

熱帯水田の間断灌漑における水収支と窒素収支

Water balance and nitrogen balance under Alternate Wetting and Drying irrigation
in tropical paddy field

大草宙子* 塩沢昌* T.P.Tuong**

Michiko Okusa, Sho Shiozawa,

雨季と乾季を有する熱帯地域の水田は、乾季に水が得られれば、年2作以上の水稻栽培が可能であるが、水資源は限られているため乾季における節水栽培の必要性が高まっている。水田の間断灌漑である AWD (Alternate Wetting and Drying system) は節水栽培の一つとして注目されているが、その節水効果のメカニズム、特に、土壤の乾燥による蒸散量の低下は、節水となる一方、稲の水ストレスを意味し、収量低下となる可能性がある。そこで、本研究では AWD の土壤乾燥時の蒸発散量を熱帯地域の乾季作水田における水収支より求めた。また、AWD における大気への窒素損失量は明確ではないため、窒素収支を求めた。

実験の概要

2007 年乾季にフィリピンの国際稲作研究所 (IRRI) 実験圃場において実験を行った。1 月 25 日に苗を移植し 5 月 10 日に収穫を行った。圃場の土性は粘土質ロームで深さ 15cm の作土層の下に硬盤が存在する。灌漑方法は 3 種類で、5 × 10m の処理区をそれぞれ 3 反復設けた。FW: 常時湛水 (湛水深 1cm 以下で灌漑する) AWD20、AWD70: 作土層の水の負圧が 20、70kPa に達したら湛水深 5cm まで灌漑する

水収支の測定

水収支は、水の Input と Output より求めた。

[Input] 灌漑+降雨

= [Output] 地下浸透+畦浸透+蒸発散
灌漑水、降雨、地下浸透、畦浸透を実測した。地下浸透は FW に円筒を埋設し内部を湛水させ、円筒内の水位を観測した。蒸発散量推定のため、土壤体積含水率を土壤水分測定器 (TDR: Time Domain Reflectometry) により測定 AWD20、AWD70 の深さ 0-15、0-30cm に設置し土壤誘電

率の連続測定を行った。現場土壤を用いた室内実験で、誘電率と体積含水率の関係を求め、測定値より体積含水率を求めた。

水収支の結果

総灌漑水量は、FW で 1012mm、AWD20、AWD70 で 1050、970mm であった。平均灌漑間隔は、FW で 2 日、AWD20、AWD70 で 5、10 日であった。AWD70 は、FW と比べ 4% 節水となった。観測期間の総降雨量は 65.8mm、日平均可能蒸発量は 5.8mm、総可能蒸発量は 613.4mm であった。地下浸透計内の水位変化より湛水時の地下浸透量は 0.9mm/day と小さな値であった。圃場の土性は粘性土なので湛水時の地下浸透が小さかったと考えられる。畦浸透は、実測により正確な値を得られなかったため、水収支の残渣として求めた。TDR により測定した AWD20、AWD70 の 0-15、0-30cm 土層の平均体積含水率の経時変化と灌漑水量を Fig.1、2 に示す。

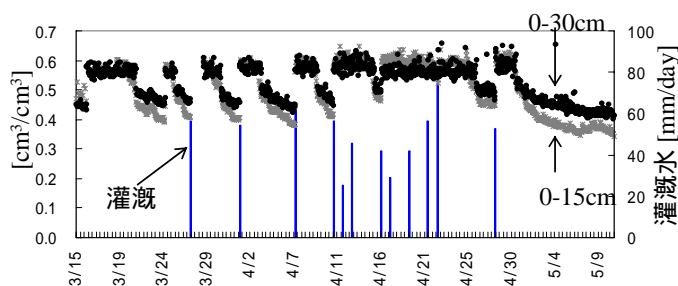


Fig.1 Change of volumetric soil water content in 0-15,0-30cm soil layer in AWD20

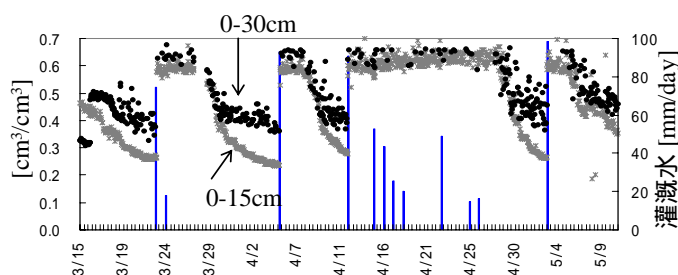


Fig.2 Change of volumetric soil water content in 0-15,0-30cm soil layer in AWD70

*東京大学大学院農学生命科学研究科 Graduate School of Agric. and Life Sciences, The Univ. of Tokyo

** Crop, Soil and Water Sciences Division, International Rice Research Institute

キーワード: 熱帯水田, 間断灌漑, 水・窒素収支

灌漑と灌漑の間を1つの水サイクルとし水分変化をより詳細に分析するため、AWD70の3月23日から4月6日の水分量変化をFig.3に示す。土壌の体積含水率の減少量に土層の厚さをかけたものが土層からの水損失量となる。灌漑後0-3日目の飽和期は、土壌は湛水しており蒸発散は可能蒸発である。4-5日目の乾燥前期は、湛水はないが土壌は飽和であると考えられ、グラフの傾きより日損失水量は11.9mmである。灌漑後6日目以降の乾燥後期は、土壌は不飽和となり、地下浸透および畦浸透はないので損失水量は、そのまま蒸発散量と考える事ができる。

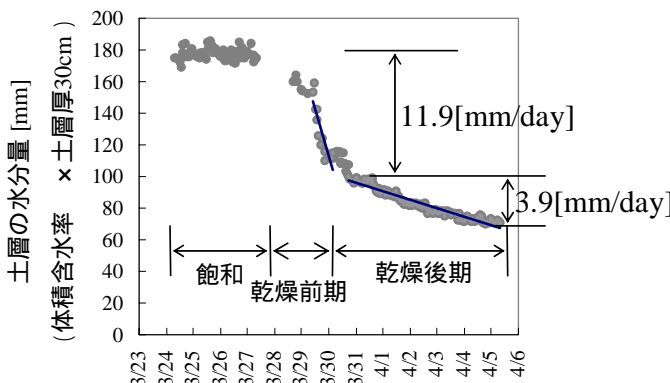


Fig.3 Soil water content [mm] in 0-30cm soil layer in AWD70 (measured by TDR)

しかし、灌漑後7日目以降は土壌の収縮によりクラックが発生する。TDRによる測定は、クラックのない部分を測定しているため、TDRによる水分減少量に、クラックによる水分減少量を足したものが真の水分減少量(蒸発量)となるはずである。そこで、クラックサイズの測定を行った。クラックサイズは、面積を画像解析により、深さを実測より求めた。クラックは、灌漑後16日目に30cm土層の体積の4%を占め、それ以降は一定となる。以上の計算より、灌漑後6~17日目の平均蒸発散量は、下式で示す4.2mm/dayであることがわかった。

$$[\text{TDR 測定}] 3.9 + [\text{クラック測定}] 0.3 = [\text{真の蒸発散量}] 4.2 [\text{mm/day}]$$

水分が十分なときの蒸発散量(平均日可能蒸発)が5.8mmであることと比較すると、AWDの乾燥後期の蒸発散量は、AWD20で19%、AWD70では28%低下した。この蒸発散量の減

少は水ストレスにより気孔が閉じた結果と考えることができる。水収支をFig.4に示した。

窒素収支の測定

窒素収支は全窒素のInputとOutputより求めた。

[Input] 施肥+稲藁投入+灌漑+降雨

= [Output] 植物体持出し+地下浸透+畦浸透+ガス損失(残渣)

本実験では、前作収穫時に稲藁全量を持ち出し移植前圃場に稲藁をすき込んだ。稲藁および植物体の持出しは、乾物重と植物体窒素含有率の積より求めた。灌漑、降雨、地下浸透および畦浸透は、水量と水の窒素濃度の積より求めた。

窒素収支の結果

稲乾物重は4.0t/ha、窒素含有率は1.1%であった。灌漑水、降雨、地下浸透、畦浸透の濃度は0.2~0.8mg/lと非常に低い値であった。穀粒収量はFWで4.8、AWD20で3.8、AWD70で4.0t/haで、窒素含有率は0.5~1.3%だった。Inputの大半は肥料と稲藁投入でOutputの大半は植物体持出しと残渣として得たガス損失であった。求めた窒素収支をFig.5に示す。

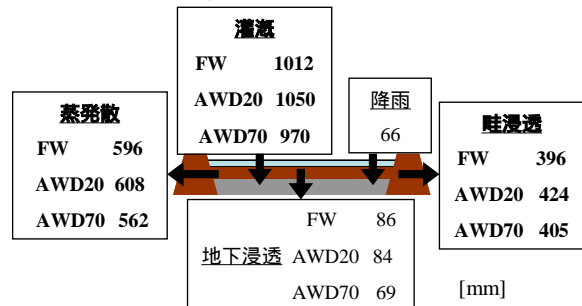


Fig.4 Water balance in 2007 dry season

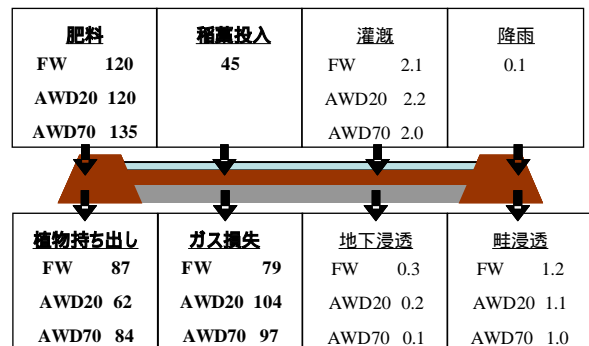


Fig.5 Nitrogen balance in 2007 dry season [kg/ha]

引用文献: T.P.Tuong.(2004): Agricultural water management. R.J.Cabangon.(2002): Agricultural water management.