

農耕地土壌の 除塩等対策マニュアル

高知県農業振興部環境農業推進課
平成31年3月（改定）

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災では、巨大津波のため岩手県から千葉県の海岸部の約 23,600ha の農地が冠水や土砂等の堆積などの甚大な被害を受けました。本県でも南海トラフ地震による津波の被害が想定されており、被災農地の復旧対策が求められます。

そのため、津波や台風、高潮による被害からの復旧と営農再開を目的として、平成 26 年 3 月に指導機関を対象とした農耕地土壌の除塩等対策マニュアルを作成しました。その後、東日本大震災による被災地での復旧対策が実施され、8 年が経過し、多くの対策試験データが公表されています。そこで新たな情報を追加し、より実態に近い被害を想定し、それに対応した内容に改訂しました。

本マニュアルが想定される被災農地の早期復興の一助になれば幸いです。

なお、改訂にあたり資料提供及び、助言、指導をいただいた東京農業大学名誉教授後藤逸男氏に、厚くお礼申し上げます。

高知県農業振興部環境農業推進課

目次

1	除塩対策の進め方	3
1)	除塩対策方針の決定	
2)	除塩の基本	
2	除塩対策方針決定の手順	3～4
1)	ガレキが大量に流入した場合	
2)	重油が流入した場合	
3)	「海水のみ」または「海水＋土砂等堆積物」の場合	
4)	分析結果等調査に基づく除塩作業方針の決定	
3	除塩対策が必要なほ場の土壌状態把握の手順	4～8
1)	土壌の採取方法	
2)	土壌分析方法	
4	具体的な除塩方法	9～15
	除塩対策の流れ	
1)	除塩作業	
2)	石灰資材施用	
3)	緑肥作物栽培	
4)	除塩事例	
5	灌水、排水施設を利用したほ場ごとの除塩対策	15～18
6	参考資料等	19～21
1)	土壌調査用用具等	
2)	塩分被害の発生機構	
3)	暗渠排水による除塩効果の上昇	
4)	除塩対策に関する資料等	
5)	南海トラフ巨大地震による震度分布・津波浸水予測・	

農耕地土壌の除塩等対策マニュアル

1 除塩対策の進め方

1) 除塩対策方針の決定

津波の被害を受けたほ場では海水以外にも砂や泥土、ガレキ等が流入している。①まず、ガレキが有る場合はガレキのみ除去する。ただし、土砂に細かなガレキが混入しており、ガレキのみを取り除くことができない場合は土砂ごと除去する。②土砂が堆積した農地の土壌診断を実施。③診断結果に基づく対策を樹立。④決定した方針に従い、除塩作業を進める。

2) 除塩の基本（流れ）

①津波土砂は除去せず、混層を基本とする。②混層後雨水による除塩を行う。③その後石灰資材を活用し、除塩（交換性ナトリウム除去）する。④土壌の塩類濃度をECで確認した後、緑肥作物を植え付け、除塩ムラの確認と地力回復を図る。

2 除塩対策方針決定の手順

1) ガレキが大量に流入した場合

ガレキを撤去する。土砂等の堆積物は除去しない（例外は別途記す）。撤去後は3）に準じ対策を進める。



写真1：2011年（平成23年）5月
福島県相馬市（後藤逸男ら，2014）



写真2：2011年（平成23年）9月：地表面
のガレキ撤去後

2) 重油が流入した場合

水の地下浸透を待ち、重油を土壌表面に残留させた後、空気にさらし酸化分解を待ちます。※浸水中に重油吸着マットの使用が可能な場合は、マットを用いてできるだけ吸着・除去する。過湿になると分解が遅れることから、乾田化に努めます。分解速度は、条件によって異なりますが、およそ1ヶ月で50%、3ヶ月で70～80%とされています。分解後は、3）に準じ、対策を進めます。

3) 「海水のみ」または「海水＋土砂等堆積物」の場合

土砂の混層を基本とすることから、塩類濃度や交換性塩基、CECといった通常の分析項目に加え、カドミウム・ヒ素などの有害元素含有量を測定する。土壌分析は「3. 除塩対策が必要な圃場の土壌状態把握の手順」による。

4) 分析結果等調査に基づく除塩作業方針の決定

①土砂等の堆積物を混層し、除塩作業を実施する場合

重金属やカドニウム、ヒ素など有害元素が基準値を超え無いことが確認された圃場では、堆積物を混層し除塩作業を進める。

※堆積物除去費用（運搬、処理場所の確保など）を削減できるとともに、重機ではなく通常のトラクターを用いるため、生産者自身での作業が可能となる。

②土砂等の堆積物を除去する場合

住宅地に近い圃場では、破損したガラスや瓦破片などの混入が想定される。

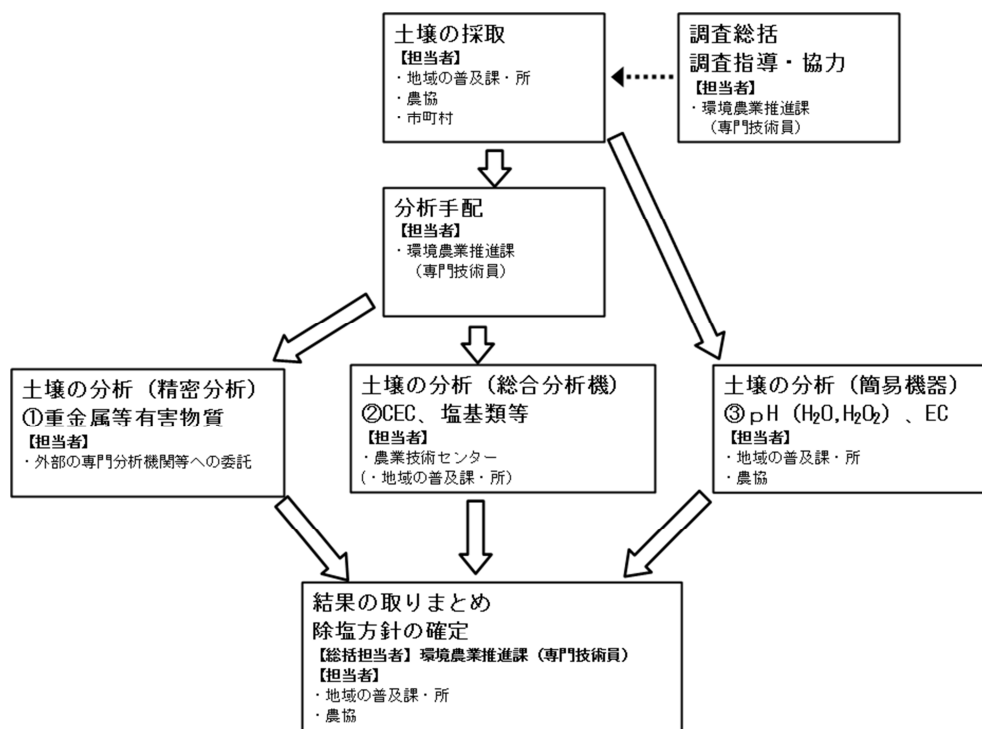
また、有害物質を取り扱っている工場等の周辺圃場では工場から流れ出た有害物質が土砂に含まれる危険性が高まる。そのため、次項3. の手順に従い有害物質の有無について確認する。
例外1) 住宅地に近く、ガラス等の細かな欠片が土砂内に存在し、土砂等堆積物との分別が不可能な場合。

例外2) 土壌分析の結果、重金属、ヒ素などの有害物質が、含まれている事が確認された場合。
除去可否判断は、各成分含有率の国内農耕地土壌の中央値または堆積物下層土壌の値と比較し行う。

3 除塩対策が必要なほ場の土壌状態把握の手順

除塩対策前に実施する土壌調査や対策実施後の確認のための調査は、関係機関の役割分担を明確にして、迅速に行う必要がある（下記体制図（案）参照）。

調査で得られた情報やデータは、除塩対象地域の特定や除塩方法の選定、進捗管理に活用するため、ほ場情報と合わせて記録し、関係機関で情報を共有できるようにしておく。



1) 土壌の採取方法

- 堆積した泥土・土砂（以下「堆積層」と表記）中に含まれる硫化物等の混入状態や堆積物の量、また堆積層、作土層、下層（写真3）の塩分濃度等を把握するため、土壌等は「層ごと」に採取測定する（図1）。
- 1ほ場2～3カ所から、各層ごとに土壌を採取、なるべく同量を混合し土壌サンプルとする。
- 堆積層は場所、時期により水分状態や厚さが異なるため、作土層と一緒に採取後、切り分ける等採取しやすい方法で行う（図2）。
- 調査対象ほ場を特定し、ほ場の状態や除塩効果を評価できるよう、地図やGPSの緯度経度情報を利用してほ場位置を記録し、併せて土壌採取箇所、ほ場周辺の写真を撮影してJ A、市町村、土地改良区等の関係機関および庁内関係部課と情報を共有する。
- 調査地点および点数は、津波被害を受けた農地を対象に10～30haに1カ所程度を目安とするが、地域の状況に応じて調査点数は調整する。^{注)}
- 立ち入りが制限されている地域では採取しない。
- 調査時点でほ場全面が冠水している場合は、冠水の深さを記録し、土壌の採取はしない。
※土壌が乾燥後実施する。
- ほ場の一部が冠水している場合は、冠水割合と深さを達観で記録し、冠水していない所から土壌を採取する。

注) 宮城県では、津波被害を受けた農地を1kmメッシュで区切り、メッシュ内で3～4箇所選定し調査地点とした。

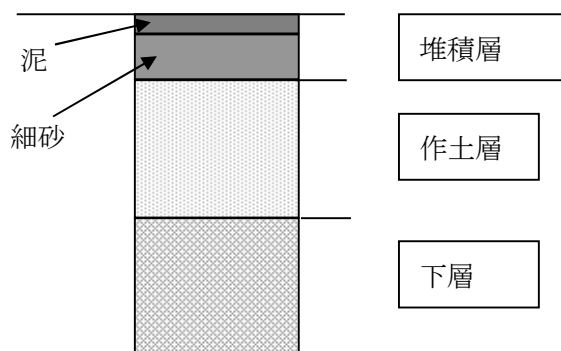


図1 採取する土層のイメージ
(岩手県営農技術等対策マニュアルを改変)

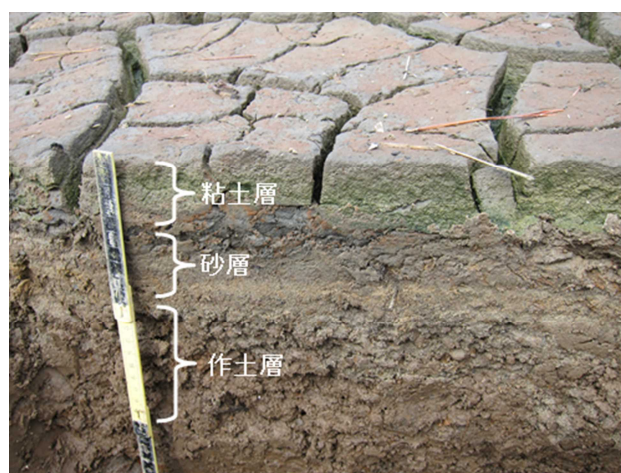
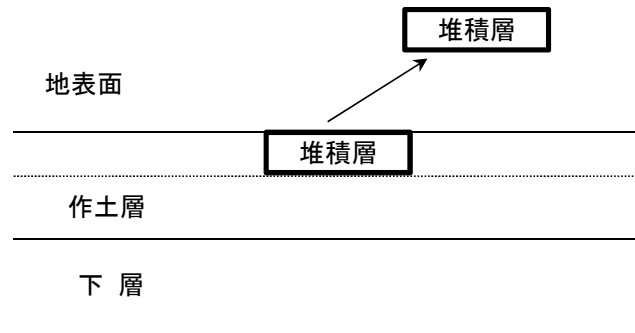
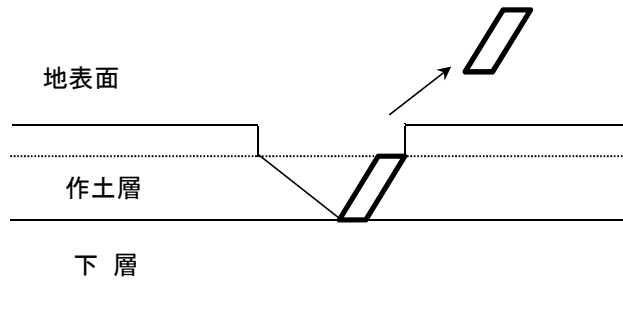


写真3 : 2011年（平成23年）9月
福島県相馬市（後藤逸男ら、2014）

堆積層がはがせる程度乾燥している圃場の場合
 1) 堆積層をはがし、堆積層用土壌とする。



2) 堆積層をはがした後、作土層土壌、下層土壌とする。



2)' 堆積層と作土層と一緒に採取し、切り分ける。

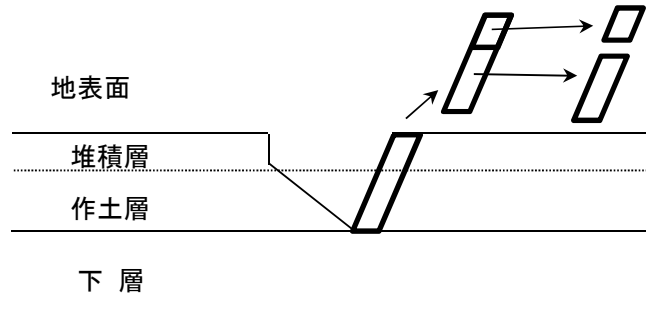


図 2 土壌および堆積物の採取要領の例

(宮城県農産園芸環境課東北地方太平洋沖地震(3月11日)
 に伴う園芸作物の技術対策(第2報) より)

2) 土壌分析方法 (分析担当：普及課・所、農協)

(1) EC、pH (H₂O) の測定

- ECは、土壌 (乾土) : 水=1 : 5 で測定する。

風乾土 20g に脱イオン水または蒸留水 100mL を加え、1 時間振とう後測定する。

- 新鮮土を使用する場合、土壌 40g に対し、脱イオン水または蒸留水 140mL を加え、1 時間振とう後、測定する。

(注：本法では土壌水分率を 25% と仮定しているため、若干の誤差が出る。なお、土壌水分を考慮し、乾土相当量を量りとり、測定する方法も可。)

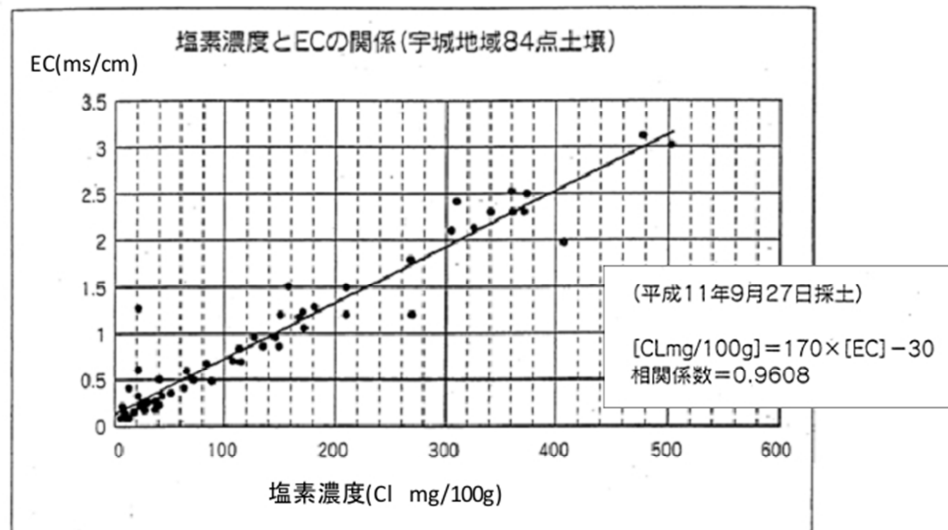
- 現場等で測定を急ぐ場合、ポリビン等に所定量を量りとり、2 分間振とう後、測定する。
- 併せて本試料により pH も測定しておく。

(2) EC による土壌中塩素濃度の推定

塩素濃度と EC の関係を回帰式で整理することにより、一定の区域ごとに EC から簡易に塩素濃度を把握することができる。本県土壌における EC と土壌中塩素濃度の推定式は無いが、塩素は土壌に吸着しないため、他県の計算式は、本県土壌にも適応可能と推察されるため、下記計算式を用いて推定する。

$$\textcircled{1} \text{Cl} \text{ (mg/100g)} = 170 \times \text{EC (mS/cm)} - 30$$

(「平成 11 年台風 18 号による塩害被害の対策に関する資料」(熊本県) より)



※「平成11年台風18号による塩害被害の対策に関する資料」(熊本県)より

$$\textcircled{2} \text{Cl} \text{ (mg/100g)} = 166 \times \text{EC (mS/cm)}$$

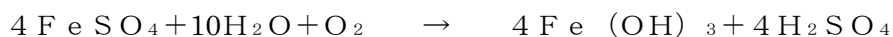
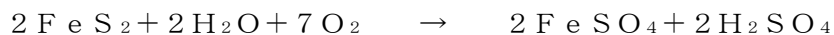
(「農地への海水の流入が農作物に及ぼす影響とその対策」平成 16 年香川県農業経営課より)

(3) pH (H₂O₂) : パイライト (FeS₂) の測定

(県分析測定診断テキスト 分析の手引き)

パイライト (FeS₂) を含む土壌が基盤整備などによって作土に混入すると、水や空中の酸素と反応して硫酸が生成される。このため、土壌 pH が低下し、水稻などで生育不良や収量低下を招く場合がある。

反応式：



(ア) 器具および装置

①上皿天秤 ②100mL ビーカー ③10mL コマゴメピペット ④湯せん (ウォーターバス) ⑤pHメーター ⑥ロート ⑦ろ紙(NO.2) ⑧時計皿

(イ) 試薬

a : 過酸化水素水 (H₂O₂、30%) b : 塩化バリウム (BaCl₂)

①5%塩化バリウム液：塩化バリウム 5g を水に溶解して 100mL とする。

(ウ) 操作

①土 1g を 100mL ビーカーにとる。

②コマゴメピペットで過酸化水素水 10mL を加え、時計皿でふたをして湯せん上で加温する。

③白煙を生ずる激しい反応終了後、湯せんからおろして放冷する。

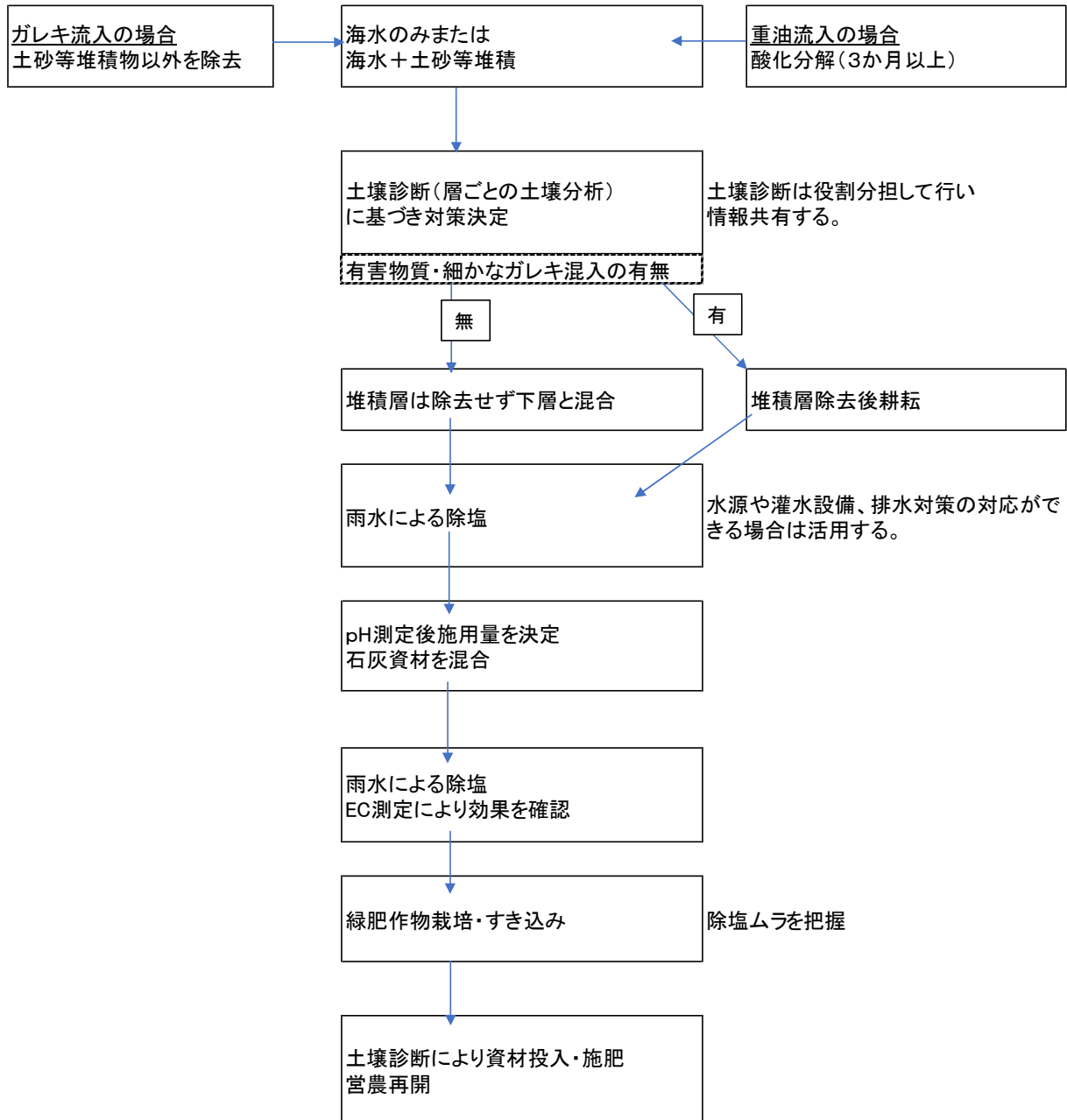
④冷却後、コマゴメピペットで水 10mL を加え、pHメーターで測定する。測定値は小数第一位まで表示する。

⑤ろ過後、ろ液に 5%塩化バリウム液を加えて、硫酸バリウム (注1) の白色沈殿を確認する。

注1) 過酸化水素を加えると、土壌中に硫酸がなくてもシュウ酸などが生成して pH が低下することがあるため、pHの測定だけで硫酸の有無を判断することはできない。

4 具体的な除塩対策

除塩対策の流れは下図のとおりである。



1) 除塩方法

津波土砂を下層と混層、または分析等により問題があれば除去し、耕耘した後、降雨に当て、雨水による除塩を行う。この場合暗渠や、排水路が整えば、さらに効果が高まる。

設備や用水が整えば5の方法による除塩を行うこともできる。

2) 石灰資材施用

交換性ナトリウムを除去し、除塩効果を高めるため、石灰資材を施用するが、塩類濃度が高い状態では、効果が不十分となる。雨等による除塩を行い、作土のEC低下を確認した後、石灰資材を施用、混和する。石灰資材の選択にあたっては、津波土砂を混層したか、パイライト混入のリスクがあるかどうかなどを考慮し、判断する（表1）。施用量については資材や土壌により酸性矯正効果には差があるため、施用前に対象土壌を用い、使用資材で緩衝曲線を作成し、確認することが望ましい。

なお、津波浸水区域土壌での炭酸カルシウムでの緩衝曲線調査事例は図3のとおりである。

石灰資材施用後にさらに除塩を行う。

作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する。

3) 緑肥作物栽培

目標のECまで除塩が進んだあと（表2参照）、土作りも兼ねて緑肥作物を栽培する（表3参照）。緑肥作物の生育状況で除塩効果やムラが把握できる。

緑肥すき込み後、土壌診断を行い、営農を再開する。

表1 石灰資材選択の仕方

資材名		硫酸カルシウム (石こう)	炭酸石灰 または苦土石灰	転炉スラグ (主成分 ケイ酸カルシウム)
対象とする土壌	津波土砂の処理	除去の場合のみ	混層または除去	
	パイライト混入リスク	低	あり	
資材の特性		土壌pHに対する影響が少ないので、中性～アルカリ性の土壌に施用する。 水溶性石灰資材のため、交換性ナトリウム除去効果は高いが、流出しやすい。	交換性マグネシウムを大量に含む津波土砂を混層する場合は、炭酸石灰で可。	酸性改良持続効果に優れるが、効果は緩効的で、施用量がかさむ。 鉄、マンガンなどの微量元素を含み、pHが7.5以上でも微量元素欠乏をおこしにくい。ケイ酸や鉄を含むため、水田被災農地に適する。

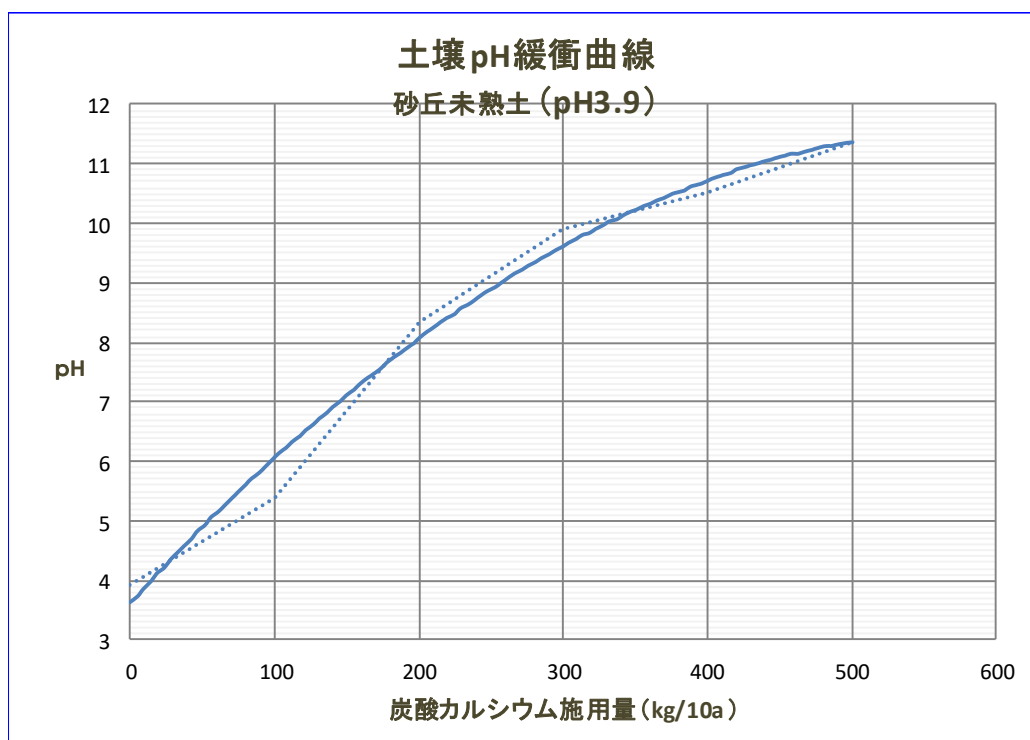
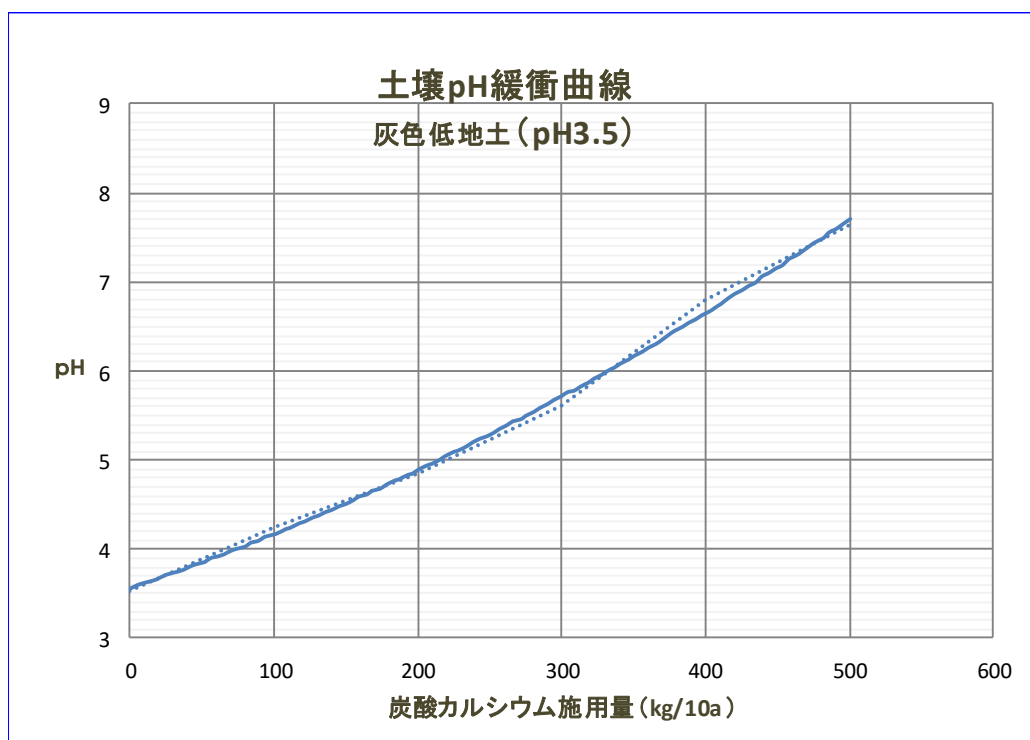


図 3 県内浸水想定区域土壌での中和石灰量調査事例(平成 30 年度)

表 2 海水に冠水したほ地における土壌中の塩素含量および
用水中の塩素含量と作物被害との関係について

分類	作物名	土壌中Cl mg/100g	用水中Cl ppm
弱	メロン	40～50mgを目安	200ppm以内を目安
	イチゴ・インゲン・ニンジン	40～50mgを目安	210ppm以内を目安
	レタス	104、160mg不可	210ppm以内を目安
中	タマネギ	100mgでも健全	250ppm以内を目安
	トウガラシ・さつまいも・ソラマメ・ バレイショ・ショウガ・ゴボウ・ エンドウ	50～60mgを目安	250ppm以内を目安
	ナス	品質では50～60mgを目安	300ppm以内
	アオジソ	50mg以下を目安	170ppmで障害
強	ホウレンソウ	100mgを目安	300ppm以内を目安
	キャベツ	120mgを目安	300ppm以内を目安
	スイカ・カボチャ・サトイモ・ トウモロコシ	60～70mgを目安	300ppm以内を目安
	トマト	70～100mg以下を目安	300ppm以内を目安
	ブロッコリー	90mg以下を目安	210ppm程度
	アスパラガス	90mg以下を目安	300ppm程度
	ダイコン	150mg以下を目安	300ppm程度
	ネギ	150mg以下を目安	700ppm程度
	ハクサイ	150mg以下を目安	300ppm程度
極強	ササゲ	80～90mgを目安	350ppm以内を目安
	ダイズ	90～110mgを目安	同上

農地への海水の流入が農作物に及ぼす影響とその対策(平成16年12月、香川県農業経営課)より

表 3 施設内導入に有望な青刈作物の種類と特性（松沢ら）

施設内導入に有望な青刈作物の種類と特性（松沢ら）

作物名	出穂までの期間ならびに生態その他の特性	栽培期間	収量の目安	養分吸収量
ソルガム類	品種による出穂までの日数に変動が少ない(60～70日)。 ハイブリッドソルゴーで収量高い。 ソルゴーに比較してスタックスは分けつが旺盛。 耐高温性著しい。 青刈すき込み容易、分解やや難、窒素取り込み強。 根群発達中庸、耐湿性強い。	5～9月	生重5,000～7,000 乾重1,000～1,300	N 20前後 P ₂ O ₅ 3～5 K ₂ O 30～70
青刈用ヒエ	品種による出穂までの日数に変動大きい(45～80日)。 中晩性品種で収量性よく、雑草化の危険少ない。 8～9月以降は出穂までの期間が短く実用性なし。 初期生育がよく、短期間の栽培に向く。 青刈すき込み容易、分解容易、窒素取り込み中庸。 根群発達大、耐塩性中庸。	5～7月	生重5,000～7,000 乾重 600～1,000	N 10～25 P ₂ O ₅ 1～3 K ₂ O 30～50
デントコーン	品種による出穂までの日数に変動やや大きい(60～80日)。 中晩性品種で収量が高い。 5～6月播種では出穂遅く、収量少ない。 稈が太く長いために青刈すき込み作業難。窒素取り込み強。 根群発達少、耐塩性強い。	5～9月	生重5,000～7,000 乾重 800～1,400	N 20～30 P ₂ O ₅ 3～4 K ₂ O 50～90
エン麦	出穂は3月以降。 初期生育はライ麦に劣る。収量高い。 耐寒性はライ麦に劣る(11月上旬までに播種)。 青刈すき込み容易、分解容易、窒素取り込み少～中。 根群発達中庸。	10～3月	生重3,000～6,000 乾重 450～ 750	N 10～20 P ₂ O ₅ 2～4 K ₂ O 20～50
ライ麦	出穂は3月以降(エン麦よりやや早い)。 初期生育旺盛、発芽やや不安定な品種あり。 収量はエン麦にやや劣る。 耐寒性強い(11月中下旬以降の播種に向く)。 青刈すき込み容易、分解容易、窒素取り込み少～中。 根群発達中庸。	10～3月	生重3,000～4,500 乾重 500～ 600	N 10～20 P ₂ O ₅ 2～4 K ₂ O 30～40
イタリアン ライグラス	出穂は4月以降。 初期生育はエン麦、ライ麦に劣る。収量高い。 耐寒性強い。 青刈すき込み難、分解容易、窒素取り込み少～中。 根群発達大、耕うんにくい。	10～3月	乾重 400～ 600	N 10～20 P ₂ O ₅ 1～4 K ₂ O 20～40

注. 収量ならびに養分吸収量の単位はkg/10a

(分析測定診断テキスト第6次改訂増補版)

4) 除塩事例

東日本大震災の津波被災農地での東京農業大学後藤らの取り組みにおいて、下表のような除塩事例が示されている。（「東日本大震災からの真の農業復興への挑戦」東京農業大学・相馬市編、 から作表）

東日本大震災被災地での除塩事例 1（ハウスイチゴ土耕栽培）

場所:福島県相馬市

時期	作業・経過	土壌の状態等
処理前		約10cmの厚さで津波土砂堆積 (被災前は客土した黒ボク土)
2011年6月16日	土砂堆積物ともとの土壌を混和 混和時に転炉スラグ(1t/10a)施用	
	(雨水による除塩)	
2011年8月		EC 表層10cmが0.35mS/cm、 表層10～50cmで1.5mS/cm程度
2011年8月5日	ソルゴー播種(5kg/10a)	
2011年9月6日	ソルゴーすき込み(草丈1.5m)	作土では除塩とpH調整ができたが下層 に塩分が残る。
2011年秋以降	ハウレンソウ、スナップエンドウ、カブなど作付け	
2012年9月	イチゴ苗定植	下層の塩分濃度低下
2013年1月	イチゴ収穫開始	

東日本大震災被災地での除塩事例 2（水田）

場所:福島県相馬市

時期	作業・経過	土壌の状態等
処理前 2011年9月6日		がれき除去後、7月まで冠水 約5cmの厚さで津波土砂堆積 ECは津波土砂4～6ms/cm 重機によるわだちあり。 わだち部でECが低く、雑草発生
2011年9月27日	土砂堆積物ともとの土壌を混和 弾丸暗渠耕実施	
2012年4月まで	雨水のみによる除塩	
2012年4月3日		作土のECが0.8mS/cm以下まで低下
2012年4月23日	転炉スラグ施用(0.5～1t/10a)	処理前作土pH3.8まで低下
2012年5月13日	水稻定植	元肥施用区では収穫直前倒伏
2012年9月26日	収穫(玄米収量630kg/10a)	

除塩事例 2 での作土の EC の経時変化のデータは図 5 のとおりである。

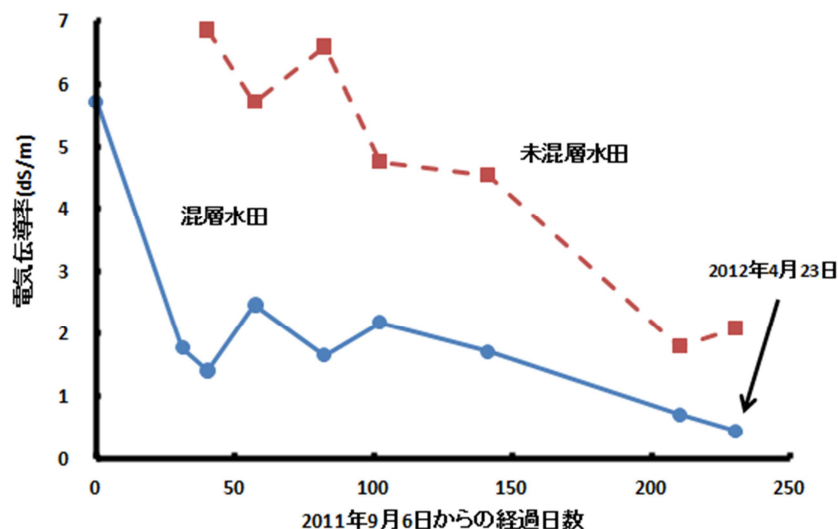


図 5 津波被災水田作土における電気伝導率の経時変化（2014 後藤逸男ら）

5 灌水、排水施設を利用したほ場ごとの除塩対策

(1) 方法 1：砂質土または排水性のよいほ場の場合（縦浸透法、図 4-1）

- ① 土壌を耕うん後、土の表面が隠れるまで湛水し、自然減水により落水する。合計減水深として、最低 100mm（10a 当たり 100t）を目標とする。この際、代かきを行わない。
- ② 暗渠のあるほ場では湛水後、水閘を開放する。この際、ほ場の水尻からは排水させない。
- ③ ハウス等では、可能であれば被覆を除去し、雨水による除塩効果も利用する。
- ④ 作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する。
- ⑤ 目的の塩素濃度に達するまで湛水除塩を繰り返す

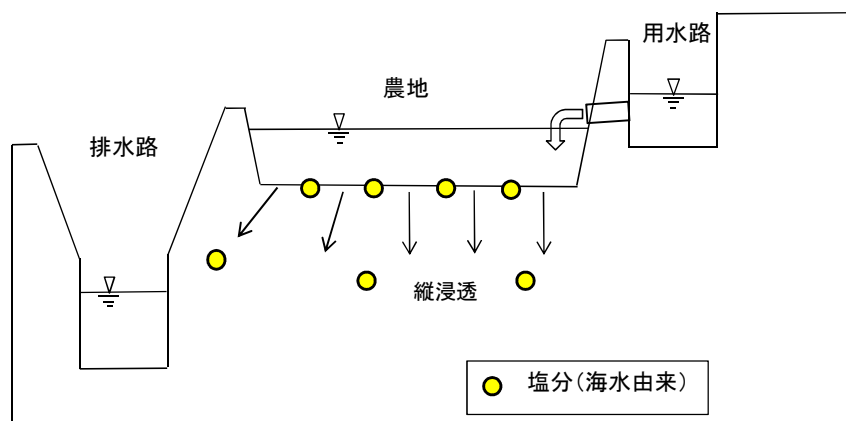


図 4-1 縦方向の浸透による除塩方法 1
(砂質土壌など排水性の良好なほ場の場合)

(2) 方法 2 : 植壤土～粘質土のほ場の場合 (暗渠がある場合、縦浸透法、図 4-2)

- ①粘質土のほ場では、土壌内部の孔げきが微細なため、湿潤土の状態では除塩効果が劣る場合があり、耕うん後の土塊は一旦乾燥させて除塩効果を高める。
- ②暗渠が施工されているほ場では、方法 1 と同様に縦浸透法による除塩対策を行う。
- ③本暗渠に直交または斜交させて弾丸暗渠を施工することにより、除塩効果が高まるため、可能であれば弾丸暗渠を施工する。(6 参考資料 3) 参照)
- ④作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する。
- ⑤目的の塩素濃度に達するまで湛水除塩を繰り返す。

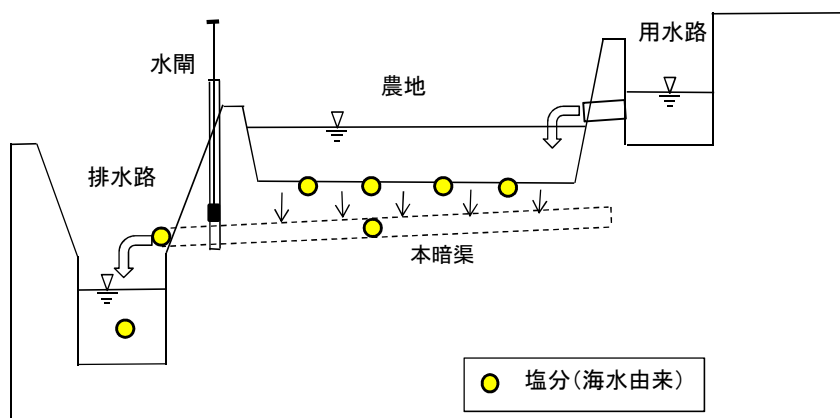


図 4-2 縦方向の浸透による除塩方法 2
(暗渠が施工されているほ場の場合)

(3) 方法 3 : 粘質土のほ場の場合 (明渠+弾丸暗渠の施工、縦浸透法、図 4-3)

- ①本暗渠が未整備の場合、弾丸暗渠と明渠を組み合わせることにより、透水性を促進し除塩効果の増大が期待できる。
- ②作業は方法 2 に準ずる。

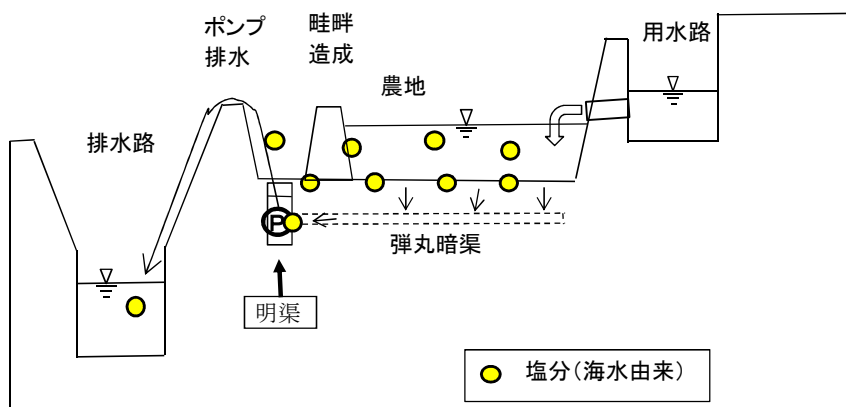


図 4-3 縦方向の浸透による除塩方法 3
(明渠+弾丸暗渠を施工したほ場の場合)

(塩分が表層に留まっている場合、暗渠が無い場合、排水性の悪いほ場の場合)

②ほ場内に十分な量の真水を湛水、代かきを行い、土壌中の塩分を湛水中に拡散溶出させ、ほ場の水尻から排水する。

③できるだけ深水に湛水（土塊表面が完全に浸水するまで）し、代かき 2～3 日後に落水する。

④この方法の場合、下層まで塩分濃度が高くなっているほ場では、塩分の上昇による塩害の恐れがあるため、作物の栽培には注意が必要。

⑤作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する。

⑥目的の塩素濃度に達するまで湛水除塩を繰り返す。

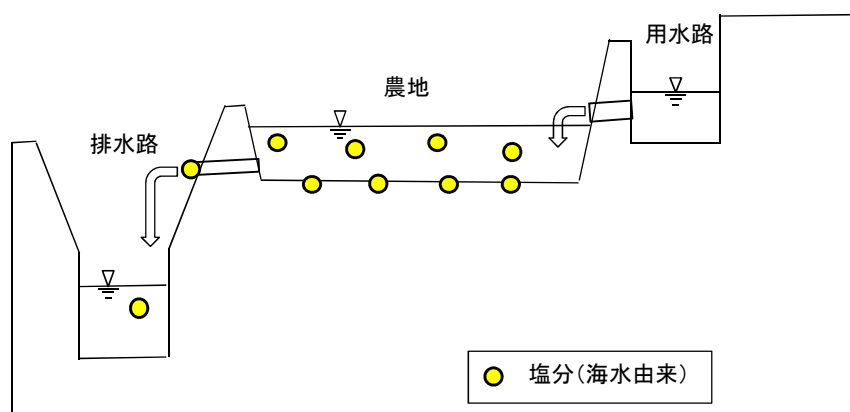


図 4-4 田面水への拡散溶出による除塩方法

- 畑の場合は、除塩用水が土壌に浸透しやすくするために耕起し、耕起後に散水による除塩を行う。

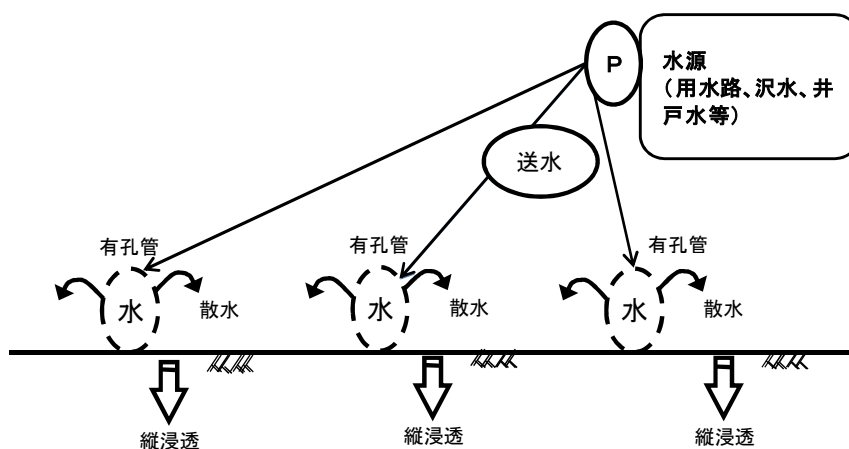


図 4-5 散水による除塩方法

- ① ほ場内に有孔管または散水チューブを設置する。
- ② ほ場に散水（用水ポンプ等と有孔管をつなぐ）する。
- ③ 有孔管を移動させ、除塩用水をほ場全域に浸透させる。
- ④ 散水終了。
- ⑤ 作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する。
- ⑥ 目的の塩素濃度に達するまで湛水除塩を繰り返す。

（図出典（方法 1～5）：農水省農村振興局除塩対策マニュアル（平成 23 年 6 月））

(6) 作業上の注意点（水源および用排水施設について）

- 水源ならびに除塩対象ほ場までの用水路、用水供給施設が使用可能か確認点検する。
- 用水路内に海水の浸入形跡や海底土砂の堆積が認められる場合、土砂等を撤去した後、用水を流して塩分を排除する。
- 排水路内の堆積物の除去や排水路の整備または排水用溝の掘削を行い、水位の低下と排水を促進する。
- 除塩用水として井戸水を利用する場合、井戸水の EC が 0.3～0.4dS/m 以下であるか確認後利用する。
- ほ場からの排水を用水として再利用している地域では、除塩後の排水が下流側ほ場に入る恐れがあるため、あらかじめ除塩ほ場のブロック割や面積、順番等について地域間で調整しておく。
- 溶出法は、農業者が営農の延長上で対応できる手軽さがあるが、塩分が作土の深層に残留し、それが再び表層に上昇することがあるので、除塩後も土壌の塩素濃度を調査し、必要であれば除塩対策を行う（縦浸透法においても作土に塩分残留の可能性があるので留意すること）。

6 参考資料

1) 土壌調査用用具等

- スコップ、シャベル、ポリ袋、マジック
- ほ場地図またはGPS装置等調査場所を特定できるもの
(試料採取後の分析装置：ECメーター、pHメーター、イオンクロマトグラフ等)

- 現地で測定する場合（上記に加え）

フタ付きポリビン、上皿天秤（感量1gで可）、脱イオン水（蒸留水）、葉さじ

下記簡易分析機器：ECメーター、pHメーター、塩分計（Naイオン測定）等

【簡易分析器材】



コンパクト
pHメーター



コンパクト
ECメーター



コンパクト
塩分計



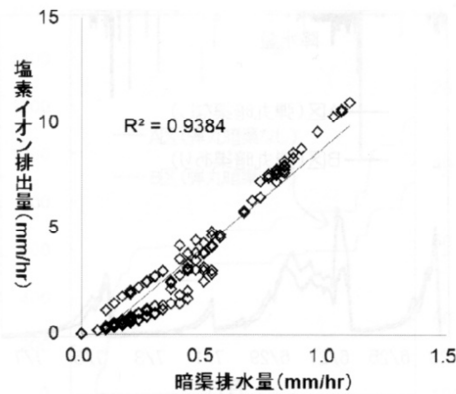
硝酸イオンメーター

2) 塩分被害の発生機構

- 塩分含有水の高浸透圧による「しおれ」（脱水症状）
作物体内より根外部の浸透圧が高くなるため、作物が脱水状態になる
- 作物の生理機能低下による生育障害
吸収された塩化ナトリウムにより作物体内の代謝・同化機能が阻害される
- 土壌物理性の悪化による根腐れ
海水に含まれるナトリウムイオンが土壌に吸着され、土壌粒子が分散して粘土化する。
土壌表面は皮膜状に、土塊内部も粘土状となり、水・空気が浸透しにくく、還元状態となり根の活性が低下する

3) 暗渠排水による除塩効果の上昇

暗渠排水量と除塩量の関係(A区)



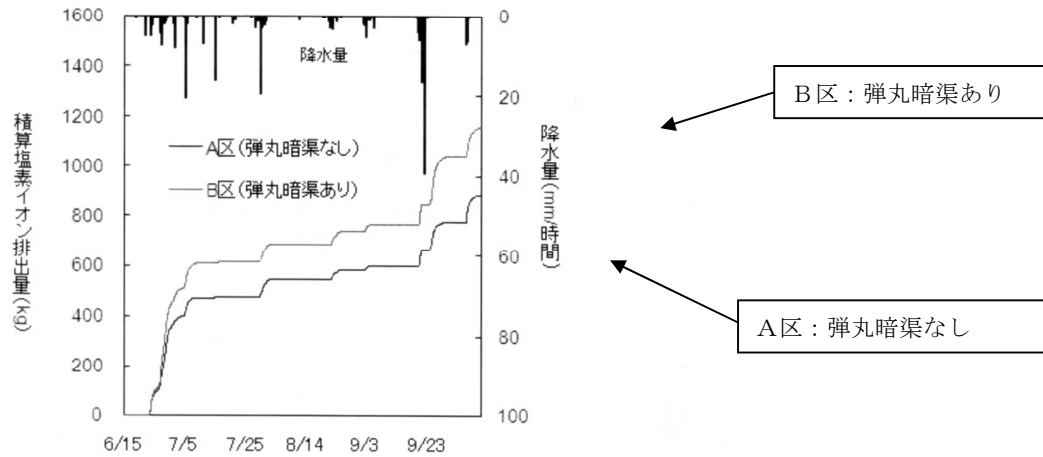
暗渠排水量が大きいときほど除塩量も大きい

→ 除塩の効果を高めるためには暗渠排水量を大きくすればよい

→ 弾丸暗渠を施工すれば除塩の効果は向上

(出典：農地の除塩技術の研修会資料 宮城大学：千葉)

塩素イオン排出量(6-10月)



A区(弾丸暗渠なし)：886kg, B区(弾丸暗渠あり)1,202kg

(出典：農地の除塩技術の研修会資料 宮城大学：千葉)

4) 除塩対策に関する資料等（一部、2019 年 3 月現在）

- 農林水産技術会議HP：被災地域の復旧・復興のための農林業関係の技術情報
http://www.s.affrc.go.jp/docs/nogyo_gizyutu.htm から
参考となる個別の研究成果、技術情報 → 塩害関連の研究成果、技術情報
- （社）全国農業改良普及支援協会（EK-system）→ 会議室 → 災害対策
<https://www.ek-system.ne.jp/> （会員制(要ログイン)、県普及指導員(農業職)対象)

5) 南海トラフ巨大地震による震度分布・津波浸水予測（高知県版第2弾）

- 高知県 危機管理部 南海トラフ地震対策課HP
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010201/nannkai-3.html>