海水農法による水田稲作の水管理と圃場環境に関する研究
Study on paddy rice water management and field environments using seawater farming

○前川顕秀* 中村好男**
MAEKAWA Akihide, NAKAMURA Yoshio

1.はじめに

近年、海水や海水由来の塩を用いた稲作栽培が全国各地で行われている。海水農法は、海水に含まれるミネラル成分が、肥料の削減、雑草抑制や病虫害防止による農薬の削減、または食味向上などに効果があるとされる(2007、西出ら)。海水の主要成分は、塩化ナトリウム、塩化マグネシウム、硫化マグネシウム、硫化カルシウム、塩化カリウムなどである。このように海水には肥料などで用いられる成分が多く含まれている。その海水を有効活用できれば、稲作コストの削減や食味向上に有益となることが考えられる。しかし、一方で海水農法は塩類集積や作物の生育阻害に悪影響を及ぼすことが懸念される。

そこで、本研究では、海水農法による水稲栽培における水管理と圃場環境に与える影響について調査を行い、海水農法の安全性についての検討を行うものである。

2.調査対象地の概要

研究の対象地は、茨城県猿島郡境町長井戸沼干拓地の水田圃場とした。調査地区の灌漑用水は利根川にてポンプ揚水後、パイプラインシステムで供給され、水田水口に設置された給水栓から圃場内に注水される。利根川の水のみで足りない時期になると、干拓地の中央部に開削された中央排水路を堰き止め、ポンプ取水によって循環灌漑を行って用水源を確保している。水田圃場からの排水は水尻に設置されたL字型の塩ビパイプを農家が操作し、湛水深の調節や排水管理を行っている。灌漑方式は基本的に間断灌漑であり、水がなくなると給水栓より水を追加補給する方式となっている。なお、調査圃場の面積は25aであり、水稲の単作水田である。また、灌漑期間は4月～8月、収穫期は8月下旬である。

3.水稲作における海水・塩の利用方法

調査対象地の水田では、代掻き前(2月下旬)に天日塩62.5kgを散布する。その後、出穂30日前に中干しを行い、出穂20日前(6月下旬)に海水を葉面散布する。葉面散布に際して、海水25L(NaCl 2.99%)を20倍希釈したものに500倍希釈の液肥を1L混ぜ、250L(NaCl 0.25%)を散布する。散布後急速に水を張り、その後20日ほど注水と排水は行わず、圃場内の水位を自然減水させる。なお、海水は農家が直接大洗海岸にて採水して搬送し、適度の濃度に調整する。

4.研究方法及び結果

(1)圃場環境調査　2010年4月～8月の期間において、調査水田の水口と水尻付近に気温・水温・地温・水位計を、さらに300m離れた台地上に雨量計を設置し、それぞれ10分間隔で測定を行った。圃場環境調査の結果はFig.1のようである。海水を散布した6月25日以降、水位を下げると稲の草丈は格段に成長している。この時期に海水を散布することにより、稲の成長期にミネラルを十分に効かせているのではないかと思われる。水温と地温は、

*東京農業大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Tokyo University of Agriculture
**東京農業大学地域環境科学部 Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture
キーワード：海水農法 ミネラル成分 葉面散布 塩分集積 水管理 水質

猛暑であった 2010 年では、高温障害の限界水温である 40℃、地温の目標値である 30℃に達することなく、気温の高い時期には水を張るなど水管理がうまく機能していたといえる。

(2)水質調査　利根川の揚水機場、中央排水路、水田水口、水田水尻にて採水を行い、海水を用いることによる塩分の指標である NaCl、農業用水の水質環境基準である EC、DO、pH、SS、COD、T-N について 2010 年 4 月～9 月の期間に 11 回調査を行った。水田水口、水尻における NaCl の測定結果を Table.1 に示す。NaCl が特に高かったのは 7 月 23 日の水尻 0.05%であり、海水の葉面散布の約 1 ヶ月後である。散布から 1 ヶ月後ということで、稲に吸収されずに残った分が水尻に溜まったと考えられる。8 月 13 日まで排水されることがなかったので、この塩分を含んだ灌漑水は自然減水したものと考えて良い。測定された程度の塩分では稲に直接的な被害をもたらすことはないと考える。次に、灌漑用水と水田圃場内における水質の測定結果を Table.2 に示す。水田水尻において EC,SS,COD, T-N の項目で農業用水の水質環境基準を超えていた。しかし、水尻からは殆ど排水されていないため、排水路に与える影響は少ないといえる。また、水口の T-N が利根川揚水機場の T-N よりも高い濃度となっているのは、用水が不足した時期に中央排水路の水を利用していたためであると考えられる。

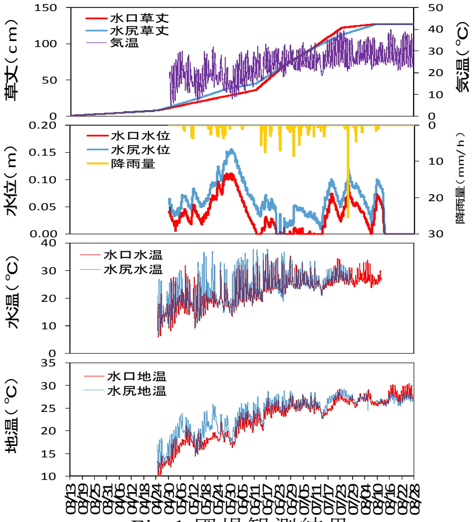

Fig.1 圃場観測結果
Field observations

Table.1 水田における NaCl の水質結果
NaCl results of water quality in paddy plot

地点名＼日付	NaCl(%) 4月24日	4月30日	5月14日	5月28日	6月11日
水田水口	0.02	0.01	0.01	0.01	
水田水尻		0.01	0.01	0.01	0.02

地点名＼日付	NaCl(%) 6月25日	7月9日	7月23日	8月9日
水田水口	0.01		0.02	0.02
水田水尻	0.01	0.00	0.05	0.01

斜線は湛水していなかったために採水不可
6 月 25 日は海水散布前に採水

Table.2 灌漑用水と水田圃場内の水質結果
Water quality of irrigation water and paddy plot

地点名＼項目	EC(mS/m)	DO(mg/L)	pH	SS(mg/L)	COD(mg/L)	T-N(mg/L)
利根川揚水機場	20.4	6.82	6.98	30	4.4	2.94
中央排水路	30.7	7.61	6.95	34	5.5	4.28
水田 水口	30.9	7.40	6.89	53	5.6	4.27
水田 水尻	32.5	6.46	6.79	109	11.1	2.17

(3)土壌中の塩分の蓄積調査　土壌の塩分集積を調べるため、水田の水口、右側、左側、中央、水尻、排水口の 6 地点において、畦畔から 1m、作土層（15cm 程度）の 10～15cm の土壌をサンプリング管を用い、2010 年 12 月に採取した。実験方法は土壌 100g と蒸留水 500mL で 1:5 に混合したものを、30 分と 60 分攪拌、60 分攪拌後 60 分放置にて抽出液を作成し、それぞれのサンプルにおいて NaCl を測定した。結果は、どの地点、どの条件においても NaCl は検出されず、塩分集積はしていなかった。

5.まとめ

海水農法の場合、間断灌漑を行うことより、ミネラル分は排水されることなく効率的に活用され、排水路に配慮した水管理を行うことが出来る。また、葉面散布の時期の決定では、海水の葉面散布後の水を入れない期間が夏の暑さのピーク前になるようにすることが重要である。そして、その後の湛水により、高温障害を避け、稲に吸収されずに残った塩分も土壌に集積しないようにすることが出来る。よって、状況に応じた水管理を行うことにより、海水農法は稲にも圃場にも安全であることがわかった。