

中国黄河上流域畑地圃場における自動モニタリングによる土壤環境計測

Soil water and solute transport analysis at corn field on Yellow
River basin in China

田川 堅太*・長 裕幸*・小林 哲夫**
Kenta Tagawa*・Hiroyuki Cho*・Tetsuo Kobayashi**

1. はじめに

中国の代表河川である黄河では、近年、中、上流域の広大な農地における大量の灌漑用水の使用により、下流の都市域においては、夏場、深刻な水不足がもたらされている。その一方では、流域の河川周辺の低地では豊富な水資源を背景に、広大な面積の水田が開発され、重要な食糧基地となっているが、気候的には乾燥地域に位置するため、灌漑耕地の多くが土壌の塩類化による深刻な被害を受けている。水田開発による地下水位の増加に伴う塩害の出現は、**water logging** 現象といわれ、乾燥地における代表的な塩害の一つであり、排水制御により改善を試みる例が多い。一つの方法として、水田を畑地に転換することにより地下水位を下げるができるが、土壌内に残留している高濃度の塩分を除去する必要がある、回復させるまでに時間がかかる。本研究では、このような水田から畑地に転換した塩類化農地の回復法を検討する目的で、中国甘肅省靖遠県平堡郷における実際の農地を実験圃場として選択し、2007年9月から自動モニタリング装置により土壌内および気象の各要素について観測を行っている。本論では、2008年9月24日に現地においてデータ回収を行った結果について報告する。

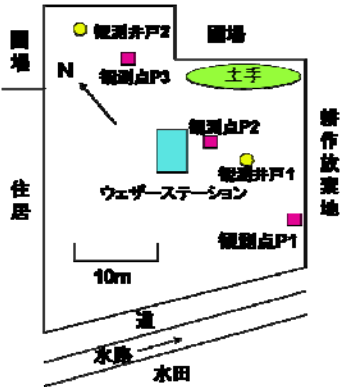


Fig.1 Outline of the experimental field
Table1 Measurement instruments

2. 観測圃場および観測項目

観測圃場の概要を Fig.1 に示す。圃場は、面積約 670m²のトウモロコシ畑である。2007 年は、近隣に水田が広がり、全体的に地下水位が高かった。しかし、2008 年には近隣の水田が全てトウモロコシ畑に転換され、この圃場の収量は増加した。Table 1 に観測装置および観測項目の一覧を示す。観測期間は 2007 年 9 月 21 日～2008 年 9 月 24 日の約 1 年間である。

3. 観測点における土壤環境の計測および解析結果

Fig.2 に気温と降水量の 1 年間にわたる日平均の変動を示した。この図より分かるように日平均気温は、冬季の-18℃から夏季 27℃の間で変化した。また、降雨は 6 月から 9 月の間に集中していた。

Fig.3 に、TDRで測定した土壌内誘電率の値を、

Variable	Instrument
Air temperature & humidity	VAISALA, HMP50
Net radiation	CAMPBELL, Q*7
Solar radiation	CAMPBELL, LI200X
Wind speed & direction	YOUNG, CYG5103
Ground heat flux	RESB, HFT-3.1
Precipitation	CAMPBELL, TE525
Soil moisture & EC	CAMPBELL, CS610
Soil temperature	CAMPBELL, MO 107
Groundwater level	CAMPBELL, CS420

* 佐賀大学 (Saga Univ.), ** 九州大学(Kyushu Univ.), TDR, 自動モニタリング, 塩分集積, 水収支, 水分移動, 溶質移動

サンプリング土壌を使用して室内実験でもとめた次式の校正式により体積水分量に換算した結果を示す。ここで、 θ は体積水分量、 K_a は土壌内誘電率。

$$\theta = 3.4 \times 10^{-5} K_a^3 - 1.5 \times 10^{-3} K_a^2 + 3.84 \times 10^{-2} K_a - 0.09 \quad (0.15 < \theta < 0.4) \quad (R^2 = 0.997) \quad (1)$$

Fig.4 に同じく TDR でもとめた土壌内電気伝導度 EC_a の測定値を示す。ここで示された EC_a 値は、土壌粒子及び土壌溶液を含む、ある容積の土壌バルク内の平均電気伝導度であるが、土壌中の塩分の移動は、土壌間隙水に溶出した塩分が対象となる。従って、定量的な塩分移動の解析を行うためにはバルク電気伝導度 EC_a を溶液電気伝導度 EC_w に変換する必要がある。両者の関係は一般に次式で表される。

$$EC_a = EC_w \theta T(\theta) + EC_s \quad (1), \quad \text{ただし,}$$

$$T(\theta) = A\theta + B \quad (2)$$

ここで、 EC_s は土壌固有の電気伝導度、 A 、 B は定数である。本研究では、現地のサンプリング土壌を用いて、異なる θ および EC_w の土壌を作成し、 $\theta - EC_a - EC_w$ の関係を調べ、次式の校正式をもとめた。

$$EC_a = EC_w \theta (1.941\theta - 0.211) + 0.64 \quad (3)$$

$$(0.15 < \theta < 0.4; \quad 0.7 < EC_a < 3.0 \text{ dSm}^{-1})$$

Fig.5 に(3)式を用いて、 EC_w を計算した結果を示す。これより、現地観測地点における土壌溶液電気伝導度の年間における変化の様子を求めることができた。この結果より4月より9月にかけて徐々にではあるが作物による水分の吸収により土中塩分が上昇していく様子が分かる。

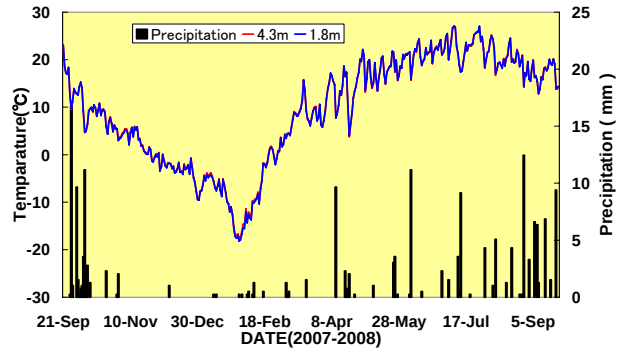


Fig.2 Daily change of air temperature and precipitation values observed in a field weather station.

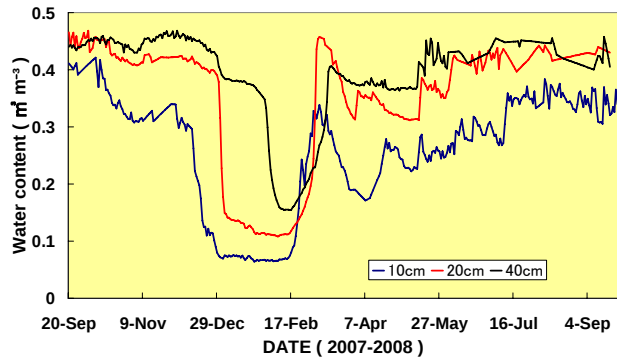


Fig.3 Daily vertical change of soil water content converted from a dielectric constant measured by TDR using the Eq. (1) fitting a calibration curve.

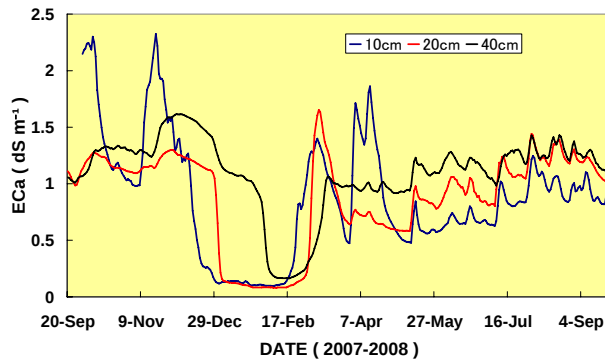


Fig.4 Daily vertical change of soil electrical conductivity measured by TDR.

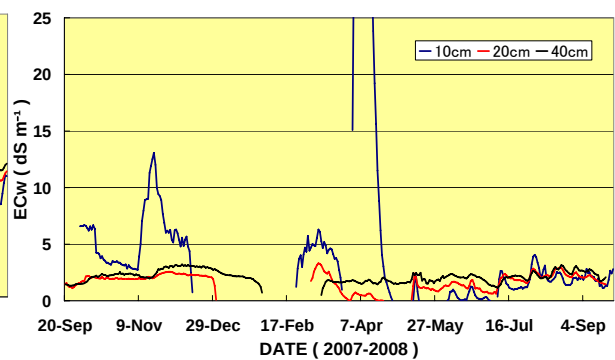


Fig.5 Daily vertical change of electrical conductivity of soil water calculated by using the Eq. (3) obtained from laboratory experiments for a sampling soil.