

高塩分濃度土壌の除塩対策

熊本県農林水産部生産局農業技術課農業技術支援室 参事 深田正博

今回、特に海水の冠水時間が長く被害が大きい場合における次作への対応の視点から、高塩分濃度土壌に対する対策を取りまとめたので参考としてください。

1 高塩分濃度土壌における除塩対策

特に高濃度塩分土壌においては、次作に備えて基本的な対策を講じる必要がある。

(1) 高濃度塩分土壌の目安

イチゴ・水稻の場合 : EC 0.7 mS/cm 以上 (Cl 濃度 100 mg/100g 土以上)

野菜・果樹・花きの場合 : EC 0.5 mS/cm 以上 (Cl 濃度 50 mg/100g 土以上)

* Cl 濃度 = NaCl 濃度 × 0.6

基本的にこの数値以下に安定的に下げる必要がある。

表 1

各作物の栽培限界値		
作物名	EC(mS/cm)	土壌中Cl(mg/100g)
イチゴ	0.3	30
メロン	0.4	40
インゲン	0.6	50
ニンジン	0.6	50
レタス	0.6	50
タマネギ	0.8	60
ソラマメ	0.8	60
パレイショ	0.8	60
エンドウ	0.8	60
ハクサイ	0.8	60
ホウレンソウ	1.0	70
キャベツ	1.0	70
トマト	1.0	70
ブロッコリー	1.0	70
ダイコン	1.0	70
ネギ	1.0	70
水稻	1.5	100

(2) 具体的除塩対策 (次作に備えた土壌改良 : 各作物共通事項)

①除塩用のきれいな水を確保する。EC 0.3mS/cm 以下の水が 10 a 当たり 100 t 必要。

②排水性、特に水の縦浸透性を確保する。このために地表面排水路の整備、地下水の高い地域では暗渠の埋設、心土破砕 (弾丸暗渠、サブソイラー、エアーインジェクター等) の施工が望まれる。

併せて、排水路の整備を行い水路の水位を下げて排水をスムーズに行わせる。

③土壌が海水の影響で粘土化し、排水の悪化している圃場では、土壌物理性改善のために 150

～ 200kg/10a の石灰質資材を土壤に散布、耕起して土壤と混和する（砂地や排水良好田では水の縦浸透性は高いと考えられるため施用しない方がよい）。

石灰質資材としては、pH 6 以上の弱酸性～アルカリ性土壤には硫酸カルシウム（石膏）を用いる。

施設ハウス土壤で石膏を用いると副成分の硫酸根の影響が考えられるので、暗渠を主体にした排水除塩を主体にした対策を講じる。

- ④粘土地では土壤内部の孔隙が微細なため、湿潤土の状態では除塩効果が劣る場合があり、耕起後の土塊は乾燥させたほうが除塩効果が高くなる。
- ⑤耕起（乾燥）後、土の表面が隠れるまで湛水。自然減水により落水する。合計の減水深として 100mm（10a 当たり 100t）を目標とする。

この際、水の縦浸透を重視して代掻きを行わない方が除塩効果は高い。また、暗渠のある圃場では弾丸暗渠との組合せや強制排水等により暗渠機能を有効に活用する。

- ⑥以上の処理後、EC、pH、Cl 濃度の変化を「層ごと」に再確認。必要に応じて湛水除塩を繰り返す。
- ⑦除塩処理後、必要なら酸度矯正を実施。（次作の作付け前に実施しても良い。）
- ⑧次作の作付けまでの期間を考慮して除塩作物の栽培を行う。

（例：年内刈りの場合、大麦、エン麦等、来年春刈りの場合、イタリアン等）

作物根の伸長による物理性・排水性改良にも効果がある。収穫物は必ず圃場外へ搬出する。

- ⑨塩害により土壤団粒構造が不安定になっているので団粒化促進、有効微生物補給の意味から積極的な堆肥の施用を図る。
- ⑩除塩により、硝酸態窒素などの肥料分が流亡していることが予想される。作付け前の残肥確認を pH、EC のみで判断すると、Cl の再上昇と硝酸態窒素を誤解することに繋がるので、塩素の除去を再確認し、硝酸の残存を推し量る必要がある。
- ⑪ハウスでは土壤の下部に移行した塩が、天井フィルムを被覆以降、毛細管現象で表層に移行し影響することが多い。

フィルムマルチを行うと表層への塩類蓄積が進み、養水分の吸収を行う「上根」を傷めやすい。元肥を少なめに管理し、追肥で補う体系とし、灌水は多めの管理とする。

- ⑫ 1 作の終了後に塩分が高い場合は、再度、上記処理を行う。

【へドロ流入の場合】

化学組成、堆積量を考慮し排土、または作土と混合する。

【冠水後の代かきについて】

1 層（作土）の除塩効果は高いが 2 層への効果は低い。ただし日減水深の大きい圃場や排水良好田では 2 層へも効果がある。

表 2

排水を高める有効な機材				
手法	簡易暗渠	簡易粗耕起	表面余剰水排水	透水、排水性改善
具体名(例)	モミサブロー (疎水材充填)	スタブルカルチ	溝掘機	サブソイラー、 プラソイラー
しくみ	籾殻を充填し、本暗渠につなぐ水みちを作る	残渣物を土壌と混和	一時的に大量の余剰水を排水	耕盤、不透水層を破壊し、縦浸透性を改善
特徴	長期にわたり透排水性が向上する	腐植化、乾燥の促進	乾燥促進	透水性改善、根域拡大、乾燥促進
間隔	5~7mに1本	全面処理	10mに1本	70cm~120cmで全面処理

表 3

Na除去の考え方		
対象土壌	pH6以上 弱酸性~アルカリ性	pH6未満、 硫酸根の影響が懸念される場合
手法	硫酸カルシウム施用→湛水除塩	排水対策→湛水除塩を中心とする
備考	硫酸カルシウムは土壌pHに対する影響が少ない 炭カルは水溶性が低いので効果低い 塩カル、硝カルの効果は高い	

2 高濃度塩分土壌における除塩対策の考え方

(1) 塩分 (NaCl) 被害の発生機構

① 塩分含有水の高浸透圧による「しおれ」(脱水症状)

作物体内よりも根外部の水浸透圧が高くなるため、作物が脱水状態に陥る。発生初期は「しおれ」の症状を呈し、次項の生理機能の低下との相乗作用により枯死に至る場合がある。

② 作物の生理機能の低下による生育障害

吸収された NaCl により作物体内の代謝・同化機能が阻害される。障害発生の初期には下位葉の葉縁部に枯死が見られ、進展すると全体が枯死する。

③ 土壌物理性の悪化による根腐れ

土壌が海水に浸かった場合に、NaCl 中のナトリウムが土壌に吸着され土壌粒子が分散して粘土化する現象が起きる。この場合、土壌表面が皮膜状になり水・空気の浸透性が悪化して還元状態となり、根の活性が低下する。

(2) 除塩の考え方

① 除塩は、水で洗い流すか除塩作物によって吸収させる方法しかないが、高塩濃度の場合、除塩作物は補助的手段として考え、水洗を基本として対策を講じる。

また、塩分を水で流す場合、圃場の排水性（縦浸透）が大きい方が除塩の効果が大きいであるが、粘土地帯で、Naによって排水性が悪化している場合は土壌の物理性改善も考える必要がある。

特に、高塩濃度の場合、塩分（NaCl）をナトリウム（Na）と塩素（Cl）の2つの物質に分けて対策を立てる必要がある。

②塩素は（陰イオンのため）、水によって流れやすく、佐賀県のデータでは1日 50mmの灌水（水道水）によって、1日で約 30mg/100gのClを洗い流すことができ、100mmの灌水で85%、200mmで95%の塩素が除去できたとしている。

排水性が良い圃場で耕起した土壌に、きれいな水 100mm程度掛け流せば、ほとんどの作物で塩素の害は回避できると考えられる。

ただ、排水が良い圃場において全面積に水を十分に「湛水・透水」させるには、前述の目安量よりもかなり多くの水量確保が必要となる。

さらに、作土が深い場合や、排水が悪い場合は十分にClを排出することができず、下層に残り、夏期やハウス天井フィルム展張後など土壌が乾燥した場合に、土壌表層にしみ上がることで作物への障害が再び起こる可能性がある。

これらのことから、十二分量の水確保と排水対策が重要なポイントとなる。

表 4

真水による除塩効果(佐賀県農業研究センター成績から引用)							
灌水量 mm	層位 cm	pH (H ₂ O)	EC mS/cm	Na %	Cl		NaCl %
					%	mg	
除塩前	0~10	5.9	2.33	0.11	0.09	90	0.2
50		6.1	1.56	0.09	0.06	60	0.15
100		6.4	0.98	0.07	0.03	30	0.11
150		6.7	0.68	0.07	0.02	20	0.09
200		6.6	0.53	0.06	0.01	10	0.07

③ナトリウムは、土壌に吸着し除去には長期間（降雨量で700mm）を要する。

早急に塩素を洗浄するためには「ナトリウム粘土化」した土壌を改善し透水性を高める必要がある。このため、石灰質資材によってNaとCaを交換吸着させる方法が採られる。

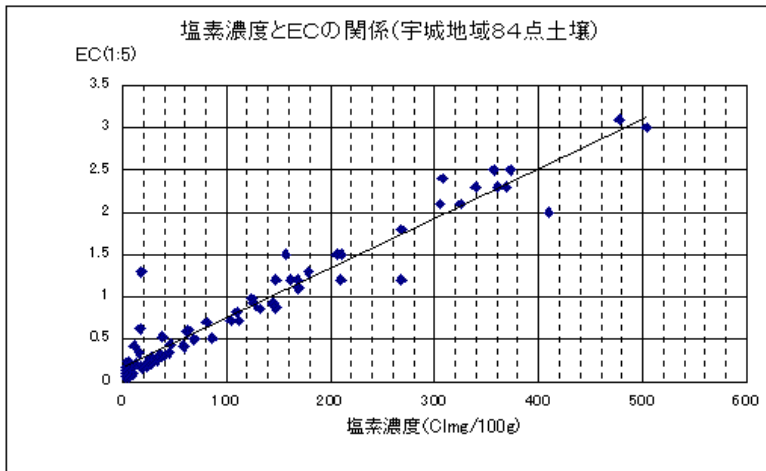
土壌pHに応じた石灰質資材を150～200kg/10a散布、耕起して土壌と混和する。

3 参考資料

なお、「塩素濃度とECの関係（宇城地域84点土壌）」「土壌中塩化ナトリウム含量と作物の生育（愛媛県土づくり資料より）」「野菜等の土壌および用水中の限界塩素濃度目安（佐賀県専門技術員室資料一部換算）」を付け加えるので、ご参考頂きたい。

最後に、このたびの震災によりお亡くなりになった方々のご冥福をお祈りするとともに、被災地域の日も早い復興を心よりお祈りいたします。

図 1



(平成 11 年 9 月 27 日採土) $[C] \text{ mg}/100\text{g} = 170 \times [E C] - 30$ 相関係数 = 0.9608

表 5

表 8-9 土壌中塩化ナトリウム含量と作物生育(愛媛県土づくり資料より)

作物	塩害の危険性が少ない	塩害が発生
	NaCl(mg/100g)	NaCl(mg/100g)
水稻 移植期	<200	300<
〃 その他の時期	<200	500<
ダイコン、ホウレンソウ、カネーショウ	<100	300<
キュウリ、トマト、レタス、キウ	<50	200<
イチゴ、ミョウガ、ユリ	<25	50<

注) NaCl を Cl に換算するには 0.6066 倍、Na に換算するには 0.3934 倍する。

表6 野菜等の土壌及び用水中の限界塩素濃度目安（佐賀専門技術員室資料一部換算）

分類	作物名	土壌中 塩素 mg/100 g	用水中 塩素 ppm
弱	メロン イチゴ インゲン ニンジン、レタス	40～50mg を目安	200ppm 以内を目安 210ppm 以内 EC0.6～0.7ms 以内を目安
中	タマネギ トウガラシ サツマイモ ソラマメ バレイショ ショウガ ゴボウ エンドウ ナス アオジソ	タマネギ 100mg 健全 50～60mg を目安 品質 50～60mg 収量 70～80mg 安全	250ppm 以内を目安 270ppm 以内 EC0.8 0.9ms 以内を目安 300ppm 以内 170ppm で障害
強	ハウレンソウ キャベツ スイカ カボチャ サトイモ トウモロコシ トマト ブロッコリー アスパラガス ダイコン ネギ ハクサイ	60～70mg を目安 60～72mg 60mg～70mg 以下	300ppm 以内を目安 300ppm 以内 EC1.0～1.1ms 以内を目安 トマト 133ppm 健全 210ppm 程度 700ppm 程度 700ppm 程度
極強	ササゲ ダイズ アズキ ラッキョウ	80～90mg を目安	350ppm 以内を目安 360ppm 以内 EC1.2～1.3ms/以内を目安

NaCl × 0.6 = Cl で換算