

植生下の田面水の対流速度の測定

Measurement of convective velocity of ponded water in the vegetated paddy lysimeter

○花山 奨*・安中 武幸*

Susumu HANAYAMA*, Takeyuki ANNAKA*

1. はじめに

水田の生態系を維持する上で田面水中の動植物プランクトンの存在は必要不可欠である。田面水中に動植物プランクトンが多数存在するためには、餌となる栄養塩類のみならず、呼吸に必要な酸素や二酸化炭素が水中に十分に供給される必要がある。田面水への酸素や二酸化炭素の供給源として大気があり、それらの気体の田面水への溶解において田面水の対流が貢献する。それゆえ、稲の様々な生育状態における田面水の対流現象を把握する必要がある。しかしながら、田面水の対流に関する研究は主に植生のない水田で行われており、植生下の田面水の対流に関する研究は手薄である。本研究は、植生下の田面水の対流速度を測定し、対流速度に対する植生の影響について検討した。

2. 実験方法

計測は山形大学農学部実験ほ場内の2区画のライシメータ(内寸：縦1.8m×横1.8m×深さ1.8m)を使って行った。それぞれの区画のライシメータは稲を植えた区画(植生区)と稲のない区画(非植生区)とした。植生区における稲の栽培は慣行栽培とし、稲(品種：はえぬき)の植え付けは30cm×15cmの間隔で行った。水稻栽培期間中、田面水を落水することはせず、計測期間中(2007年8月10日から16日)の田面水の水深は10cmとした。

田面水の対流速度は、熱線風速計の原理を応用した Fujimaki et al.(2000)の方法で測定された。非植生区において対流センサーは区画のほぼ中央の、かつ地表面から高さ5cmの位置に設置し、植生区において区画のほぼ中央の株間に対流センサーを設置した。また、各区画の気温、水温、地温を測定するため、水面10cm上、水面(10cm)、水面下2.5cm、5cm、7.5cm、地表面(0cm)、地表面下-2.5cm、-5cm、-10cm、-20cm、-40cmの位置に熱電対を設置し、日射計を水面140cmの位置に、風速計を水面100cmの位置にそれぞれ設置した。これらのセンサーはデータロガーに接続され、対流速度は2時間毎、温度、日射、風速は15分毎に測定された。

3. 結果と考察

3.1 植生区の田面水の対流速度

計測日2007年8月11日と12日の気象条件について、両日とも晴天で、積算日射量はそれぞれ $24\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ 、 $23.4\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ であり、平均気温は 28.8°C 、 29.5°C となりそれぞれほぼ同様な気象条件であった。また、植生区の稲の草丈は $81\pm 4\text{cm}$ ($n=64$)であった。8月11日と12日のそれぞれに計測された非植生区および植生区の田面水の

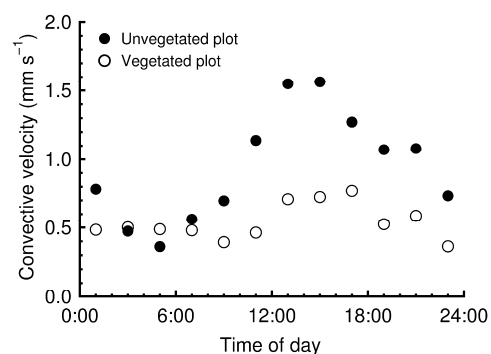


Fig.1 植生区と非植生区の対流速度

対流速度の日変動を Fig.1 に示す。非植生区の対流速度の最大値は約 1.6mm s^{-1} となったのに対し、植生区の対流速度の最大値は約 0.7mm s^{-1} となった。この結果から植生が田面水の対流速度に影響を与えていることが明らかとなった。

植生区において対流速度が遅くなった理由は田面水の温度分布から説明される。Fig.2 と Fig.3 は非植生区と植生区の水温分布を示す。非植生区の水温分布は、一日を通して水面温度が地表面温度より低く、水面と地表面を除いて水温は一樣となった。一方、植生区における水温分布は、日中、水面温度が地表面温度よりも高くなった。この水温分布から、地表面上の水の密度が大きく、水面の水の密度が小さいという水の密度分布が安定した状態になったと判断される。つまり、田面水における鉛直方向の安定した水の密度分布が植生区の対流速度を遅くしたと考えられる。

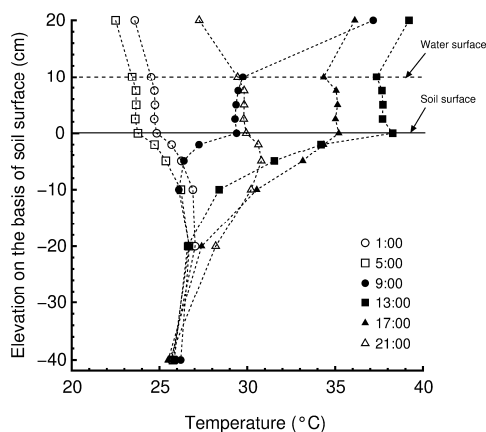


Fig.2 非植生区の水温・地温分布

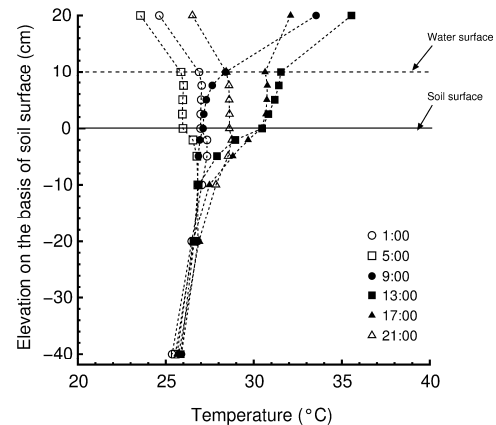


Fig.3 植生区の水温・地温分布

3.2 植生による風速減少が対流速度におよぼす影響

植生下における田面水の対流速度は田面水の密度分布、すなわち水温分布に影響されることが示唆された。植生下における田面水の水温分布に影響を与える要因として光環境の変化があげられる。植生によって水面および地表面に到達する日射量が減少し、かつ、植生によって日射のスペクトル分布が変化する。植生による光環境の変化が田面水の水温分布に与える影響について Hanayama et al.(2006)が報告している。さらに、植生下における水温分布に影響を与える要因として風速の変化が考えられる。稲によって水面上の風速は遅くなる。水面上の風速の減速は田面水の蒸発量を減少させ、その結果、水面温度の低下が抑制され、水面下の水温分布に影響を与えると推測される。そこで、風速の減速が対流速度におよぼす影響を確認するため、非植生区の周囲に農業用の防風ネットを取り付け田面水の対流速度を計測した。

計測は2007年8月14日に行い、気象条件について、当日は晴天で、積算日射量は $21.9\text{MJm}^{-2}\text{day}^{-1}$ であり、平均気温は 29.7°C であった。Fig.4 は非植生区における防風の有無による対流速度の変化である。風速の減少によって対流速度が遅くなり、植生による風速の減速も対流速度に影響をおよぼすことが明らかとなった。

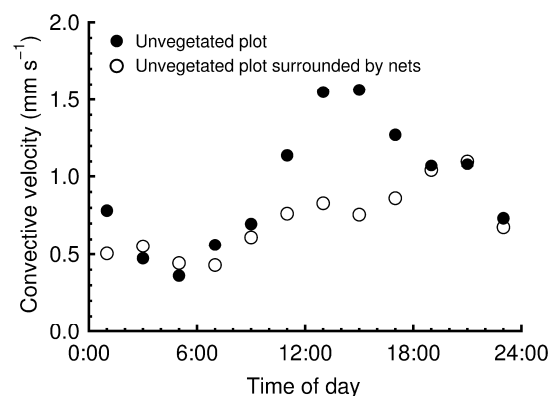


Fig.4 風速の減速が対流速度におよぼす影響

引用文献 Fujimaki et al. (2000) : Soil Sci., 165, 404-411

Hanayama et al.(2006):Soil Sci. Plant Nutr., 52,579-583