

南スラウェシにおける乾季の水田・緑豆畑の蒸発散と水収支  
Evapotranspiration and Water Balance in Rice and Green Bean Fields  
in South Sulawesi in Dry Season

○ 大上博基\*, サルティカ・ラバン\*\*, アグネス・ランピセラ\*\*\*, \*\*\*\*

○ Hiroki Oue\*, Sartika Laban\*\* and Agnes Rampisela\*\*\*, \*\*\*\*

1. はじめに

インドネシア南スラウェシ地域 Jeneberang 川下流域では、Bili-Bili ダムと 3 本の幹線用水路により、3 次水路と 4 次水路を経て圃場へ農業用水が送水されるシステムが 2004 年に完成した。これに加え、2 次水路の取水ゲートごとにほぼ一つの水利組合(P3A)が形成されている。この灌漑システムにより、5~8 月の第一乾季(2013 年の期間総雨量 554.2 mm)には多くの圃場でイネと一部で緑豆の栽培が行われている。しかし、8~11 月の第二乾季(2013 年の期間総雨量は 119.6 mm でほとんどが 10 月末~11 月)には、とくに灌漑システム末端地域では用水路を通じての送水がなく、ほとんどの農地では地下水を唯一の水源として緑豆が主として栽培され、一部では水田農業もおこなわれる。本研究は、灌漑システム末端にある P3A 地域において、水田と緑豆畑における蒸発散モデルを作成し、2013 年第二乾季における各圃場と P3A 地域全体の水収支を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地の概要と調査方法

本研究の調査対象地は、上記ダム下流の Kampili 堰から左岸に取水する灌漑地域の最末端にある約 88ha の Renggang-P3A 地域である。本地域内の実験圃場で、2012 年の第一乾季に水田で、2012 年の第二乾季と 2013 年の第一乾季に緑豆畑で、それぞれ蒸発散量を算定するための微気象観測、雨量、土壌水分鉛直分布、地下水位の観測を行った。また、2013 年第二乾季における本地域の水収支を明らかにするために、地域内の水田と緑豆畑における地下水灌漑取水量を実測した。

3. 水田の蒸発散と蒸発散比 k

第一乾季のイネ栽培期間中(2012 年は 5 月 25 日田植え, 8 月 26 日収穫. 2013 年は 5 月 23 日田植え, 8 月 20 日収穫.)における日蒸発散量(ET)と蒸発散比( $k = ET/E_p$ )の経時変化を Fig. 1 に示す。ET はボーエン比熱収支法で算定し、2012 年にはライシメータで測定した蒸発散量とよく一致することを確認している。可能蒸発量  $E_p$  は Penman 式で与えた。両年とも、田植え直後の水面状態で  $k$  が 1 前後で経過し、イネの生育に伴って(LAI が急激に増加する分けつ期から出穂期にかけて)1.0 を越えて 1.2 程度にまで達したことが分かる。そ

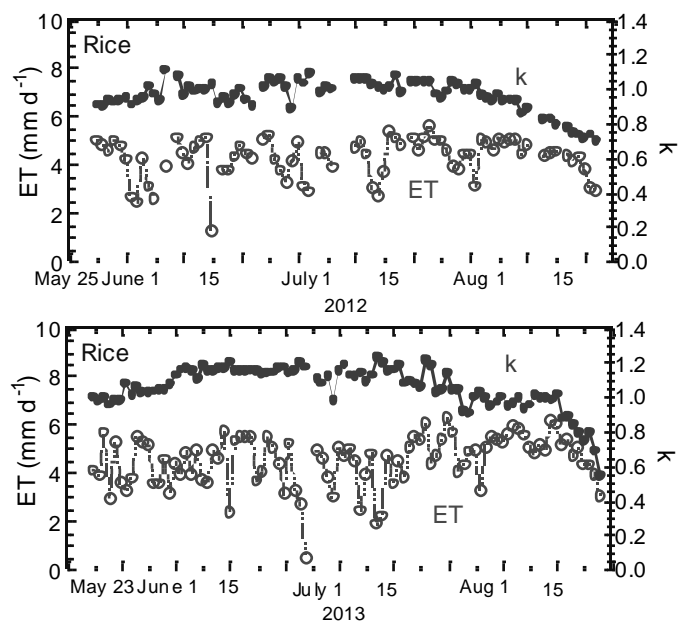


Fig. 1 水田における ET と k の経時変化  
Daily variations of ET and  $k = ET/E_p$  of rice.

\* 愛大農 Ehime University, \*\* 愛媛連大 UGAS,EU, \*\*\* ハサヌディン大学 UNHAS, \*\*\*\*地球研 RIHN  
キーワード: 蒸発散, 水収支, 水田灌漑, 畑地灌漑

の後、黄熟期から  $k$  が急激に低下し、収穫時には 0.6-0.7 にまで低下した。生育期間中の総 ET は、2012 年に 375 mm (83 日間)、2013 年に 398 mm (89 日間) であり、生育全期間の  $k$  は 2012 年に 1.03、2013 年に 1.06 であった。第一乾季における類似した気象条件下で、 $k$  は、基本的には植物要因と土壤水分要因によって影響を受けると考えると、田植え後の日数をパラメータとして簡単に関数化することができる。

#### 4. 緑豆畑の蒸発散と群落抵抗 $r_c$

2012 年の第二乾季における日降雨と緑豆畑の土壤水分および日蒸発散量(ET)と蒸発散比( $k = ET/E_p$ )の経時変化を Fig. 2 に例示する。2012 年の第二乾季には、播種前の 9 月 1 日と本葉展開後の 9 月 22 日に地下水のくみ上げによる灌漑が行われた。緑豆生育期間中の総 ET は、2012 年に 327 mm (81 日間)、2013 年に 326 mm (84 日間) であり、生育全期間の  $k$  は 2012 年に 0.75、2013 年に 0.90 であった。 $k$  の代わりに群落抵抗( $r_c$ )を用い、緑豆の生育期別に土壤水分との関係を Fig. 3 に例示する。緑豆植被が未成育の段階では、 $r_c$  が土壤水分に大きく影響を受けていること、生育盛期には土壤水分の影響が小さいことがわかる。

#### 5. 第二乾季における各圃場と P3A 地域全体の水収支

Table 1 に第二乾季における各圃場と P3A 地域全体の水収支を示す。 $\Delta$  は、土壤中における貯留水分の変化量であり、負値は土壤水分の消費を意味する。第二乾季における水収支の特徴は、約 100 mm に達する土壤水分と地下水が蒸発散に消費されることである。

Table 1 2013 年第二乾季における水収支 Water balance, 2nd dry Aug 21 – Nov 25, 2013

2nd Dry 2013	Rain (mm)	Total Irri (mm)	Irri in Rice (mm)	Irri in GB (mm)	ET in Rice (mm)	ET in GB (mm)	ET in Bare (mm)	ET total (mm)	$\Delta S$ in P3A (mm)	$\Delta S$ in Rice (mm)	$\Delta S$ in GB (mm)	$\Delta S$ in Bare (mm)
21-31 Aug	8.2	38.17	210.26	46.76	46.8	45.1	43.2	44.5	1.83	171.62	9.87	-34.99
Sep	0.6	76.22	808.67	42.89	209.7	115.8	100.0	116.5	-39.68	599.60	-72.31	-99.38
Oct	44.0	52.78	749.02	5.16	201.3	141.6	91.4	127.9	-31.13	591.69	-92.48	-47.42
1-25 Nov	66.8	0.00	0.00	0.00	132.3	105.2	74.0	96.0	-29.20	-65.53	-38.42	-7.15
Total	119.6	167.2	1767.9	94.8	590.2	407.7	308.5	384.9	-98.2	1297.4	-193.3	-188.9

謝辞：本研究の一部は、総合地球環境科学研究所プロジェクト「統合的水資源管理のための「水土の知」を設える」(代表：窪田順平)のもとで遂行された。関係各位に深謝申し上げる。

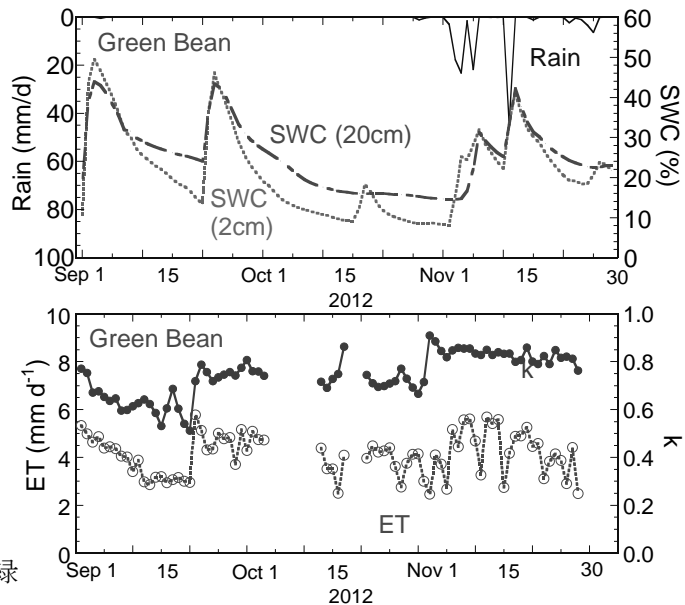


Fig. 2 緑豆畑の土壤水分, ET,  $k$  の経時変化 Variations of rain, SWC, ET and  $k$  of green bean

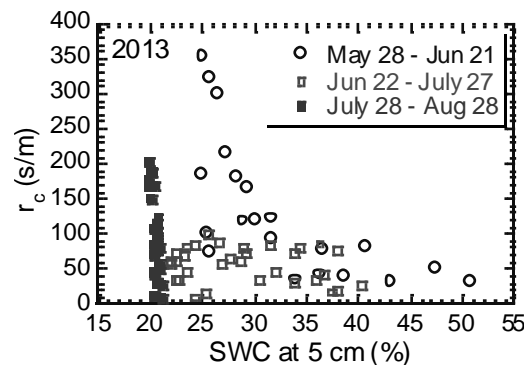


Fig. 3 土壤水分と  $r_c$  の関係 Relationships between SWC and  $r_c$  in the green bean field, 2013