬岡和夫・田村英寿(1993):沖縄赤土流出問題に関する汎用衛星モニタリングシステム構築の試み,海岸工学論文集,第40巻,pp.1106-1110。
- 資源観測解析センター編(1991):宇宙からの地球観測システム,資源観測解析センター。