

ウルトラファインバブル水による塩類集積対策 Measure against salinization with ultrafine bubbles water

○大西純也、宇野健一、松井佳世、南川和則*

Junya Onishi*, Kenichi Uno*, Kayo Matsui*, Kazunori Minamikawa*

1. 背景

乾燥地での農業生産には灌漑が必須である。しかし、そこでは、灌漑に起因した塩類集積が生じており、農業生産性の低下が深刻な課題となっている。特に、開発途上地域での被害が大きく、その対策が急務となっている。農地に集積した塩分の除去には、排水路や暗渠管が整備された環境でのリーチングや塩分流入を抑制する節水が有効であるが、開発途上地域での対策は十分ではない。そこで、本研究では灌漑時の除塩策として、幅広い分野での応用が期待されているウルトラファインバブル（UFB）水による効果を検証している。本報では、これまでに得られた結果を報告する。

2. ウルトラファインバブル（UFB）

UFB とは、直接目視では確認できない 1 μm 未満の極めて小さい気泡である。UFB には、「気泡が極めて長期間液中に存在できる」、「気泡が電荷を帯びる」、「気泡内部が超高压状になる」などの特性があり、環境・農業・食品分野などへの応用が期待されている。

3. 試験方法

試験では、灌漑農業に起因した土壤の塩類化が顕著なウズベキスタン共和国シルダリア州とインド共和国ハリヤナ州から輸入した土壤を、水道水にて上澄み液の EC が 0.5 dSm⁻¹ 以下となるまで洗浄し、炉乾・粉碎後に 2.0 mm 以下の通過したものを用いた。各土壤の土粒子密度と土性を表 1 に示す。

表 1 供試土壤の土粒子密度と土性
Particle density and soil texture of test soil

Soil	Particle density	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	Soil type
Uzbekistan	2.7	13.7	29.4	56.9	Loam
India	2.7	13.7	27.1	59.2	Loam

Classification: International Union of Soil Science

各土壤を 100 mL の試料円筒（直径 φ50 mm、高さ 51 mm）に風乾密度 1.5 gcm⁻³ で充填し、3 gL⁻¹ の NaCl 溶液にて毛管飽和させたものを供試土壤とした。供試土壤に対し、蒸留水および蒸留水から製造した UFB 水（IDEC, FZ1G-15G にて 40 分以上 UFB を発生）（ともに 6 μSm⁻¹）を用いて、飽和透水係数を 3 回測定した。それぞれ 21 試料を測定し、各試料で 3 回の測定に要した水量の平均は 35 ml であった。測定完了後、試料円筒内土壤の EC_{1:2}（土壤、水比 1:2 溶液の EC）を電気伝導率計（HRIBA, B-771）にて測定した。さらに、乾燥状態の土壤における効果を検証するため、供試土壤を 105°C で 24 時間炉乾した 3 試料を対象に、100 mL の蒸留水および UFB 水にて 2 日間リーチングを行い、リーチング完了後の土壤 EC_{1:2} を測定した。以上の試験で得られた土壤 EC_{1:2} から、変換式 $C = 0.476\sigma^{1.124}$ （ここで、C: NaCl 濃度 (gL⁻¹)、σ: 土壤 EC_{1:2} (dSm⁻¹)）を用いて NaCl 濃度 (gL⁻¹) に換算し、この濃度に EC_{1:2} 測定時の加水量 (L) を乗じたものを土壤の塩分量 (mg) とした。

* 国際農林水産業研究センター、Japan International Research Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)

キーワード：乾燥地、塩類集積、ウルトラファインバブル、除塩

4. 結果と考察

飽和透水係数の測定に要した時間と飽和透水係数の平均値を表 2 に示す。測定時間は、ウズベキスタン土壌で約 9%、インド土壌で約 27%短縮され、飽和透水係数はウズベキスタン・インド土壌ともに約 7%増加した。

表 2 浸透時間と飽和透水係数
Permeability time and Saturated hydraulic conductivity

Water	Uzbekistan				India			
	Permeability time		Saturated hydraulic conductivity		Permeability time		Saturated hydraulic conductivity	
	Second	Std	(cm s ⁻¹)	Std	Second	Std	(cm s ⁻¹)	Std
Distilled water	3,680	963	2.4E-05	6.7E-06	4,020	1,680	2.5E-05	1.2E-05
Ultrafine bubble (UFB)	3,330	1,292	2.6E-05	8.3E-06	2,942	666	2.7E-05	5.3E-06
Improvement rate (%)	9	-	7	-	27	-	7	-

飽和透水試験（約 35 mL 加水）完了後の土壌に残留した NaCl の推定量（mg）を図 1 に示す。ウズベキスタン土壌では蒸留水：約 201 mg、UFB 水：約 163 mg、インド土壌では蒸留水：約 108 mg、UFB 水：約 90 mg となり、UFB 水により NaCl の残留量が、それぞれ、約 19%、約 16%低下した。

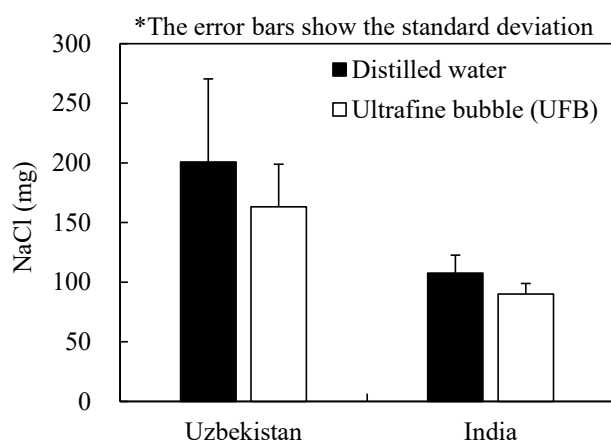


図 1 飽和透水試験後の土壌塩分
Soil salinity after saturated hydraulic conductivity test

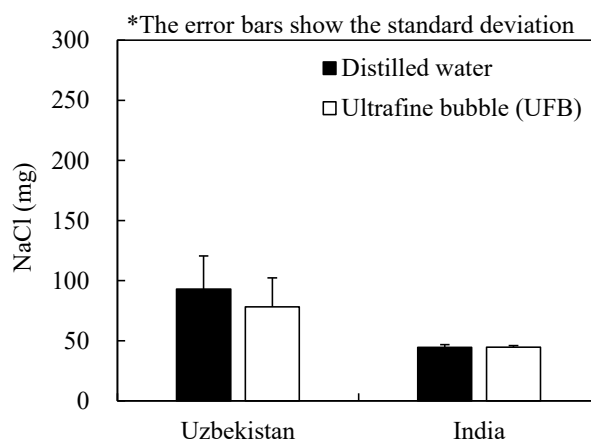


図 2 乾燥土壌でのリーチング後の土壌塩分
Soil salinity after leaching on dry soil

乾燥土壌へのリーチング（100mL、2日間）が完了した後の土壌に残留した NaCl の推定量を図 2 に示す。ウズベキスタン土壌では蒸留水：93 mg、UFB 水：78 mg となり、UFB 水により約 16%低下した。一方、インド土壌では蒸留水、UFB 水ともに 45 mg となり、UFB 水による効果が認められなかった。

5. まとめ

UFB の発生させることで飽和透水係数が 7%程度増加するものと考えられる。一方、リーチング効果は、飽和土壌で 16-19%程度改善したが、乾燥状態のインド土壌では改善しなかった。このため、UFB による除塩効果は土壌の水分状態に左右される可能性があると考えられる。今後、UFB 水による毛管上昇の抑制効果を検証していく。