

高度処理水中のナトリウムが水稲に及ぼす影響
－農業集落排水処理水の農地への再利用(XXIII)－
Sodium Effect in Advanced Reclaimed Wastewater Application to Rice Plant
－Reuse of Rural Sewerage Reclaimed Wastewater to Farm Land (XX III)－

○治多伸介*, 櫻井雄二*
 Shinsuke Haruta*, Yuji Sakurai*

1. はじめに

農業集落排水施設では、今後、高度処理が広く普及することが見込まれる。高度処理水を水田に灌漑水として利用すれば、処理水は新たな水資源となり、処理水中の肥料成分の有効利用や、水田での浄化作用による水質の更なる向上といった効果が得られる可能性がある¹⁾。これらの効果を安全かつ効果的に発揮させる技術を確立するためには、高度処理水に含まれる各水質成分の水稲への影響を十分に解明する必要がある。一方、河川水等の通常の灌漑水よりも高度処理水に比較的高濃度で含まれる Na⁺は、K⁺、Ca²⁺、Mg²⁺とは異なり、高度処理水灌漑によって水稲中の含有率が大きく高まる²⁾。しかし、その Na⁺が、水稲の栄養成分吸収や水稲生育に及ぼす影響は明らかとされていない。そこで、本研究では、高度処理水中の Na⁺が、水稲の栄養吸収や水稲生育に及ぼす影響を明らかにするために、河川水と、河川水に NaCl を添加して Na⁺濃度を高度処理水程度に調整した水を利用した水稲ポット試験を行った。

2. 研究方法

ポット試験には、愛媛県 I 市 0 地区の水田土壌(灰色低地土)を用いた。ポットには 1/2000a ワグネルポットを使い、各条件 3 ポットずつ利用して、H21 年 6 月-10 月に、降雨を遮断した条件で水稲栽培を行った。各ポットには、水稲(品種：愛のゆめ)を 1 株(3 本)ずつ移植し、施肥は JA 基準(元肥 N:P:K=14:10:13 30kg・10a⁻¹，追肥 N:P:K=14:2:17 20kg・10a⁻¹)に準拠した。各ポット下部からは、浸透水を定量排出(10mm・d⁻¹)させ、湛水深は中干し前 50mm，中干し後 20mm とし、毎日減った水量を上部から供給した。

灌漑水としては、10 日に 1 回程度の割合で 0 地区の河川水を採取し、遮光タンクに保存して利用した。その際、河川水中の窒素の主要成分である NO₃-N の水稲吸収量を把握するために、河川水の NO₃-N 含有濃度の 5%分の ¹⁵NO₃-N を添加した。利用した河川水の平均水質を表-1 に示す。Na⁺濃度を高めた実験条件のポットには、Na⁺が 50mg・L⁻¹と 100mg・L⁻¹になるように、NaCl で濃度調整した河川水を利用した。

表-1 灌漑水(河川水)の平均水質
 Average of Irrigation Water Quality

COD	(mg・L ⁻¹)	2.36
T-P	(mg・L ⁻¹)	0.06
PO ₄ -P	(mg・L ⁻¹)	0.03
T-N	(mg・L ⁻¹)	1.97
Org-N	(mg・L ⁻¹)	0.05
NH ₄ -N	(mg・L ⁻¹)	0.00
NO ₂ -N	(mg・L ⁻¹)	0.00
NO ₃ -N	(mg・L ⁻¹)	1.92
K ⁺	(mg・L ⁻¹)	1.94
Na ⁺	(mg・L ⁻¹)	13.2
Ca ²⁺	(mg・L ⁻¹)	29.5
Mg ²⁺	(mg・L ⁻¹)	5.81
Cl ⁻	(mg・L ⁻¹)	15.0
SO ₄ ²⁻	(mg・L ⁻¹)	46.7

3. 結果と考察

(1) 水稲のカチオン含有濃度

図-1 には、河川水の Na⁺濃度が異なった場合の、水稲地上部全体のカチオン含有濃度(3 ポット平均値)を示す。河川水の Na⁺濃度が高くなった場合に、水稲の Na 含有濃度は高まり、この結果は、高度処理水を利用して栽培した水稲の結果²⁾と一致した。一方、Ca と Mg の含有濃度

*愛媛大学農学部, Faculty of Agriculture, Ehime University キーワード:処理水利用, 集落排水, ナトリウム

は、河川水の Na^+ 濃度が異なってもあまり変化しなかったものの、 Na^+ 濃度が高まるにつれて K 含有濃度は低下した。この K 含有濃度低下は、 Na 吸収の拮抗作用が原因と考えられるものの、高度処理水利用の際には見られなかった²⁾。これは、高度処理水には河川水より高濃度の K^+ が含まれるためと考えられる。

(2) 水稻の生育および $\text{NO}_3\text{-N}$ 吸収

表-2 には、水稻生育状況 (3 ポット平均値) を示した。 Na^+ 濃度が高まるにつれて、水稻の最大草丈は短く、耐倒伏性が高い形態となった。また、 Na^+ 濃度が高いほど、無効分げつ率は低下して最終分げつ数は多くなり、登熟歩合は高くなった。このような Na^+ 濃度が高い場合の水稻の特徴は、高度処理水利用時²⁾と同様であったため、これらの特徴が高度処理水利用時に生じるのは、処理水中の Na^+ が原因と考えられた。

一方、図-2 には、刈り取り時の水稻乾燥重量 (3 ポット平均値) を示した。 籾の乾燥重量は、 Na^+ 濃度が異なっても変化は殆どなかった。 茎・葉の重量は、 Na^+ 濃度が低くなるにつれてやや低下した。 高度処理水利用時には、 籾と茎・葉のいずれの乾燥重量も増加する²⁾。 従って、 今回の結果から、 高度処理水によって乾燥重量が増大する効果は、 Na^+ が原因ではないことが明らかとなった。

一方、図-2 には、刈り取り時の水稻乾燥重量 (3 ポット平均値) を示した。 籾の乾燥重量は、 Na^+ 濃度が異なっても変化は殆どなかった。 茎・葉の重量は、 Na^+ 濃度が低くなるにつれてやや低下した。 高度処理水利用時には、 籾と茎・葉のいずれの乾燥重量も増加する²⁾。 従って、 今回の結果から、 高度処理水によって乾燥重量が増大する効果は、 Na^+ が原因ではないことが明らかとなった。

表-3 には、処理水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ が水稻地上部に移行した量と、その肥効率を示した。これらは、水稻の ^{15}N 含有量の分析結果を利用して算出した。 Na^+ 濃度が高まると $\text{NO}_3\text{-N}$ の水稻地上部への移行量と肥効率は低下した。 高度処理水中の $\text{NO}_3\text{-N}$ は、河川水の $\text{NO}_3\text{-N}$ よりも水稻への移行量と肥効率が低い。 今回の結果は、その原因が、高度処理水中の Na^+ に起因する可能性を示唆した。

4. まとめ

高度処理水中の Na^+ は、水稻の $\text{NO}_3\text{-N}$ 吸収や生育への影響要因となっており、草丈短縮、無効分げつ数の増加、登熟歩合の増大といった効果を生じさせると考えられた。ただし、 Na^+ は、高度処理水利用による水稻乾燥重量の増大要因ではなく、その効果は、処理水中の別の高濃度成分、例えば K^+ などの影響であると考えられた。 引用文献:1) 治多, 櫻井(2007):農業および園芸, 82(11), pp.1182-1189. 2) 治多, 櫻井(2008):平成20年度農業農村工学会大会講演要旨集, pp.840-841.

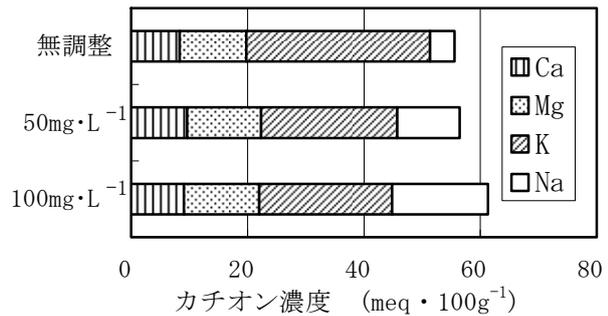


図-1 Na^+ 濃度と水稻カチオン含有濃度の関係
Cation Concentrations in Rice Plant

表-2 水稻生育状況
Rice Plant Growth

Na^+ 濃度	最大草丈 (cm)	無効分げつ (%)	最終分げつ (本)	登熟歩合 (%)
無調整	86.8	28.1	32.0	87.1
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	84.7	15.8	32.7	90.3
100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	82.2	12.5	33.7	91.0

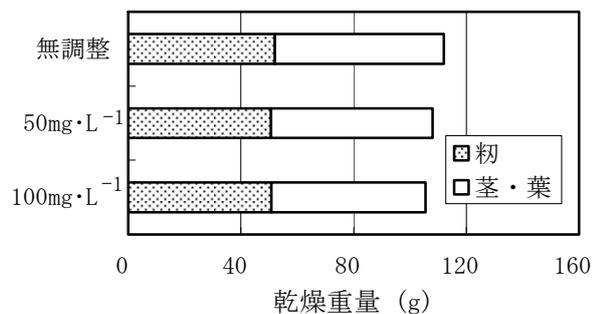


図-2 Na^+ 濃度と水稻乾燥重量の関係
Dry Weight of Rice Plant

表-3 $\text{NO}_3\text{-N}$ の水稻への移行量と肥効率
 $\text{NO}_3\text{-N}$ Movement from Reclaimed Wastewater to Rice Plant

Na^+ 濃度	$\text{NO}_3\text{-N}$ 移行量 (mg)	肥効率 (%)
無調整	37.7	29.0
50 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	30.9	22.7
100 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	30.4	22.5