

水田の熱収支解析における人工衛星画像の利用について

Application of satellite imagery for heat balance studies of paddy fields

○戸敷誠人*・多炭雅博**・竹下伸一**

Makoto Tojiki, Masahiro Tasumi and Shinichi Takeshita

1. はじめに

近年、都市部の気温が郊外と比べて高くなるヒートアイランド現象が問題になっている。ヒートアイランド現象の原因には人工被覆面による熱収支環境の変化の他、人工排熱、一人当たりのエネルギー消費率の増加等が挙げられる。市街地近郊にある農地はこのヒートアイランド現象の緩和・抑制に寄与しているとみられている。著者らはこれまで、この農地の持つ気候緩和機能の効果について、宮崎市・市街地近郊の土地改良区（水田）を対象に地表面熱収支の定量化に取り組んできた。水田の地表面熱収支を正確に把握するには純放射計等の特殊な観測機器が必要となる。また微気象観測における吹送距離を考慮すると、小区画の単一水田を対象とするのは適切ではなく、作付や圃場管理の異なる多数の水田圃場が集まる土地改良区全体を対象とすることが望ましいが、この場合、地表から大気に向けての放射成分の観測は困難である。そこで本研究では、微気象の簡易計測と無料で入手できる人工衛星画像データを組み合わせることにより、市街地近郊水田地帯からの熱収支の推定精度を向上することを目標とした。

2. 研究対象地域と使用データ

1) 地域：宮崎県宮崎市の花ヶ島土地改良区

座標：31° 57' N 131° 25' E

2) 使用データ：上記座標上に設置した微気象観測

機器で実測した2009年3月から11月までの気象データ (Table. 1.)

2009年のMODIS衛星画像プロダクト（アルベド）

実測データ	高度 (cm)
日射量	161
風向, 風速	190.5
雨量	90.5
乾球温度, 湿球温度	126.5と258.5

Table. 1. 実測データ

Measured data

3. 研究方法

熱収支式を以下に示す。

$$R_n = G + \lambda E + H \quad (1)$$

R_n は純放射量, G は地中伝導熱量, H は顕熱輸送量, λE は潜熱輸送量を表す。

本研究では水田の熱収支を次のような過程で求めた。

- ① 衛星画像を使用しない場合; R_n, G は実測していないため, ASCEの基準蒸発散量推定式¹⁾による基準面(草丈12cmの十分湿っている芝生)における R_n 及び G の推定値を水田の値として代用した。そのうえで, λE と H を実測のボーエン比 β から, ボーエン比法により求めた。この場

*学生会員 宮崎大学大学院 農学研究科 Graduate School of Agriculture, University of Miyazaki

**正会員 宮崎大学 農学部 Faculty of Agriculture, University of Miyazaki

キーワード: 気候緩和機能, 熱収支, リモートセンシング

合、水田は芝生とは地表面状態がかけ離れているため、放射及び熱収支推定の際に大きな誤差が出るが見込まれる。特にアルベドについては、水田は作付初期には圃場に水が張っていて植生被覆がほぼ無い状態であるため、地表面を芝生と仮定することによりアルベド値をかなり高く見積もってしまうことが考えられる。Gについては、芝生と水田では熱容量が全く異なるため、このような推定方法によるGの瞬時値の推定は不可能であるが、日単位で熱収支解析を行う場合はそれほど問題とはならないことが予備調査で判明している。

- ② 衛星画像（アルベド地図）を使用する場合；衛星による地表面アルベド観測データを補完的に使用することで、現場においてアルベドを実測していなくとも、対象地域のアルベドの観測値が使用でき、熱収支の推定精度向上が見込める。また衛星によるアルベド地図を使用すると、微気象観測上の吹送距離内に含まれる作付や圃場管理の異なる多数の水田圃場の平均的なアルベド値がわかり、この面では定点観測に勝る。

本研究では、この①と②の2つの方法による熱収支の推定結果を比較することにより、衛星画像の補完の利用の効用について調査した。

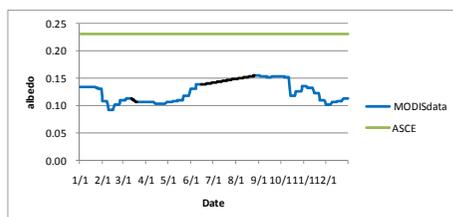


Fig. 1. アルベドの比較
Comparison of albedo

4. 結果

人工衛星で観測した対象土地改良区の地表面アルベドの推移を、ASCEの式でのアルベド値（0.23で固定）と共に示したものがFig.1である。この図における黒線部分は、雲の影響で衛星からの地表面情報が得られなかった時期であり、この時期のアルベド値は直線で内挿補完した。

水田のアルベドはASCEのアルベド値よりかなり低く、また時期によっても差があることが明らかとなった。次に前述の手法①と②による熱収支推定結果の比較した（Fig.2・Table.2.）。解析期間は3月から11月までで、fig.2は6月を抜粋し図示した。その結果、衛星観測によるアルベドを使用することで、平均してRnは19W/m²、Gは2W/m²、λEは14W/m²、Hは3W/m²増加した。衛星観測データを補完的に利用することで水田の熱収支をより正確に把握できた。

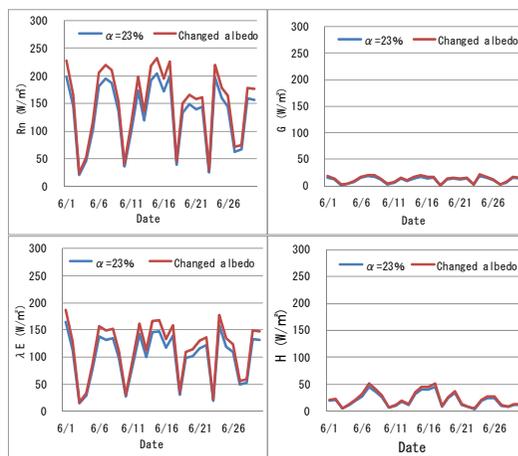


Fig. 2. 熱収支の比較

Comparison of heat balance

Table. 2. 熱収支の比較結果 (W/m²)

Comparative result of heat balance

	衛星画像未使用			衛星画像使用			平均値の差
	最大値	最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	
Rn	224	-25	122	258	-25	141	19
G	20	-12	7	23	-11	9	2
λE	180	-9	94	203	-8	108	14
H	62	-5	21	76	-5	24	3

引用文献

- 1) R. G. Allen, I. A. Walter, R. L. Elliott, T. A. Howell, D. Itenfisu, M. E. Jensen. and R. L. Snyder, (Ed.), (2005):The ASCE

Standardized Reference Evapotranspiration Equation. American Society of Civil Engineers.