

熱帯流域における先行降水量と衛星画像から推定した水田作付面積の関係

The Effect of Preceding Precipitation on Cultivated Paddy Acreage Estimated with the Aid of Landsat TM/ETM in a Tropical Watershed

吉川夏樹 塩沢昌*

Natsuki Yoshikawa Sho Shiozawa

1. はじめに

熱帯地域では気温の制約条件がなく、水源さえ確保できれば年間を通して3期の水田作付けが可能である。従って、作付面積は主に利用可能な用水量によって規定される。また、用水量は降水量と流域の流出特性によって決まる。本研究では、熱帯の一流域を例に、水田作付面積を衛星リモートセンシングデータから推定し、90日間の先行積算降水量との関係を分析した。

2. 研究対象地の概要

研究対象地はインドネシア、ジャワ島のチダナウ流域である。チダナウ流域はジャワ島西北端部に位置し、流域面積は約220km²で、数百mから千mを越える山々によって囲まれたカルデラ地形である。その約28% (61km²) が水田として利用されている。熱帯季節風気候に属し、平均降水量は約2600mmで、雨季(11~3月)と乾季(4~10月)が明瞭であるが、年変動は大きい(Fig.2)。気温は年間を通じて26-28である。

3. Landsat による水田作付面積推定

複数時点の衛星リモートセンシングデータを利用し対象流域の水田作付け割合を把握した。1991年から2004年までのLandsat TM及び

データ取得日	センサ
1991/10/23	TM
1992/05/18	TM
1995/05/27	TM
1997/07/09	TM
1998/05/19	TM
2001/08/07	ETM
2000/04/14	ETM

ETMの8シーンを使用した(Table 1)。また、流域と水田の抽出にはインドネシア国土地理院の1/25,000電子地形図を利用した。まず、Landsat

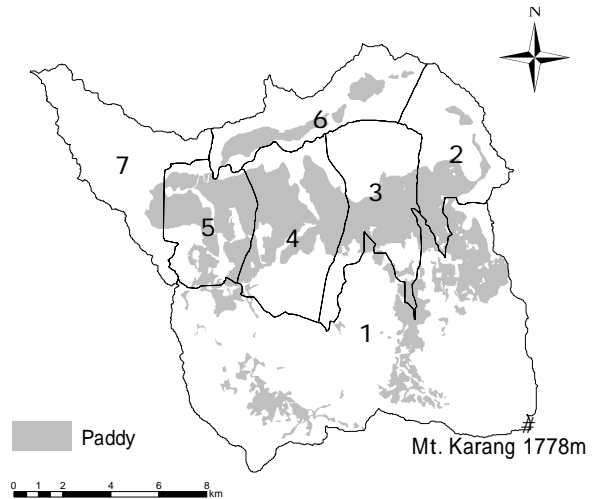


Fig.1 チダナウ流域

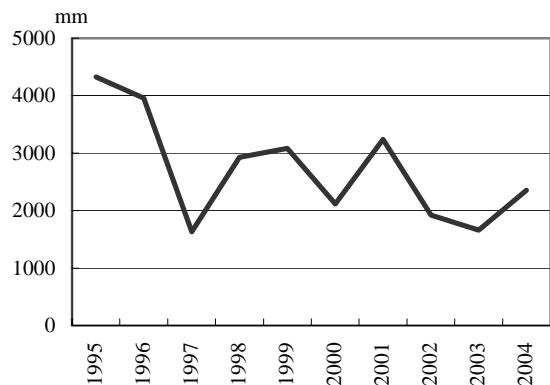


Fig.2 年間降水量遷移

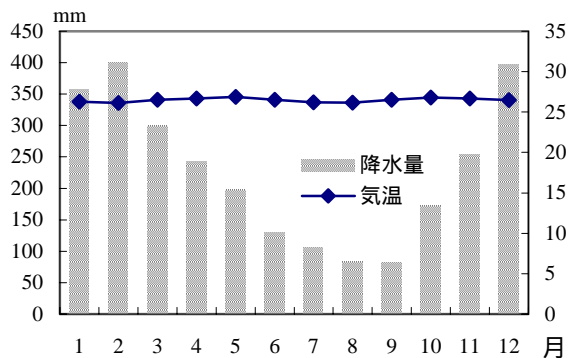


Fig.3 平均降水量と気温

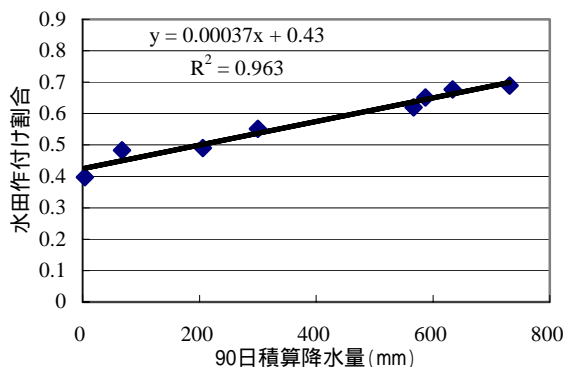


Fig.4 積算降水量と作付け割合 (流域全水田)

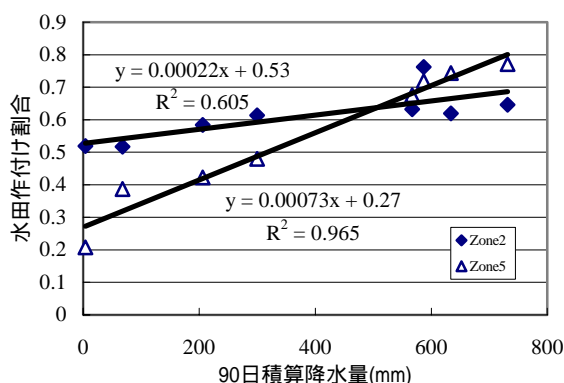


Fig.5 積算降水量と作付け割合 (Zone2-5 比較)

画像のピクセルを教師無し分類法で 15 クラスに分割し、このクラスを植生指数 (NDVI 値) 及び中間赤外波長 (Band 5) の特性から水、稲、裸地、湿地、林地の 5 分類に纏めた。その判断基準は、現地調査で実際に収集したグランドトゥールズデータと、同時期に取得された Landsat 画像を照合する事によって得たものである。この際の分類精度は 91% であった。この手順で全ての Landsat 画像に対し分類を行い、分類結果から「水」と「稲」と判別された項目のピクセル数を積算して作付面積を求め、電子地形図上の水田における作付け割合を算出した。

Table 2 各ゾーンの回帰式

Zone (i)	回帰式 $f_i(x)$	面積 ha (A_i)
Zone 1	$y=0.00025x + 0.44$	1848
Zone 2	$y=0.00022x + 0.53$	541
Zone 3	$y=0.00027x + 0.51$	806
Zone 4	$y=0.00041x + 0.41$	1257
Zone 5	$y=0.00073x + 0.27$	1182
Zone 6	$y=0.00018x + 0.54$	440

4. 降雨量と作付面積

まず全流域水田を対象に、現地水稻の植え付け期間である 90 日間の積算降雨量を説明変数 (x)、作付け割合を被説明変数 (y) として最小二乗法で線形単回帰分析を行った。その結果、作付面積と積算降水量は高い相関 ($R^2 = 0.963$) を示した (Fig.4)。回帰式 $y = 0.00037x + 0.43$ は、積算降雨量が 100mm 増加すると、作付面積が 3.7% 増加するということを意味している。

次に、地形を考慮し流域を 7 ゾーンに分割し同様の回帰分析を行った。Table 2 の $f_i(x_j)$ からゾーン毎に作付け割合の積算降水量による増減が異なる事が分る。ゾーン 2, 3 では先行降雨への依存性が低く、ゾーン 4, 5 では高い (Fig. 5)。前者は火山山麓の湧水を起源とする豊富で安定した流量の農業用水に依存しているのに対し、後者は、降雨に大きく依存している事が考察できる。

年間作付面積は、先行降水量から日毎の作付面積を求め、年間の総和を播種から収穫までの日数である 120 日で除して算出した。これによって、本流域の年間の作付面積は 9650ha から 145600ha の間で変動し、総水田面積 6072ha から年間作付けは約 1.5 期作から 2.4 期作と算出された (Table 3)。

5. まとめ

- 1) Landsat データから推定した水田作付面積は 90 日積算降水量と高い相関を示すことから作付面積の変動は積算降水量によって決まると考えられる。
- 2) 地形・地質の特性によって作付面積の降水量への依存性反応は異なり、火山流域の変動は小さい。
- 3) 本流域では、降水量によって、年間作付けは 1.5 期作から 2.4 期作の間で変動する。

Table 3 年間作付け回数

年	降水量 (mm/y)	総作付面積 (ha)	作付け回数
1995	4326	14555	2.40
1996	3956	13766	2.27
1997	1633	10774	1.77
1998	2924	13318	2.19
1999	3084	12744	2.10
2000	2119	12756	2.10
2001	3237	12684	2.09
2002	1921	9647	1.59
2003	1662	12277	2.02