

宁夏低矿化度回归水灌溉对土壤盐碱化的影响*

马云瑞 苗济文 张益民 王杰

(宁夏农科院土壤肥料研究所, 银川 ΔBααγ)

摘要 通过利用低矿化度回归水的土柱模拟实验研究表明,在排水较好条件下,含盐 $x_{ik}-x_{il}v_{v\theta}$ 的低矿化度回归水灌溉可使中轻度盐渍化土壤脱盐。但随灌溉年限延长含盐量逐年增高,含盐量 $s, s\phi, s\Xi\theta, B^{-}$ 的量与回归水中该值呈显著正相关。说明即使淡水也是土壤盐碱化的来源。采用混灌轮灌和良好的土壤改良管理措施,回归水可开发利用。

关键词 低矿化度回归水 灌溉 土壤盐碱化

宁夏开发荒地和改良中低产田 $y\Gamma$ 万 $\phi^{1,y}$,从黄河引水远不能满足灌溉之需。开发利用年排 $z\tau\omega$ 亿 1^z 的回归水,研究其灌溉对土壤盐碱化的影响,对解决宁夏水资源、粮食和环境问题有重大意义。

$uv\theta^{Bk}$ 联合国粮农组织和我国制定了较完善的农用水质标准 θ^T, Δ^k 。但咸水微咸水的利用难度较大,必须结合当地自然条件研究对土壤盐渍化的影响,提出适宜的灌溉制度。

x 研究材料和方法

回归水是指宁夏灌区农田渗滤水、渠道退水、渗漏水及少量的厂矿废水、城镇生活污水等。

供试土壤为宁夏银北地区中轻度盐渍化灌淤土。物理粘粒 BA_{ω}° %,土壤主要化学性质见表x。供试水为银北地区第三、第五排水沟的回归水,为无毒有害型 θ^{E_k} ,矿化度及盐分组成见表y,为低矿化度。从表y看出 $s, s\phi, \Lambda\Gamma\omega\%, \Omega_{\nu}, \Lambda B\omega\%, s\Xi\theta, \Lambda B$,对透水性

对咸水微咸水利用的限度、方法及其对土壤盐渍化的影响研究的很多 θ^{x-zk} 。 $\theta u\Xi$ 理查兹对灌溉水质作了详细的研究 θ^{Ak} 。 $O u\Xi$ 柯夫达指出灌溉水所允许的含盐量限度是 x

表x 试验土壤的化学性质

深度 $\theta\pi^1\beta$	Φ 值 v/ω	全盐 $\Pi\phi_z^{y^t}$	离子组成 $\pi^{130}/\theta\beta$						钠吸附比 $s\Xi\theta$	钠钙镁比 $sP\theta$	镁系数 Ω_{ν}	可溶性钠% $s s\phi$	
			$\Phi\Pi\phi_z^t$	Π^{-}	$s\phi_A^{y^t}$	$\Pi\xi^{y^+}$	ϵv^{y^+}	$\theta\xi^+$					
$\omega-y\omega$	$\Delta u\Delta$	$y u\Delta y B$	τ	$A u\Xi E$	$x A u x$	$x y u x$	$A u\Delta\Gamma$	$A u\Delta\Gamma$	$y A u u E$	$x x u \omega$	$y u B k$	$B v\%$	$\Delta r u\Delta$

表y 供试水样的化学性质

水源 Φ 值	矿化度 v/θ	离子组成 $\pi^{130}/\theta\beta$						钠吸附比 $s\Xi\theta$	钠钙镁比 $sP\theta$	镁系数 Ω_{ν}	可溶性钠% $s s\phi$		
		$\Pi\phi_z^{y^t}$	$\Phi\Pi\phi_z^t$	Π^{-}	$s\phi_A^{y^t}$	$\Pi\xi^{y^+}$	ϵv^{y^+}					$\theta\xi^+$	
黄河水	$E u\theta B$	$w u\Delta Z\Gamma$	$w u u y$	$y u Z\Gamma$	$x u\Delta\Delta$	$x u Z$	$x u B k$	$w u\Delta Z$	$y u E\Gamma$	$y u\Delta\Delta$	$x u y B$	$z A u B$	$B B u B$
五排水	$E u E$	$x u y E E$	$w u u Z$	$A u E u$	$\Gamma u Z z$	$z u B\Delta$	$x u E A$	$y u Z$	$x w u\Delta\Gamma$	$\Delta u B E$	$y u\Delta\Delta$	$B A u k$	$\Delta y u E$
三排水	$E u B$	$x u r u E$	$w u u E$	$B u k y$	$\Delta u E\Gamma$	$z u Z u$	$x u\Delta E$	$y u E$	$x z u y\Delta$	$Z u k z$	$z u k E$	$B B u x$	$\Delta\Delta u B$

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期 $H x Z Z E - u x - x\Gamma$

表z 不同供水样灌溉下土壤的化学性质

处理	深度 οπ1 ρ	灌溉 年份	Φ υ/ω	离子浓度π1 30 /ωρ									残余碳酸 钠ε s Π	钠吸附 比ε Δε	钠钙镁 比ε Pε	镁系数 Ω _ε	可溶性钠 百分率s εφ
				Πφ ^γ _z	ΦΠφ ^l _z	Π ⁻	s φ ^γ _Δ	Πε ^{γ+}	ε υ ^{γ+}	ε ξ ⁺	+Ω ⁺						
黄河水	w-B	一年	Eκω ωΔ	w	BυZE	z κωγ	γ υγω	x υZB	x κω	Δεω	γ υZE	BυE	γ υγΔ	ωεΓ	ΓΔκω		
		三年	Eγω x ωE	w	Γκω	AυBκ	z ωB	γ υΔω	x υEB	ΔυE	x υBB	AυEε	x υEω	ωεκ	BZυZ		
		五年	Eκω x υBB	w	Γυγ	ΔυBκ	Bκγ	z υκ	γ υκZ	x υBE	ωΔγ	ΓυE	γ υκω	ωεE	ΓAυ		
	w-γw	一年	ΔυZ ωEγ	w	Bκx	x υBκ	x κω	x υZ	ωZγ	z κx	γ υZω	γ υZ	x υεZ	ωεE	Bε υAA		
		三年	Eγω ωEε	w	ΓυE	γ υE	x υBE	γ υE	x υBB	Bκω	γ υEΔ	z υBA	x υεγ	ωεκ	BBυγ		
		五年	Eκω ωEΓ	w	BυE	z υEκ	γ υκZ	γ υκA	x υEκ	BυA	x υEκ	z υBA	x υEΓ	ωεΓ	BAυω		
	γw-Γw	一年	ΔυZω x υB	w	BκB	γ υBγ	AυA	x υZB	x υEΓ	ZυA	x υEA	ΓυBB	γ υAΔ	ωεA	ΓEυγ		
		三年	Eκω ωEκω	w	Γκκ	γ υΔB	x υκ	γ υκΔ	x υBκ	AυE	γ υEA	z υE	x υγΔ	ωεγ	BAυE		
		五年	Eκω ωEκω	w	BυE	γ υE	x υκω	x υEε	x υBγ	z υE	γ υγB	γ υEΔ	x υκΔ	ωεB	BκεB		
五排回归水	w-B	一年	Eκω γ υκE	w	Γυγ	x ΔυA	ΔυE	γ υκΔ	γ υγω	z κωE	x υZB	x ZυBΔ	ΓυZ	ωεBγ	Eε υω		
		三年	Eγω γ υEZ	w	Γυγ	x Γκω	EυBκ	γ υκx	γ υκx	γ Δυκω	γ υκω	x ΓυZA	BυBΔ	ωεBκ	Eκ ωE		
		五年	Eκω z υκω	w	BυE	γ υκω	ZυBκ	z υEΓ	AυB	z κωE	ω	x Aκω	z υA	ωεE	ΔAυZ		
	w-γw	一年	Eκω x υκE	w	BυE	Δε γ	z υBΔ	x υE	x υZ	x BυA	γ υE	x γ υγΔ	BυΔ	ωεκ	EκυγΔ		
		三年	Eγω x υBγ	w	Δυκω	Δυκω	z υE	x υZB	x υZ	x γ υE	z υE	ZυZ	z υBκ	ωεκ	ΔAυB		
		五年	Eκω x υBκ	w	BυE	ΔυB	z υBκ	x υEε	γ υE	x γ υE	x υE	EυAγ	z υκ	ωεκ	Δυγκ		
	γw-Γw	一年	ΔυZB x υεZ	w	ΓκA	AυAγ	z υZ	γ υE	x υE	z κωε	x υE	ΓυAγ	γ υκω	ωεκω	ΓΔυZ		
		三年	Eκω x υκE	w	ΓυE	AυB	γ υκE	x υBB	x υκω	ZυE	z υκ	Δεκ	z υκ	ωεΔ	ΔυκZ		
		五年	Eκω x υκω	w	Γκω	z υBκ	x υZ	x υE	x υε	Eε γ	z υκ	ΓυEA	γ υE	ωεBκ	γ υκZ		
三排回归水	w-B	一年	Eκω γ υE	w	BυE	BυE	Γυκω	γ υκΔ	γ υκx	γ BυZ	x υB	x ΓυE	BυE	ωεκ	Eκ υZ		
		三年	Eκω z υκz	w	ΓυE	x Zκω	x υB	γ υZB	z υEγ	z AυE	ω	x ΔυEA	AυB	ωεE	ΔZυκ		
		五年	Eγω z υBΔ	w	BυB	γ υγB	x υBκ	z υκ	AυZ	z Zκω	ω	x EυE	AυB	ωεE	ΔZυκ		
	w-γw	一年	Eκω x υκA	w	Γκω	ΔυBκ	z υκΔ	x υE	x υBE	x υκB	γ υE	ZυE	z υEB	ωεE	ΔΓυω		
		三年	Eκω x υEγ	w	ΓυZ	ΔυB	Aυγ	x υE	x υEΔ	x BυZ	z υκΔ	x υκ	AυB	ωεκ	ΔΔκx		
		五年	Eκω x υEκ	w	ΓκE	EυZ	AυΔ	x υE	γ υE	x ΔυE	γ υκ	x υZ	z υEγ	ωεE	ΔBυκ		
	γw-Γw	一年	ΔυZB x υBγ	w	BυE	AυE	BυBγ	γ υE	x υγΔ	x BυZ	x υE	x υE	z υE	ωεκ	ΔBυE		
		三年	Eγω ωEZZ	w	ΓυBA	AυB	x υE	x υE	ωE	ZυB	Aυε	EυE	z υE	ωεγ	ΔΓυκ		
		五年	Eγω x υκA	w	ΓυE	Aυκω	γ υκA	x υZ	x υκA	ZυA	AυA	EυE	z υE	ωεB	ΔΓυκ		
黄河水加 五排回归水	w-B	一年	Eκω x υκ	w	BυZ	ZυΔ	z υεZ	x υE	x υZ	x AυZ	γ υA	x υE	AυE	ωεE			
		三年	Eγω x υκ	w	ΓυB	BυBκ	AυE	γ υB	γ υZ	x γ υZ	x υE	ΔυE	γ υE	ωεZ	ΓZυB		
		五年	Eγω γ υγ	w	BυE	x γ υκω	ΔυB	z υκΔ	z υκΔ	γ υκE	ω	x υZ	z υE	ωεκ	Δγ υκ		
	w-γw	一年	ΔυZB x υκω	w	BυE	AυZ	γ υκ	x υE	x υE	ΔυE	γ υB	BυE	γ υE	ωεE	ΔκυB		
		三年	Eκω ωEZB	w	ΓυBA	γ υE	γ υκ	x υBE	x υA	ΓυB	z υκ	Bυγ	γ υκ	ωεκ	ΓAυBB		
		五年	Eκω x υκx	w	BυE	AυE	γ υZ	x υκ	x υκ	ZυA	γ υA	Δυκ	γ υκω	ωεκ	ΔκυZ		
	γw-Γw	一年	Eκω x υκz	w	Γυε	γ υZ	z υAB	γ υE	x υE	Eυκ	γ υκ	BυE	x υZ	ωεΔ	ΓAυB		
		三年	Eκω ωEΓ	w	ΓυB	γ υBκ	x υE	x υE	x υγ	Γυκ	z υκω	Aυγ	x υE	ωεκ	Γε υκ		
		五年	Eκω ωEγ	w	BυE	γ υB	x υE	x υκ	x υε	BυA	γ υZ	AυE	x υE	ωεγ	Γκ υZ		
黄河水加 三排回归水	w-B	一年	Eκω x υE	w	BυE	x κωE	AυΔ	x υE	x υZ	x ΓυE	x υE	x υκ	Aυγ	ωεBγ	ΔΓυE		
		三年	Eκω γ υκA	w	ΓυE	x γ υκ	Δε γ	γ υκω	γ υB	x Zυκ	x υκ	x υκ	z υB	ωεκ	ΔAυZ		
		五年	Eκω γ υBκ	w	ΓυE	x γ υκ	ZυB	z υκ	z υκ	γ Aυκ	ω	x γ υE	z υε	ωεE	ΔAυZ		
	w-γw	一年	ΔυZω x υκx	w	BυE	Aυγ	γ υκω	x υE	x υE	EυE	γ υB	ΓυE	γ υE	ωεκ	ΓZυE		
		三年	Eγω x υE	w	ΓυB	Γυε	γ υB	γ υB	x υZ	Zυκ	γ υE	ΓυB	γ υκ	ωεΔ	ΓΔυZ		
		五年	Eκω x υκΔ	w	ΓυE	AυB	z υB	x υE	x υκω	x υκ	γ υE	ΔυB	z υκω	ωεκ	γ ΔυE		
	γw-Γw	一年	ΔυZB x υκ	w	BυE	z υκ	ΓυZ	z υκ	γ υBκ	x κωB	ω	BυE	x υE	ωεB	Γκ ωE		
		三年	Eκω ωEZ	w	ΓυE	γ υB	x υB	x υκω	ωE	ΓυE	AυA	BυA	γ υκ	ωεκ	ΓEκω		
		五年	Eκω ωE	w	ΓυB	γ υκ	x υκω	x υZ	ωE	ΔυE	Aυγ	ΓυE	γ υκ	ωεB	Δκ υA		

展,这与回归水 $\Omega_{i,0} \Delta B_{0\%}$ 有关^{0ZK}。

因纯灌溉回归水,较对照加重了土壤的钠、镁碱化,大面积生产中灌回归水后明显表现出土壤透水性差,灌后田不易干,干后僵硬。

z uA 利用低矿化度回归水灌溉制度及土壤管理措施

z uA 首先是控制灌溉水质

从表y算出,三排,五排参半混合水矿化度 $I x v v \partial, s \varepsilon \rho$ 为B左右, $\Omega_{i,0} I B_{0\%}, s s \phi$ 略高于 $\Gamma w\%$, 均处在安全至轻度危害范围内。大面积灌溉是将回归水引入渠道与黄河水参半(或 xvz 回归水)混合,保证灌溉水质,回归水利用无妨。

z uY 从时间上控制

春季干旱多风,土壤返盐强烈,作物苗期抗盐力又弱。黄河水较丰时可在苗期(拔节前)灌黄河水,小麦生长期灌混合水。若黄河水较紧缺时,苗期灌混合水,地面稍干后紧接灌黄河水冲洗,保证苗期正常生长。

z uC 保证根圈土壤淡化

$w-A_{0\pi 1}$ 是大多数作物根系分布的主要土层,保证这一层土壤盐碱淡化是灌溉上应高度重视的问题。表z表明虽灌混合水,使土壤 $w-y_{w\pi 1}$ 含盐量及其组成较灌前明显降低,但 $w-y_{w\pi 1}, y_{w-\Gamma w\pi 1}$ 土层全盐量、 $\rho s \Pi, s \varepsilon \rho, s P \rho, s s \phi$ 仍明显高于对照,大田生产中也显示对粮食产量负效应,采用黄河水与混合水轮灌效果良好, $w-\Gamma w\pi 1$ 土层无盐碱化发展。对灌溉z年回归水的土柱用

$\Sigma \tau \alpha \pi s \quad \beta \tau \quad X^{\circ} \lambda \omega \xi s \lambda^2 \quad 1 \lambda \phi \partial \beta_1 \quad P \alpha \nu \sigma \sigma \beta \tau \quad (\lambda^2 \sigma^{\circ} \xi \omega \xi \xi s \lambda^2 \quad \rho \theta s \theta \beta \beta \quad \delta \xi s \sigma \quad \beta \beta \quad s s \lambda \quad s \xi \omega \xi \lambda \xi s \lambda^2 \quad \lambda^2 \quad \partial \lambda^2 v_2 \lambda^2 \quad \Pi \phi \lambda^2 \xi \quad u \quad \epsilon \xi \quad \xi^{\circ} \beta \beta \beta \lambda \quad \sigma \quad \xi^{\circ} \quad u \quad o \lambda^2 \tau \lambda^2 \theta s \beta \tau \quad s s \lambda \quad \xi^{\circ} \rho \quad T \sigma s \lambda \lambda \theta \sigma \quad s \quad \partial \lambda^2 v_2 \lambda^2 \quad \Xi \rho \xi \rho \sigma \quad 1 \beta \quad \beta \tau \quad \Xi u \theta \tau \theta \theta s \theta \beta \xi^{\circ} \quad s \pi \theta \tau \pi \sigma \quad \zeta \lambda^2 \pi \phi \xi^{\circ} \quad s \quad \Delta B \alpha \alpha \nu \rho s \quad \Xi u \theta \beta \sigma \tau \theta \lambda^2 \beta \beta \quad 1 \sigma \tau \xi^{\circ} \quad \phi \theta s \theta s \theta \pi \theta \lambda^2 \quad s x Z Z E s x \Delta \rho \Gamma \rho H \beta A x - y A A$

$\Xi \theta \tau \theta \beta \xi \pi s \quad H \beta \beta \rho \sigma \quad s \phi \sigma \nu \beta \beta \rho \rho \xi \lambda^2 \xi \nu s \pi \beta \beta \rho \lambda^2 \quad s \quad 1 \phi \sigma \tau \quad \rho \nu u \sigma \sigma \beta \tau \quad 1 \lambda^2 \sigma^{\circ} \xi \omega \xi \xi s \lambda^2 \quad \lambda^2 \quad s \phi \sigma \quad \theta s \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \sigma \quad 1 \xi^{\circ} \quad \theta \sigma \tau \quad s \quad \theta \xi \tau \quad 7 \lambda^2 \quad \tau \xi \omega \xi \sigma \tau \quad s \lambda^2 \omega \xi \lambda^2 \quad 1 \lambda \phi \theta \sigma \phi \quad \theta s \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \sigma \quad \pi \xi \beta \quad 1 \xi \omega \sigma \quad 7 \lambda^2 \quad \rho \sigma \tau \xi \omega \xi \lambda^2 \rho \sigma \quad \sigma \lambda \rho \sigma \tau \theta s \quad u s s \lambda \quad \tau \xi \omega \xi \sigma \tau \quad \lambda^2 \pi \theta \sigma \tau \quad \rho \nu \xi \rho \xi \rho \xi \theta s \quad \xi s \beta \beta \nu \quad 1 \lambda \phi \theta \lambda^2 \omega \xi s \lambda^2 \quad \theta s \quad \theta \sigma \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \theta \quad u s s \phi \quad 1 \xi^{\circ} \quad 1 \beta \theta \sigma \theta \xi \tau \quad \Gamma w \lambda^2 \quad \Omega_{i,0} \quad 1 \xi^{\circ} \quad 1 \beta \theta \sigma \theta \xi \tau \quad B w \lambda^2 \xi \beta \rho \quad s \quad \Xi \rho \quad 1 \xi^{\circ} \quad 1 \beta \theta \sigma \theta \xi \tau \quad B \lambda^2 \quad \theta \sigma \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \sigma \quad u s \xi \omega \xi \sigma \tau \quad s s s \phi \quad s s \quad \Xi \rho \quad \xi \beta \rho \quad \Pi P \rho \quad \lambda^2 \quad \theta \sigma \tau \lambda^2 \quad \phi \xi^{\circ} \sigma \quad 2 \theta s \lambda \rho \xi \sigma \theta \sigma \quad 1 \beta \tau \lambda^2 \sigma \quad \pi \theta \beta \theta \sigma \xi \lambda^2 \quad \beta \beta \quad 1 \phi \theta \phi \lambda^2 \quad \theta \sigma \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \sigma \quad u a \phi \lambda^2 \quad \tau \xi \pi \lambda \quad \rho \theta \tau \xi \sigma \rho \quad \theta \xi \xi^{\circ} \quad \sigma \sigma \tau \quad \tau \theta \sigma \phi \quad 1 \xi s \sigma \quad 1 \xi^{\circ} \quad \xi \tau \beta \quad 7 \xi \theta s \quad 7 \beta \theta \theta \sigma \tau \quad \lambda^2 \quad \theta \sigma \tau \lambda^2 \quad u \quad \Xi \rho \tau \lambda^2 \nu \quad \xi \lambda^2 \beta \beta \theta \theta \theta \theta \lambda^2 \omega \xi \lambda^2 \quad 7 \lambda^2 \theta \sigma \tau \quad \xi \beta \rho \quad 7 \lambda^2 \quad 1 \xi \beta \xi \nu \sigma \tau \quad s \theta s \quad \theta \theta \theta \theta \theta \theta \tau \quad 1 \xi s \sigma \quad 1 \lambda \phi \theta \beta \quad 1 \rho \nu u \sigma \sigma \beta \tau \quad 1 \lambda^2 \sigma^{\circ} \xi \omega \xi \xi s \lambda^2 \quad \pi \xi \beta \quad \theta \sigma \quad \theta \sigma \tau \rho \nu \quad \Omega s \quad 1 \beta \theta \rho \tau \quad H \phi \sigma \theta \theta \beta \beta \quad 1 \xi s \sigma \quad 1 \lambda \phi \theta \beta \quad 1 \rho \nu u \sigma \sigma \beta \tau \quad 1 \lambda^2 \sigma^{\circ} \xi \omega \xi \xi s \lambda^2 \quad s \quad \lambda^2 \omega \xi \lambda^2 \quad 2 \quad s \quad 7 \lambda^2 \quad \tau \xi \omega \xi \lambda^2 \quad \xi s \lambda^2$

黄河水冲洗x次,土壤含盐量较对照仅高 $w_{i\omega} - w_{i\omega} z \nu v \omega \omega$ 土。保证了 $w-\Gamma w\pi 1$ 土层淡化。

z uA 灌好冬水,及时中耕防春返盐

冬灌水是翌年作物春季水源,冬季以灌黄河水为佳,保证浅层地下水淡化,减少春季返盐强度。从表z看出 $w-B\pi 1$ 各盐分指标均明显高。因此春季作物灌头水前应早春耕,灌水后及时中耕破板结减轻返盐碱。

参 考 文 献

- x 俞仁培 u 土壤碱化及其防治 u 北京H农业出版社 s xZEAIEZ-xBw
- y 万洪富 u 灌溉水的碱害指标及其与土壤碱化的关系 u 土壤学进展 xZZA@Ez\r
- z $\phi \phi \xi \rho \sigma \tau$ ΨP u 尹美俄译 u 利用排放的水进行灌溉 u 灌溉与排水 xZZy@
- A $\partial u \Xi$ 理查兹 u 厉兵译 u 盐碱土的鉴别和改良 u 北京H科学出版社 xZTBHxZ-xzE
- B $O u \Xi$ 柯夫达 u 席承藩译 u 盐渍土的发生和演变 u 北京H科学出版社, xZBIAx-AB
- Γ 联合国粮农组织 u 农用水质文集 u 北京H中国农业出版社 xZEEH Z
- Δ $T O B \lambda E A - Z y$ 中华人民共和国农田灌溉水质标准
- E 王 杰 u 银川灌区灌溉回归水质量评价 u 农业环境保护 xZZA@E\r \rho Ap
- Z 罗家雄 u 新疆垦区盐碱改良 u 北京H水利电力出版社, xZEBHZw-xZy

作者简介

马云瑞,男,xZTT年毕业于西北农业大学土化系,研究员。曾从事城市垃圾无害化处理、微量元素在农业中的应用、农村能源建设、中低产田改良及甜菜制糖工业污水对土壤的影响等研究,曾获全国科学大会奖,自治区科技进步二、三等奖。