

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26年3月

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、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することとしました。

本マニュアルでは、これまでに発生した台風や高潮、津波による被害地での除塩対策や試験データを収集し取りまとめました。今後、農地への被害が発生し、対策が必要な場合に利用されれば幸いです。

なお、東日本大震災による被災地での復旧対策やその後の経過、対策試験データについても公表されてくることから、新たな情報を追加し、改訂していく予定です。

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	1
2	除塩対策が必要なほ場の土壌状態の把握	
1)	除塩対策が必要な高塩分土壌のECの目安	1
2)	土壌の採取	1
3)	EC、pHおよび塩素濃度の測定	3
3	除塩対策	
1)	除塩の基本的な考え方	4
2)	ほ場条件ごとの除塩対策	5
3)	石灰質資材の施用	7
4	除塩作業上の注意点	
1)	水源、用排水施設について	8
2)	除塩後の栽培準備について	9
5	堆積土壌、ガレキの処理	10
6	その他	
1)	油流出対策	10
7	参考資料	
1)	土壌調査用用具等	11
2)	塩分被害の発生機構	11
3)	ECによる土壌中塩素濃度の推定式の一例	11
4)	市販土壌ECセンサを用いた海水浸水農地の土壌電気伝導度の簡易測定法	12
5)	電磁探査法により海水浸水農地の塩分濃度把握を迅速化	12
6)	土壌塩分検知管やカンタブを用いた簡易分析法	12
7)	暗渠排水による除塩効果の上昇	13
8)	除塩作業フロー図の例	14
9)	pH (H ₂ O ₂) : パイライト (FeS ₂) の分析法	16
10)	除塩対策に関する資料等	16
11)	南海トラフ巨大地震による震度分布・津波浸水予測	16
12)	除塩作物の栽培暦の一例	17

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

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ため、これらを除去した後に除塩対策を行う。なお、堆積物が砂や泥土のみであり、硫化物・油類・重金属等を含まないと判断される場合はすき込むことも可能である。

海水のみが流入したほ場では、用排水施設や土壌塩分の状態を調査し、除塩対策を行う。

いずれの場合も、用排水施設の被害状況や土壌塩分調査の結果をもとに、対象地域の除塩対策や作付計画、除塩後の排出水の下流域への影響等を検討し作業を進める。

2 除塩対策が必要なほ場の土壌状態の把握

1) 除塩対策が必要な高塩分土壌の EC の目安

土壌 EC について、乾土：水＝1：5 で測定し、水稻の場合 EC0.7dS/m 以上、野菜・果樹・花きの場合 EC0.5dS/m 以上であれば、除塩対象ほ場と判断する。

2) 土壌の採取

- 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）。なお、堆積層を除去した後でも可とする。
- 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。
- 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。

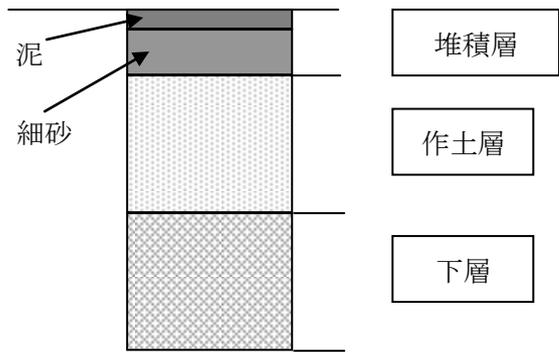
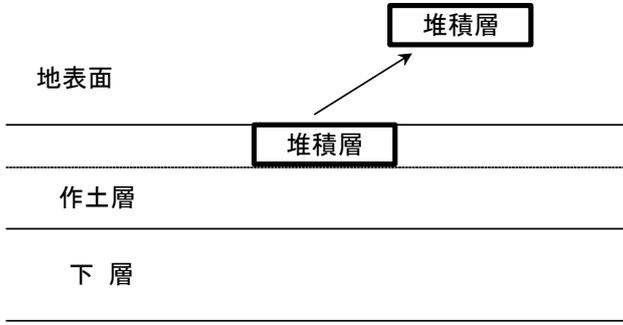
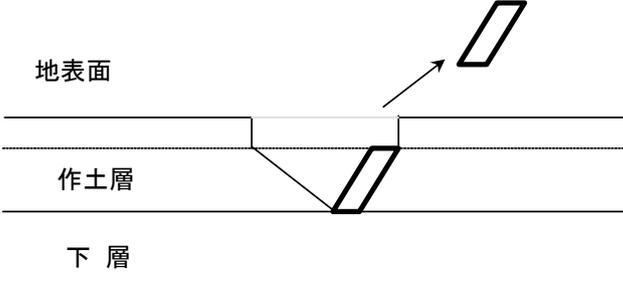


図1 採取する土層のイメージ
 (岩手県営農技術等対策マニュアルを改変)

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)' 堆積層と作土層を一緒に採取し、切り分ける。

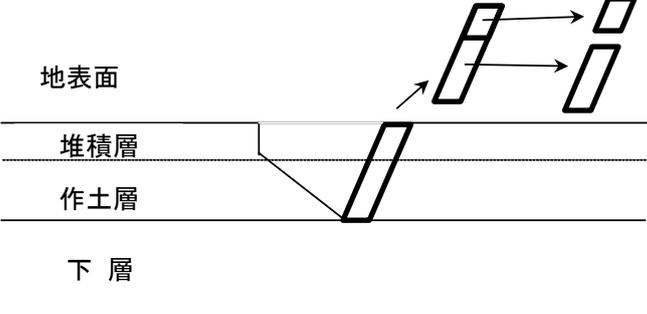
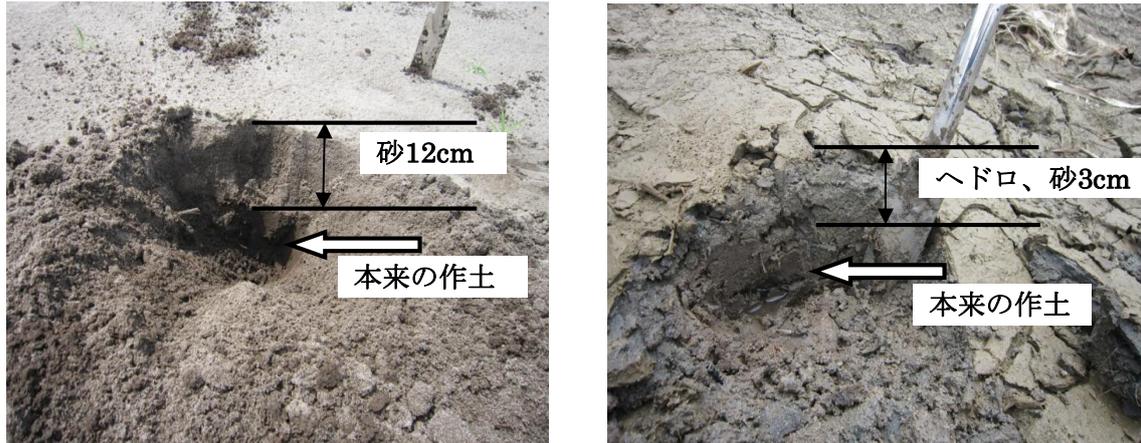


図2 土壌および堆積物の採取要領の例
 (宮城県農産園芸環境課東北地方太平洋沖地震(3月11日)
 に伴う園芸作物の技術対策(第2報) より)



砂、へドロが流入したほ場の例

3) EC、pH および塩素濃度の測定

(1) EC、pH 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) 塩素濃度の測定

- (1)の水層をろ過し、ろ液をイオンクロマトグラフまたは塩分計等を使用して塩素濃度を測定する。
- 塩分計（コンパクト塩分計（HORIBA 社製、7 参考資料 1）参照）は塩分（NaCl）濃度を示すため、以下の式により塩素濃度へ換算する。

$$\text{Cl} (\%) = \text{NaCl} (\%) \times 0.6$$

(3) 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。なお、標本数は 100 点程度が望ましい。（7 参考資料 3）参照）

本県土壌における EC と土壌中塩素濃度の推定式は無いため、他県の計算式を示す。

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

（「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）

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

（「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）

(4) 調査結果の利用

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。

3 除塩対策

1) 除塩の基本的な考え方

- 土壤中に残留する過剰な塩分を十分な量の真水で流しだすことを基本とする。
- 作物に対する土壌および用水中の塩素の影響は、作物の種類により異なるため、生育に被害を及ぼす限界濃度を示す（表 1）。
- 除塩用の水を確保する。通常、EC0.3dS/m 以下の水が 10a 当たり 150～200t、降水量換算で 150～200mm 程度必要とされている。

注) ほ場の高低、作土の厚さや排水性の違いにより必要量は異なる

- 除塩用用水の導入および排出のため、水源から除塩対象ほ場までの用水路および除塩対象ほ場以降の排水路を確保する。
- 土壌中の塩素を溶脱させるため、水の縦浸透性を確保する。また、地表面排水路の掘削、可能であれば暗渠の施行や心土破碎を行い、排水路を確保する。

表 1 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・ バレイシヨ・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	
	ハウレンソウ	100mgを目安	300ppm以内を目安	
強	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

2) ほ場条件ごとの除塩対策

(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3-1）

- 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

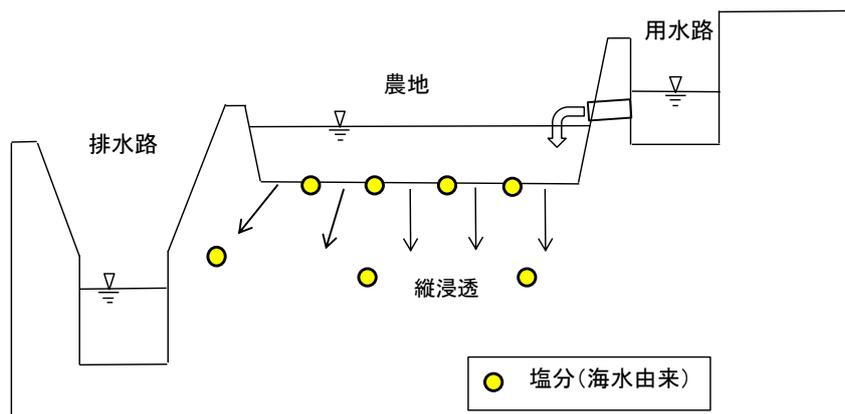


図3-1 縦方向の浸透による除塩方法1
(砂質土壌など排水性の良好なほ場の場合)

(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3-2）

- 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。（7 参考資料 7）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。

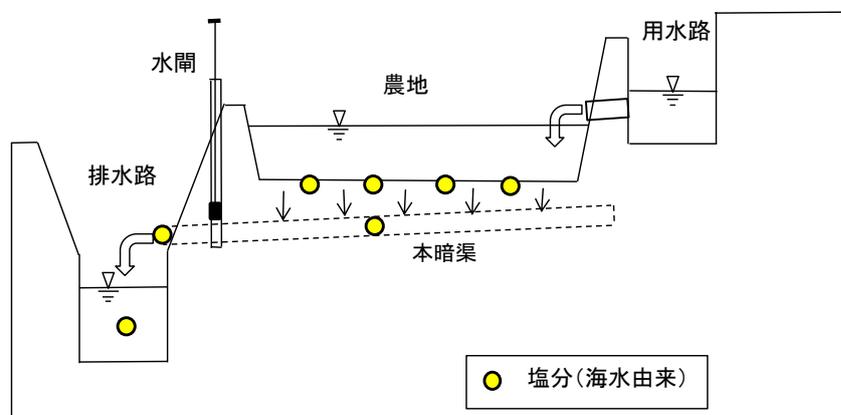


図3-2 縦方向の浸透による除塩方法2
(暗渠が施工されているほ場の場合)

(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3-3）

- 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。

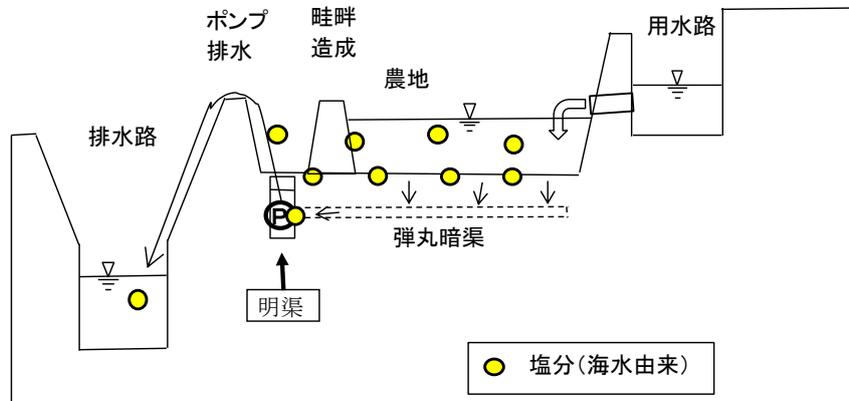


図3-3 縦方向の浸透による除塩方法3
（明渠＋弾丸暗渠を施工したほ場の場合）

(4) 方法4：粘質土のほ場の場合（溶出法、図3-4）

（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）

- ①粘質土の場合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。

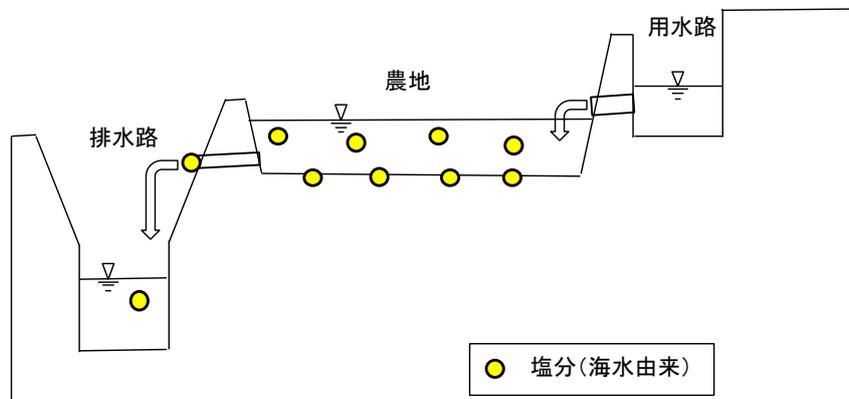


図3-4 田面水への拡散溶出による除塩方法

(5) 方法5：畑等（砂地含む）湛水できないほ場の場合（縦浸透法、図3-5）

- 畑の場合は、除塩用水が土壤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。

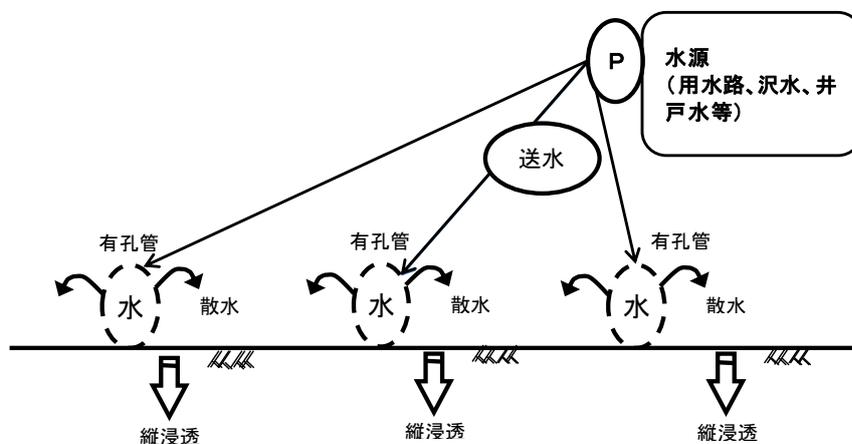


図3-5 散水による除塩方法

- 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））

3) 石灰質資材の施用

- 海水中のナトリウムの影響により土壤が粘土化するため、排水不良のほ場では石灰質資材を施用する。除塩対策として、一旦湛水等により塩素濃度を低下させた後、石灰質資材を散布、土壤混和後、湛水する。
- 海水中のナトリウムの影響により土壤が粘土化し排水不良のほ場では、石灰質資材を 150～200kg/10a 散布、土壤混和後、湛水を行う。
 - ▶ pH6以上の弱酸性～アルカリ性土壤では硫酸カルシウム（石こう）を用いる。
 - ▶ pH6未満のほ場では、炭酸カルシウムを用いる。
 - ▶ 硫酸根が集積している施設土壤では湛水による除塩を中心に作業するか、土壤 pH が7未満のほ場ではケイカル（ケイ酸苦土石灰）を用いる。
- 作業後、EC、pH、塩素濃度の変化を「層ごと」に測定確認する
- 目的の塩素濃度に達するまで湛水除塩を繰り返す。

表2 石灰資材の特徴

資材名	硫酸カルシウム (石こう)	炭酸カルシウム	ケイ酸苦土石灰 (ケイカル)	消石灰
対象土壌のpH	6.0未満 中性～アルカリ性	6.0未満 弱酸性～酸性	(7.0未満) アルカリ性以外	(5.0以下) 強酸性土壌
施用方針	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。最も一般的な除塩資材。	pHを高める効果があるのでpH6以上の土壌には用いない。	アルカリ土壌以外において、石こうに含まれる硫酸根の影響を抑えたい施設土壌等に施用する。	pH5以下の強酸性土壌に対する除塩資材として施用する。但し、炭酸カルシウムの方がpHへの影響が穏やかで施用に適する。
土壌pH上昇に対する影響	無～少	大	中	極大

(出典:「台風18号技術対策資料集」、平成13年熊本県八代農業改良普及センター)

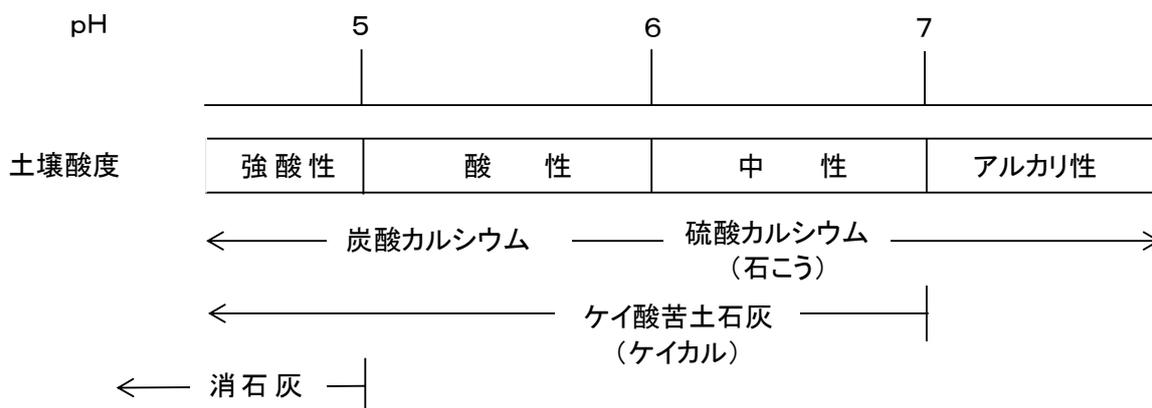


図4 土壌酸度と除塩資材選択の目安

(出典:「台風18号技術対策資料集」、平成13年熊本県八代農業改良普及センター)

4 除塩作業上の注意点

1) 水源および用排水施設について

- 水源ならびに除塩対象は場までの用水路、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するようになっている地域では、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）。

2) 除塩後の栽培準備について

- 作付前には、土壌分析を行い、特に窒素、塩素などの残量を把握しておく。pH、ECのみでは、塩素と硝酸態窒素の残存量が把握できない。
- 次作までの期間を考慮して、除塩作物の栽培を行う（表3、7 参考資料12）参照。腐熟期間（夏期：30日程度）が確保できる場合は、収穫物をすき込むことが可能である。
- 塩害により土壌団粒構造や微生物相が不安定になっているため、団粒化促進、有効微生物補給の意味で作付前には堆肥を施用する。
- ハウスやマルチ栽培では、被覆開始後、土壌の下部に移行した塩が表層に移行しやすいため、追肥主体で、かん水量は多めの管理を行う。

表3 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、耐塩性強い。	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)

5 堆積土壌、ガレキの処理について

- 堆積層の表層には塩分が多いため、土壌の乾燥後、堆積層表面を除去する。なお、除去する厚さは堆積量により変動する。
- 堆積量が少ない場合や塩分、硫黄化合物、油類、重金属等の影響が少ないと考えられる場合は作土層と混合する。
- ほ場に流入した土砂や泥のうち、黒っぽい泥が堆積している場合は、硫黄（S）化合物である硫化鉄（ FeS_2 、パイライト）を含んでいる海底の泥が海水とともに流入して堆積している可能性がある。土壌混和すると除去が困難なことから、可能な限り取り除く。畑状態では硫酸生成による低 pH 化、湛水状態では硫化水素生成による根ぐされ等の原因となる。
- 必要であればパイライト（ FeS_2 ）が含まれてないか分析を行う。（分析方法は、7 参考資料 9）参照）
- 農地に流入した堆積物やガレキについては、集積場等を市町村に確認の上、適切に処理する。

6 その他

1) 油流出対策

油類が流入した場合

- (1) 畑地の場合：油分の約半量は、流入後 1 カ月間に酸化分解するとされているため、油分が酸化分解するまで耕起、耕うんは避ける。（油分を含む土壌が地中に埋没し、嫌気的な条件にならないようにするため）
- (2) 水田の場合：①油分は水面に浮遊するが多いため、オイルフェンスや土畦により拡散を防ぎ、田面水を地下浸透させて、油分を土壌表面に吸着させる。
②油分の約半量は、流入後 1 カ月間に酸化分解するとされているため、油分が酸化分解するまで土壌混和を避ける。
(農林公害ハンドブック(改訂版)千葉県平成 3 年)

7 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

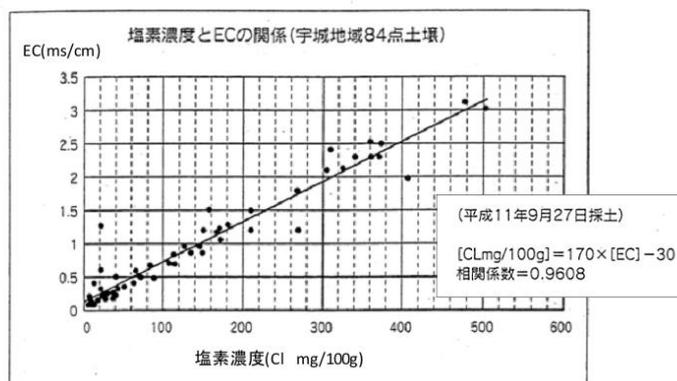


硝酸イオンメーター

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) ECによる土壌中塩素濃度の推定式の一例



※「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

4) 市販土壤 EC センサを用いた海水浸水農地の土壤電気伝導度の簡易測定法

- 市販の土壤 EC センサを利用して、海水が浸水した農地の塩害の指標となる土壤電気伝導度（土壤：水＝1：5）を現場で迅速に調べる方法を開発した。
- 土壤 EC センサ(注)は、ペースト状、または湿潤状態の土壤を手で握るなどして圧密した条件で測定すると測定値が安定する。
- 土壤 EC センサ測定値の 0.4 倍が慣行の分析法(懸濁液電気伝導度 1：5)の測定値に相当し、塩害リスクの指標として利用できる。

注：「土壤 EC センサ」は、直接土壤にセンサ部を挿入して土壤 EC を測定する機器。測定値は、EC(1：5)より高い値を示す。

(出典：http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/tarc/041720.html)

(独) 農研機構 東北農業研究センタープレスリリース、2012 年 7 月 20 日)

5) 電磁探査法により海水浸水農地の塩分濃度把握を迅速化

- 海水が浸水した農地の土壤塩分濃度を迅速に計測することに電磁探査法(注)が有効であることを明らかにした。
- 土壤塩分濃度の指標となる土壤電気伝導度（1：5）を、土壤を採取することなく推定することができる。
- 測定と同時に GPS による位置情報を記録することによって、地図上で土壤塩分の分布を確認することができる。

注)「電磁探査法」は、土木分野や地下水汚染、土壤汚染等の環境分野、あるいは遺跡調査等の考古学分野等で地盤地下の情報を非破壊で調査するために用いられている探査法。ここでは地盤内の電気の伝わりやすさの違いを調査することによって、地盤内の情報を得ている。

(出典：http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/tarc/041730.html)

(独) 農研機構 東北農業研究センタープレスリリース、2012 年 7 月 20 日)

6) 土壤塩分検知管やカンタブを用いた簡易分析法（簡易測定機器を用いない方法）

- 1) に示した簡易分析機器の他に、コンクリート中の塩素濃度測定試薬を用いた簡易分析法が利用されている。なお、本県土壤におけるこれらの資材の測定値と土壤中塩素濃度との相関式は今後調査、作成する必要があるが、イオンクロマトグラフを用いた精密分析と同程度の精度が宮城県において確認されている。

(出典：<http://www.pref.miyagi.jp/uploaded/attachment/200640.pdf>、海水流入土壤における塩素等の簡易分析法－震災復興関連技術－ 宮城県農業・園芸総合研究所)

①光明理化学工業（株）製 土壤塩分検知管

- 土壤：水＝1：5 の懸濁液をゴム球を用いて検知管へ吸い上げた後、変色域の境目の数値から塩素濃度を読み取る。
- 光明理化学工業(株)HP：<http://www.komyokk.co.jp/kweb/init.do> から 製品情報 → 水質・塩分測定器 → 土壤中塩分簡易測定セット → 使用検知管
塩化物イオン（C 1 -）用検知管には、低濃度用（0.005～0.25%）、高濃度用（0.05

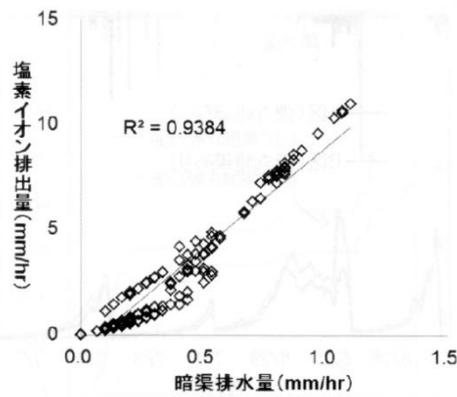
～3.0%) があるため、塩分の状態に応じて使い分けること。

②太平洋マテリアル (株) 製 カンタブ

- 土壌：水＝1：5の懸濁液にカンタブを直接浸し、変色域から塩素濃度を読み取ったのち、換算表で塩素濃度に換算し、5倍して土壌中塩素濃度を求める。測定時間は約10分(黄色い部分が青くなれば読み取る)。
- 太平洋マテリアル (株) HP：<https://www.taiheiyo-m.co.jp/> から 製品紹介 → コンクリート関連製品 → 製品一覧から「カンタブ」 → 製品詳細を見る

7) 暗渠排水による除塩効果の上昇

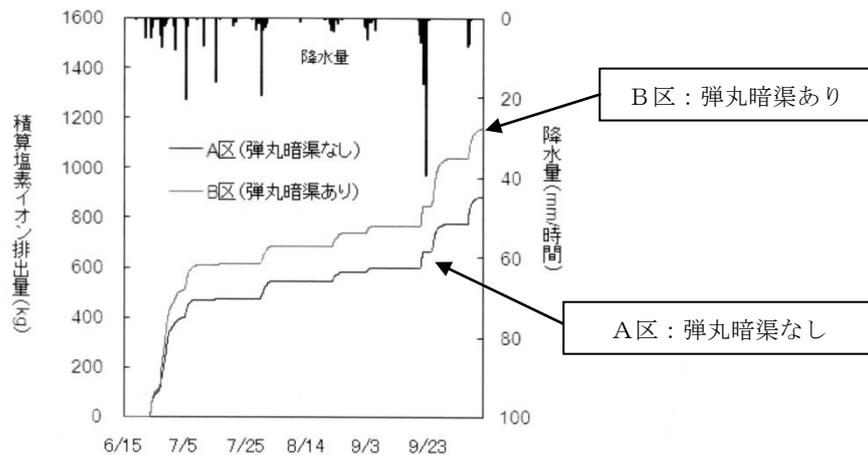
暗渠排水量と除塩量の関係(A区)



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)

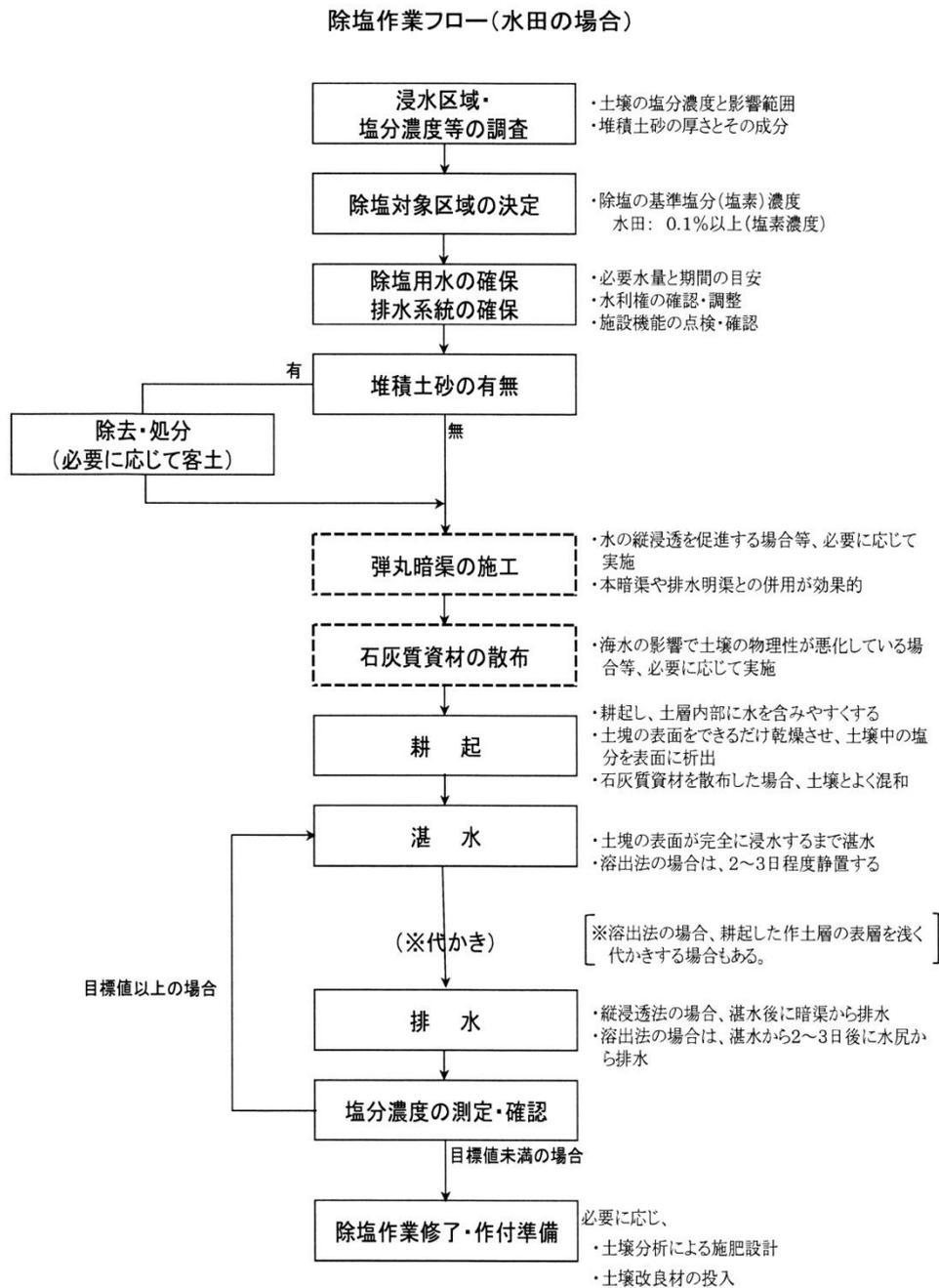


A区(弾丸暗渠なし): 886kg, B区(弾丸暗渠あり) 1,202kg

(出典：農地の除塩技術の研修会資料 宮城大学：千葉)

8) 除塩作業フロー図の例

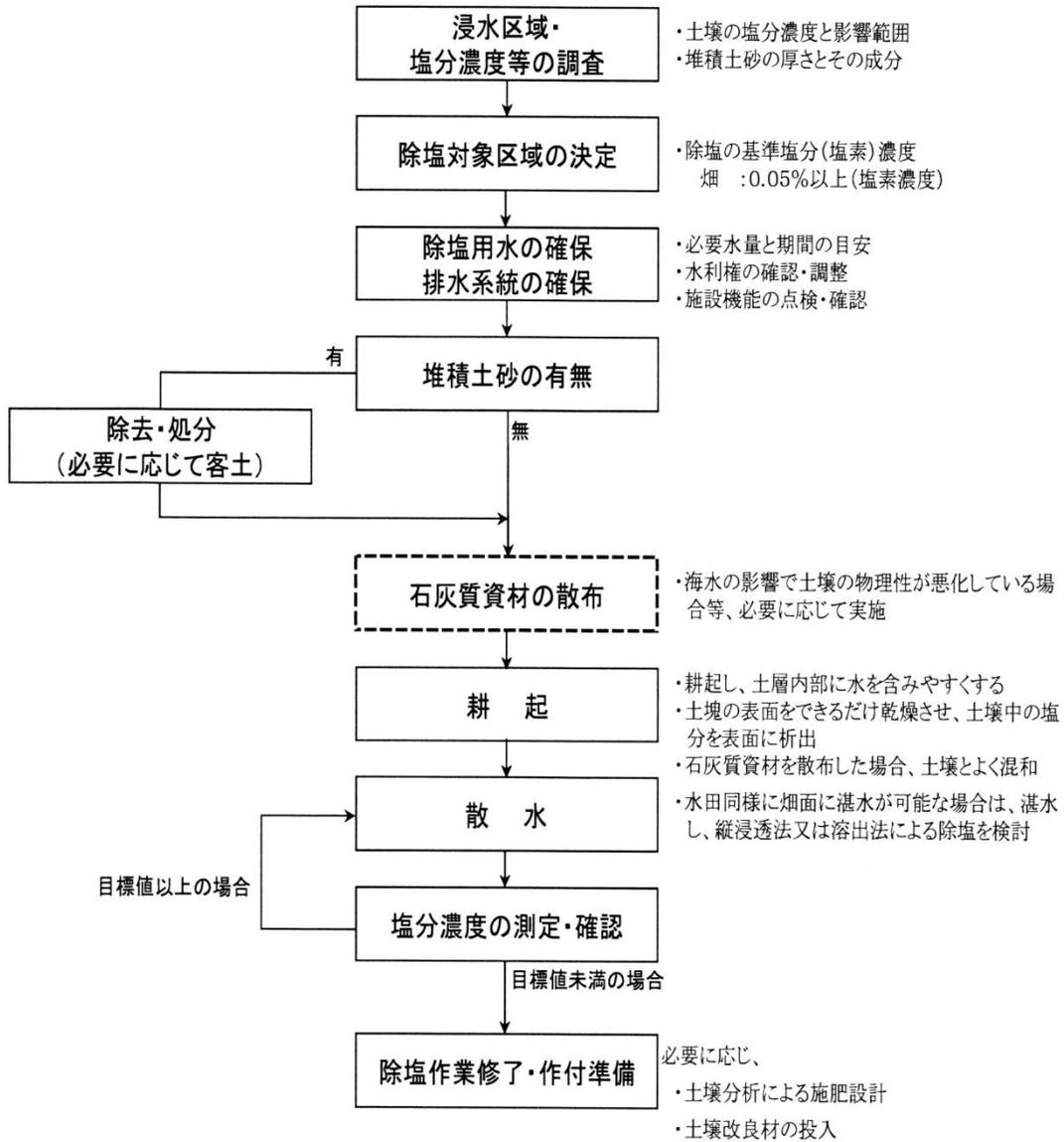
(1) 方法1～4 関係



出典：農水省農村振興局除塩対策マニュアル（平成23年6月）

(2) 方法5 関係

除塩作業フロー(畑の場合)



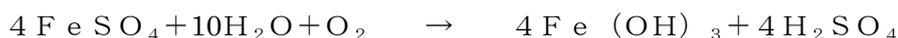
出典：農水省農村振興局除塩対策マニュアル（平成23年6月）

9) pH (H₂O₂) : パイライト (F e S₂) の分析法

(県分析測定診断テキスト 分析の手引き)

パイライト (F e S₂) 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 :



(1) 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

(2) 試薬

a : 過酸化水素水 (H₂O₂、30%) b : 塩化バリウム (B a Cl₂)

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。

(3) 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。

10) 除塩対策に関する資料等 (一部、2014 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)

11) 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)

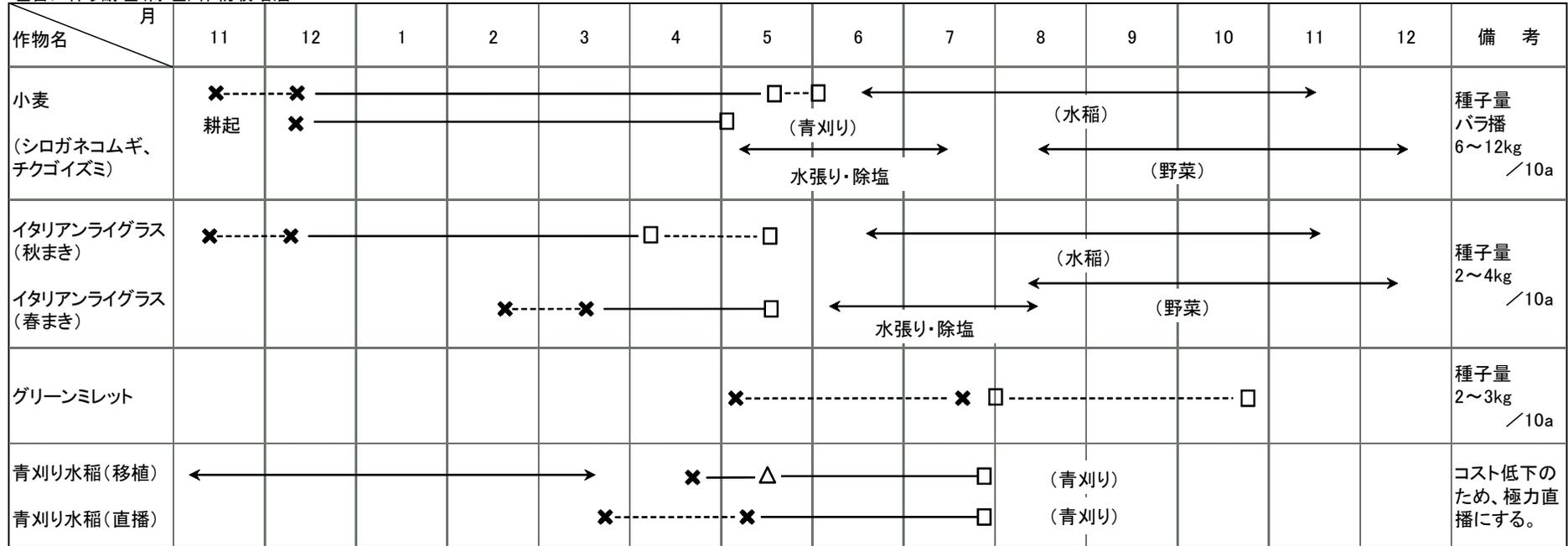
- 高知県 危機管理部 南海トラフ地震対策課HP
<http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/010201/nannkai-3.html>

12) 除塩作物の栽培暦の一例

除塩作物の栽培

海水が流入した圃場の塩分を完全に除去することが困難な場合がある。湛水処理をしても塩分の残存がある場合は、イタリアンライグラスやソルゴーなどの耐塩作物を栽培して、土壌中孔隙の増大、透水性の向上を図り、湛水除塩の効果を高める。

塩害に伴う耐塩(除塩)作物栽培暦



凡 例 × 播種 △ 定植(植え付け) ○ 出穂期 □ 収穫期

(出典: 台風18号技術対策資料集、平成13年熊本県八代農業改良普及センター)

耐塩(除塩)作物組み合わせ例

作物名	月	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	備考	
小麦+水稻	耕起	×	×					□	□							いぐさ △	直播水稻は、13℃以上が発芽の適温。
土づくり+ 青刈り水稻(移植) 青刈り水稻(直播)				土作り				×	△		□	土作り	×	野菜類			施肥は通常通り行う。 転作作物とするために青刈りを行う。また、青刈りは、梅雨前か後に行う。(飼料用)
小麦+ グリーンミレット	耕起	×	×					□	□			土作り	×	野菜類			また、青刈りは、梅雨前か後に行う。(飼料用)
イタリアンライグラス (秋まき) + 青刈り水稻(直播)	耕起	×	×					□	□			土作り	×	野菜類			施設野菜の場合は、出来るだけ水稻を前作にした方がよい。
イタリアンライグラス (秋まき) + グリーンミレット	耕起	×	×					□	□			土作り	×	野菜類			凡例 × 播種 △ 定植(植付け) ○ 出穂期 □ 収穫期
いぐさ + 晩期水稻		△	△						□	□							いぐさ △

(出典: 台風18号技術対策資料集、平成13年熊本県八代農業改良普及センター)