

# 農地の除塩マニュアル

## 農村振興局

平成 2 3 年 6 月

**農林水産省**

## はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災では、津波により、岩手県、宮城県及び福島県の太平洋沿岸地域を中心に、およそ2万4千ヘクタールの農地に海水が浸入し、農地・農業用施設に甚大な被害が発生した。

特に、農地については、土壌中に残留した塩分による作物の生育障害が懸念されており、営農再開に向けた除塩が緊急の課題となっている。

本資料は、今後被災地域で本格化する農地の除塩の取組が迅速かつ円滑に進められるよう、除塩の作業手順や技術的な留意事項等について整理し、除塩の実務に携わる担当者向けのマニュアルとしてとりまとめたものである。

## 目 次

1. 農地の塩害	p 1
2. 除塩の基本的な考え方	p 2
3. 現地調査	
3.1 調査内容	p 3
3.2 塩分(塩素)濃度の測定	p 5
3.3 調査結果	p 6
4. 除塩の対象となる塩素濃度基準	p 7
5. 除塩工	
5.1 除塩の方法	p 8
5.2 用排水施設の確認等	p11
5.3 堆積土砂の除去	p12
5.4 弾丸暗渠の施工	p13
5.5 石灰質資材の散布	p15
5.6 耕起	p15
5.7 湛水及び排水	p16
6. 除塩の施工事例	p17

## 参考文献

## 1. 農地の塩害

海水や海底の土砂等が農地に浸入し土壌中の塩分濃度が上昇すると、作物(植物)における①浸透圧ストレスと②イオンストレスが高まり、収量や品質に悪影響をもたらす。両ストレスは同時に生じるが、一般的には①の浸透圧ストレスを指標に農地の除塩を検討する。

なお、海水流入による③農地の土壌物理性悪化に起因する作物の生育障害にも留意する必要がある。

- ① 土壌水の浸透圧が増加しそれがある程度以上になると、作物の根の水分吸収機能が低下し、作物の生育が減退する(浸透圧ストレス)。
- ② 海水によって土壌中に多量にもたらされたナトリウムイオンや塩素イオンなどの有害な成分を異常吸収したり、カルシウムやカリウム等の養分の吸収が阻害されたりして、作物の栄養と代謝機能に異常をきたす(イオンストレス)。
- ③ 海水中に多量に含まれるナトリウムイオンが土壌粒子表面に吸着され、土壌の単粒化(団粒構造の破壊)や固結化など、土壌の物理性が悪化するために作物の生育障害を引き起こす(間接的障害)。

### 【解説】

- (1) 濃度の異なる溶液を半透膜(生物の細胞膜など)で仕切ると、水分子は、半透膜を境に低濃度溶液から高濃度溶液へ移動し平衡状態を保とうとする性質がある。このため、土壌中の塩分濃度が上昇すると、土壌水の浸透圧が増加し、作物の根の水分吸収機能が低下する。

作物は、葉の気孔から空気中の二酸化炭素を吸収し、光合成作用によって炭水化物を合成し、成長する。また、気孔から葉の水分を蒸散作用によって大気中に放出している。このため、土壌水の浸透圧の増加により根の水分吸収機能が低下し、葉に十分な水分が供給されなくなると、多くの作物は気孔を閉じてしまい、大気中の二酸化炭素を吸収できなくなったり、呼吸が止まったりして、生理障害を起こし枯死に至る。

- (2) また、一般的にナトリウム及び塩素は生理障害を引き起こし、特にナトリウムイオンは多くの作物に必要なカリウムイオンの吸収障害を引き起こすなど、様々な生理障害の原因となる。

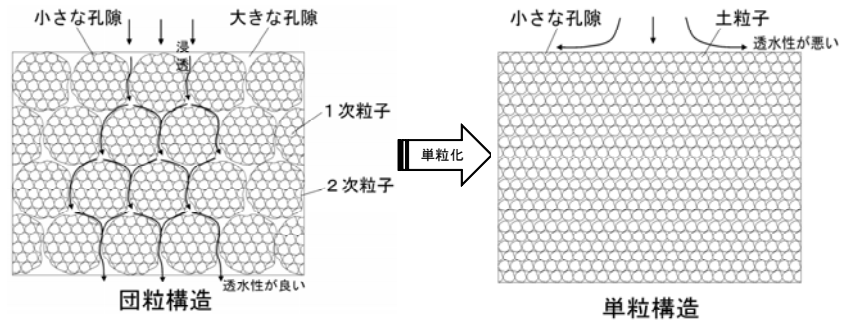
- (3) 農地の土壌を構成する粘土粒子は、通常、マイナスに帯電しており、表面にカルシウム、ナトリウム、カリウムなどの陽イオンを保持している。

しかし、土壌中にナトリウムイオンを多量に含んだ海水が浸入すると、粘土粒子に吸着されているカルシウムイオンやカリウムイオンなどがナトリウムイオンに置換される現象(ナトリウム粘土化)が発生する。土壌のナトリウム粘土化は、土壌構造の単粒化(団粒構造の破壊)、固結化などにつながり、土壌の透水性(排水性)を著しく低下させ、作物の根腐れなどの二次被害を引き起こす。

### (参考) 団粒構造と単粒化

団粒構造の土は、団粒間に大きな孔隙(すき間)ができて、団粒内部に小さめの孔隙ができています。

大きめの孔隙は排水や通気に、小さめの孔隙は水や養分を保つのに都合がよい。



したがって団粒構造の土は、土の三相のバランスがとれているため、排水性、通気性、保水性、保肥性に優れ、植物の生育に適する。

※土の三相: 土壌粒子の部分(固相)、水の部分(液相)、空気の部分(気相)

※土壌の物理性: 土壌の硬さ、排水性、通気性、保水性等

## 2. 除塩の基本的な考え方

土壤中に残留する過剰な塩分は、十分な量の真水で流し出すことを基本とする。

この場合、ほ場内に十分な量の真水を湛水させ、その浸透水により土壤中の塩分を排除する方法と、土壤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方法がある。いずれの方法においても、土壤中の塩分濃度が目標値に達するまで、湛水から排水に至る工程を繰り返す。

また、海水中のナトリウムイオンの影響で土壌の物理性が悪化し、透水性が低下している場合は、石灰質資材を散布し土壌の物理性を改善した後に、湛水から排水に至る一連の作業を行った方が除塩効果が大きい。

### 【解説】

- (1) 津波で冠水した農地の土壌には、津波が引いた後も海水の成分である塩分が残留する。残留塩分のうち、塩素イオンは土壌水中に存在しているが、ナトリウムイオンの何割かは粘土粒子と電氣的に結びついた状態で存在している。除塩は、土壌中のナトリウムイオン及び塩素イオンを作土層から排除することである。蒸発散によって土壌水分が減少すると土壌中に残留した塩分濃度がさらに増加する恐れがある。特に湛水のない畑地の土壌ではこの点に留意する必要がある。
- (2) 土壌中の塩分を水で流し出すには、ほ場に湛水した水が降下浸透する際に土壌中の塩分を下方に押し流すことにより除塩する方法(以下「縦浸透法」という。)と、土壌中の塩分を湛水中に溶出させた後、ほ場の水尻から塩水を排水して除塩する方法(以下「溶出法」という。)がある。
- (3) 縦浸透法は、土壌の透水性が大きいほど除塩効果が大きくなることから、必要に応じて弾

丸暗渠や心土破碎との併用を検討する。また、海水が長期間にわたって冠水したほ場や、塩分濃度の高い海底の土砂が堆積したほ場は、塩分が土壌の深部まで沈着しているおそれがあることから、土壌の透水性を高め、十分な真水を浸透させ、土壌中の塩分を着実に排除する。

- (4) 溶出法は、海水による塩分の影響が作土層の表層部分に留まっている場合、土壌の透水性が小さく十分な縦浸透が期待できない場合及び暗渠が未整備或いは機能が不十分な場合などに選択する。この方法は、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、除塩後の塩分濃度等に留意する必要がある(縦浸透法においても作土に塩分残留の可能性があり留意が必要)。
- (5) 土壌水中にある塩素イオンは、比較的容易に水で流し出すことができるが、土粒子表面に付着しているナトリウムイオンは、土壌の排水性にもよるが、塩素イオンのように容易に水で流し出すことは難しい。このような場合は、ほ場に石灰質資材を投入し土壌とよく混和することにより、土粒子表面に付着したナトリウムイオンをカルシウムイオンと置換する。これにより、土粒子表面に吸着されていたナトリウムイオンが土壌水中に追い出され、水で効果的に排除できる。
- (6) 本資料では、過去の実績や効果を踏まえ、土壌中の塩分を水で流し出す方法について記述しているが、農地の除塩については各方面から様々な方法が提案されている。どのような方法を選択するかは、基本的に除塩を行う各実施主体の判断によるが、その選定に当たっては、除塩方法の有効性(効果)及び経済性を十分検証する必要がある。

### 3. 現地調査

#### 3.1 調査内容

海水の浸水区域、土壌の塩分濃度の分布(平面的分布及び鉛直的分布)、土壌のpH、用排水系統と施設機能、海底土砂の堆積厚とその成分、地下水位、暗渠排水設備の有無及び暗渠疎水材の埋設深さ、土壌の透水性等が、除塩の方法や効果に影響することから、これらの項目について既存資料や現地の状況を調査し、除塩計画に反映する。

また、土壌における粘土の含有量または粒度組成及び粘土鉱物の種類についても、必要に応じて調査することが望ましい。

#### 【解説】

- (1) 海水の浸水区域は、除塩計画の立案や除塩対象区域を特定する基本的な情報であり、現地調査等により浸水した農地の外縁を特定する。この場合、調査データ等は農地地図情報(例えば、水土里情報など)を活用して整理すると、調査結果の取りまとめや面積集計等が容易である。

(2) 塩分濃度調査は、海水に浸水した農地を対象として、概ね10haに1カ所程度の割合で測定する。

塩分濃度については、平面的な分布のほか、土壌の鉛直方向における影響範囲についても把握する必要があることから、作土表層部(地表から10cm以内)、作土下層部(地表から20cm程度)について測定する。特に必要な場合は、作土層以深(地表から20cm以深)の層についても測定する(畑の場合は、作物により作土層が異なるため、作物ごとに測定の深さを検討することが必要)。土壌の鉛直方向の測定結果は、除塩効果を判断する上での評価資料にもなる。

(3) 除塩対象農地が水田の場合は、かんがい用水を除塩用水として利用することとなるため、除塩計画の立案に当たっては、事前に用排水系統とその施設機能等について十分確認する必要がある。

具体的には、①除塩に必要な用水量確保の可否、②対象ほ場までの用水機能が確保されているか、③対象ほ場からの排水機能が確保されているか(ほ場レベルから広域的な排水機能の確認まで含む)、④対象ほ場の除塩による他のほ場への影響の有無などについて十分調査、把握した上で計画を作成する。

(4) 農地に堆積した海底の土砂は、高濃度の塩分を含む場合が多いため、農地から除去することを基本とする。堆積土砂の含有成分によっては、処分方法を検討する必要があることから、堆積土砂の含有成分を調査し、把握する。

(5) ほ場の排水性の良し悪しが除塩方法の選択や除塩効果等に影響することから、暗渠排水設備の有無、配置、地下水位、土壌の透水性等を既存資料や現地調査により把握する。

また、暗渠が整備されている場合の疎水材の埋設深は、弾丸暗渠の施工深度決定や施工機械選定の目安となることから、調査の段階で把握しておくことが望ましい。

(6) 一般的に土壌に含まれる粘土の含有量や粘土鉱物の種類に応じて、当該土壌の陽イオン交換容量(CEC)が異なることが知られている。このため、石灰質資材の散布が必要と判断される区域においては、その散布量等を決定する際の参考として、土壌に含まれる粘土の含有量または粒度組成及び粘土鉱物の種類を調査しておくことが望ましい。

### 3.2 塩分(塩素)濃度の測定

土壌中の塩分は、対象土壌の含有塩素濃度の測定により把握する。一般的に土壌中の塩素濃度と電気伝導度との間には相関関係があることから、その相関を利用して土壌の電気伝導度の計測値から塩素濃度を算出する方法がとられている。

このため、予め海水の浸水区域の土壌を幅広く調査し、塩素濃度と電気伝導度の関係を回帰式で整理することにより、電気伝導度の計測値から比較的簡易に塩素濃度が把握できる。

なお、土壌のpH値は、除塩に用いる石灰質資材の選択や除塩後のほ場の施肥設計等の参考データとなることから、電気伝導度の計測と併せ測定しておくことが望ましい。

#### 【参考】

##### (1) 塩素濃度の測定方法

土壌の含有塩素濃度は、土壌の水溶性成分の塩素イオン含有量から求めることとし、その含有量の測定方法は、「土壌環境分析法」((1997年6月)日本土壌肥料学会監修)によると、以下のとおり。

- ① ほ場から、未風乾新鮮土を採取する。
- ② 乾土10g相当量の未風乾新鮮土を125ml容のポリエチレン製振とうビンに入れる。
- ③ 土壌水分を考慮して乾土に対する水の比が1:5になるように純水を加える。
- ④ 60分振とう後、NO.6程度の乾燥ろ紙でろ過する。
- ⑤ 試料液をさらに0.45  $\mu$  mのメンブランフィルターでろ過し、Cl<sup>-</sup>をイオンクロマトグラフィーで測定する。

##### (2) 電気伝導度(EC)の測定方法

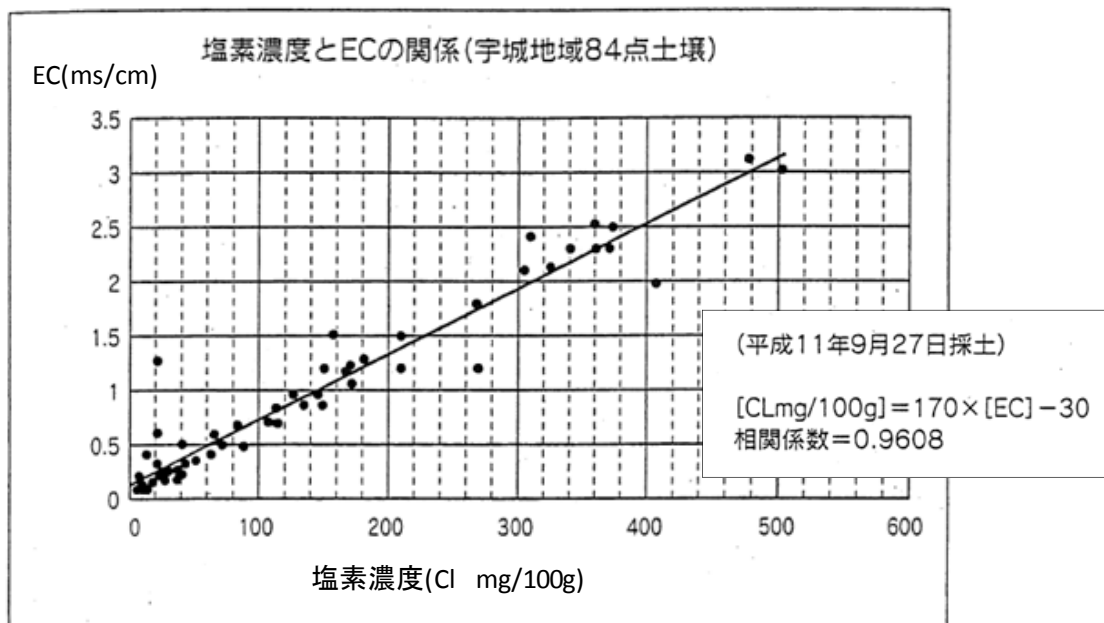
電気伝導度の測定方法は、「土壌環境分析法」((1997年6月)日本土壌肥料学会監修)によると、以下のとおり。

- ① ほ場から、未風乾新鮮土を採取する。
- ② 乾土10g相当量の未風乾新鮮土を125ml容のポリエチレン製振とうビンに入れる。
- ③ 土壌水分を考慮して、乾土に対する水の比が1:5になるよう純水を加える。
- ④ 60分間振とう後、懸濁液に電気伝導度計の電極を浸し、測定する。

##### (3) 土壌中の塩素濃度と電気伝導度の相関

塩素濃度と電気伝導度の相関を表す回帰式については、適用する区域毎に整理する必要があるが、その区域の範囲については、海水浸水区域の土壌調査結果や対象地域の地形等により判断する。また、回帰式を作成する標本数については、一般的に100程度が望ましい。





※「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

### 3.3 調査結果

調査により得られた各種情報及びデータ等は、除塩対象区域の特定や除塩方法の選定、更には事業実施計画策定の基礎資料として活用する。その際、調査データ等を地図情報として整理し、管理することにより、効率的に除塩対象区域の特定等が可能になるとともに、除塩作業に関する事業管理等に有効である。

#### 【解説】

3.1の調査で得られた情報・データ等は、地図情報として農地の一筆情報や農業水利施設の配置等の情報が整備されている水土里情報システムを活用することが効果的である。これにより、除塩対象区域の特定や除塩方法の選定などの作業を効率的に行うことができ、事業の進捗管理や評価などにも活用できる。

具体的には、例えば海水の浸水区域、土砂等の堆積厚とその成分、作土表層、下層の塩分濃度分布、暗渠排水設備の配置状況、その他の情報を水土里情報システムを活用して整理することにより、各種分析データ等を農地一筆単位で視覚的に把握でき、除塩対象区域の特定や除塩方法の選定、対象農地の受益者の特定等の基礎的作業を迅速に行うことが可能となり、工程管理や事業成果図の作成などにも応用できる上に、これらの履歴をGISデータとして長期間保存しておくことも可能となる。

## 4. 除塩の対象となる塩素濃度基準

除塩の対象とする土壌中の塩素濃度基準は、「東日本大震災に対処するための農用地の除塩に係る特定災害復旧事業実施要綱」(平成23年5月2日付け23農振第372号農林水産事務次官通知)に規定されており、水田の場合0.1%(Cl 100mg/100g 土)以上、畑の場合0.05%(Cl 50mg/100g 土)以上としている。

### 【参考】

#### (1) 作物の耐塩性

耐塩性は、作物により異なり、耐塩性を超える塩分濃度(作物栽培限界域)になると、作物に生育障害が生じる。主な作物の栽培限界域の土壌塩素濃度は、以下のとおり。

「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)(抜粋)

作物名	土壌中Cl(mg/100g)	備考
ニンジン	50	塩素濃度 0.05%
レタス	50	〃 〃
タマネギ	60	〃 0.06%
バレイショ	60	〃 〃
ハクサイ	60	〃 〃
ホウレンソウ	70	〃 0.07%
トマト	70	〃 〃
ダイコン	70	〃 〃
ネギ	70	〃 〃
水稲	100	〃 0.1%

#### (2) 「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)

- ・水稲 農地の表土の塩素濃度:0.1%以上 (Cl 100mg/100g 土)
- ・畑作物 農地の表土の塩素濃度:0.05%以上 (Cl 50mg/100g 土)

(参考) 塩素濃度は、土の炉乾燥質量に対する含有塩素イオン(Cl)重量を百分率で表したものをいう。

## 5. 除塩工

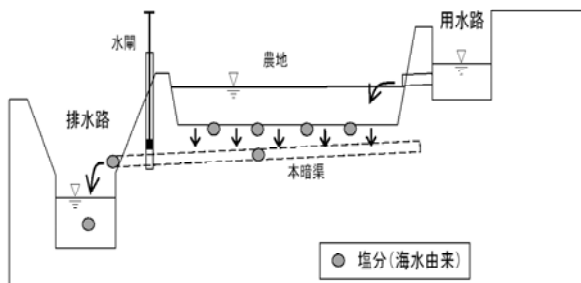
### 5.1 除塩の方法

除塩の方法は、「2. 除塩の基本的な考え方」に示すとおり、土壌中の塩分を下方に押し流す方法（縦浸透法）と、土壌中の塩分を湛水している水に溶出させほ場の水尻から排水する方法（溶出法）とがある。その選択にあたっては、土壌の塩分の影響深度、土壌の透水性、ほ場の地下水位等を総合的に勘案し決定する。

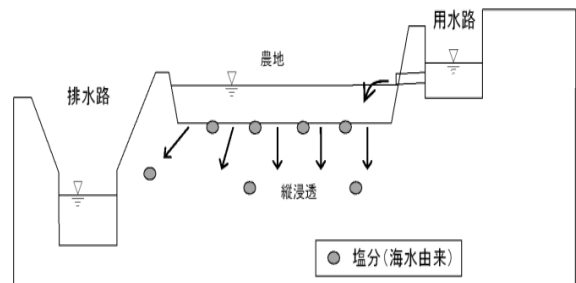
#### 【解説】

- (1) 既に暗渠が施工されているほ場や砂質土壌のほ場など、排水性が良好で縦浸透が十分期待できるほ場では、縦浸透法による除塩が効果的である。

(既に暗渠が設置されている場合)

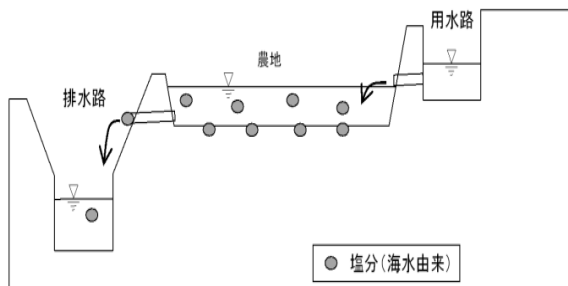


(ほ場の排水性が良好な場合)

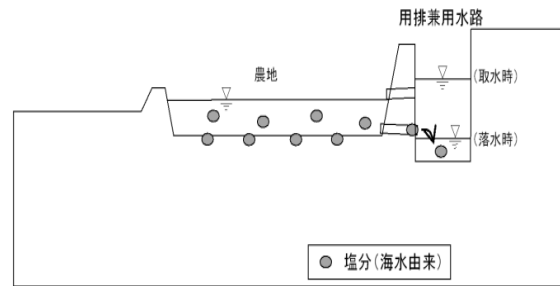


- (2) 海水による塩分の影響が作土層の表層部分に留まっているほ場や、地下水位が高く、暗渠が未整備で排水性も悪く縦浸透による除塩効果が期待できないほ場では、溶出法による除塩を検討する。

(塩分の影響が表層部分に留まる場合)



(地下水位が高く、用排兼用の場合)



- (3) 除塩の標準的な作業フローを図-1及び図-2に示す。

図-1 除塩作業フロー(水田の場合)

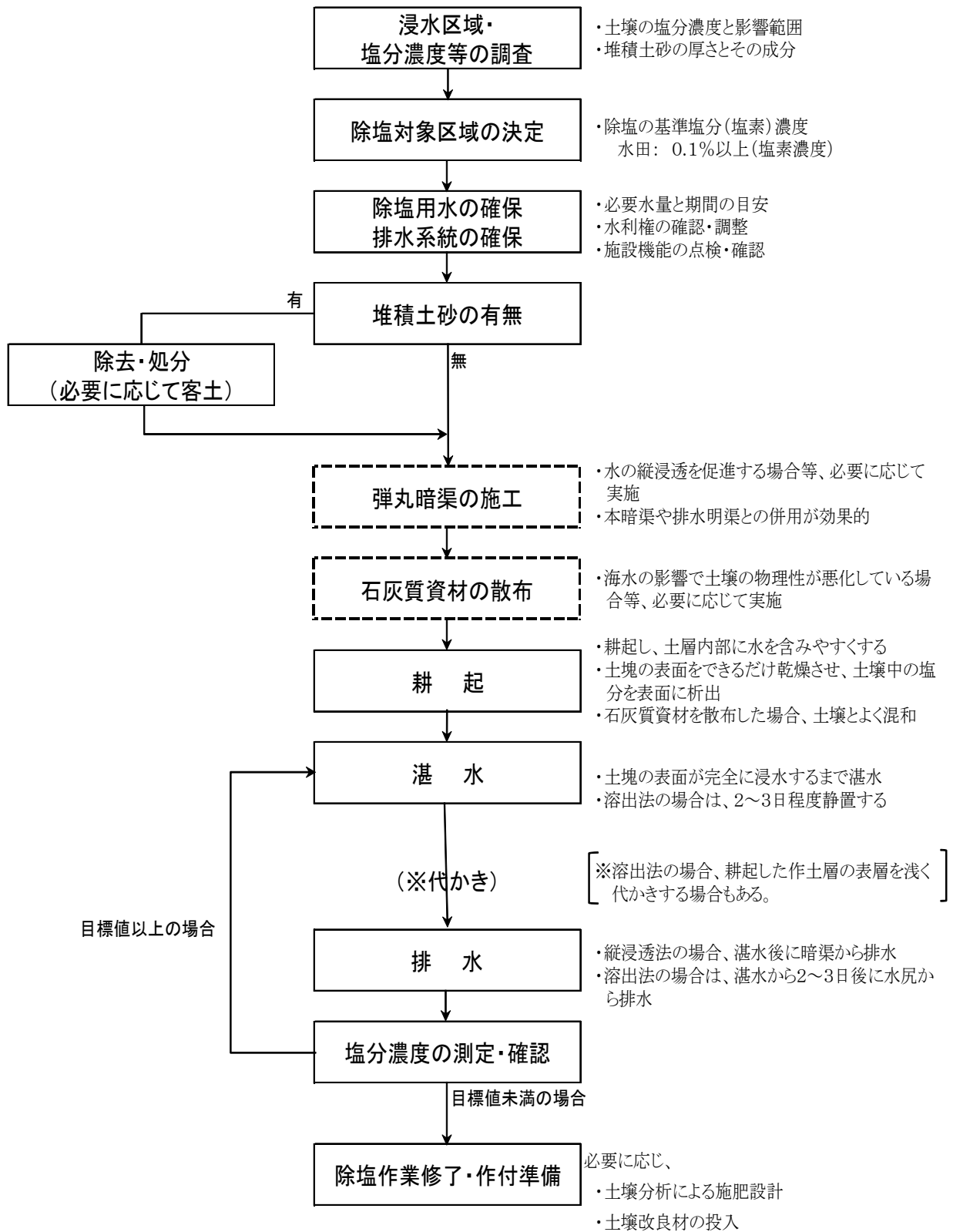
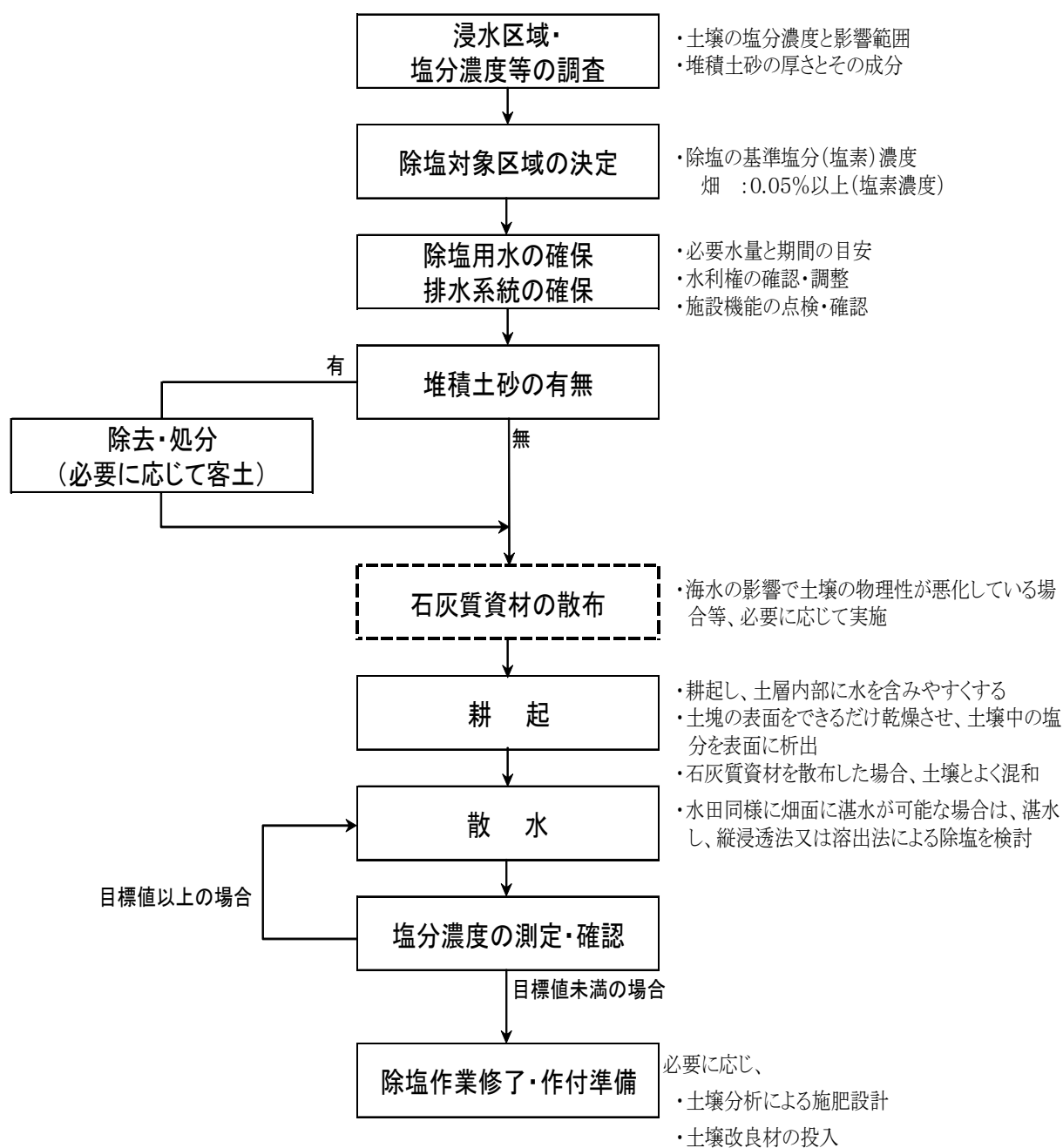


図-2 除塩作業フロー(畑の場合)



## 5.2 用排水施設機能の確認等

### 5.2.1 用排水施設機能の確認及び用排水の管理

除塩作業は、臨時的に多くの用水を必要とし、その排水が伴う。このため、用排水に関する既存の権利や慣行に影響を与えるケースも想定されることから、除塩対象工区内はもとより、当該対象工区の上下流の関係者と除塩に関する実施時期、予定期間、方法などについて、予め十分調整する必要がある。

また、除塩作業については、排水に多量の塩分が含まれることが想定されることから、作業が完了したほ場に再び塩水が流入することがないように、特に下流の作付計画には十分留意する。

#### 【解説】

##### (1) 基本事項

津波により冠水した地域は、塩害のほか、用排水路や排水機場等の農業水利施設にも大きな被害を受けた地域が多い。このため、農地の除塩に際しては、まずは地区内の用排水施設の復旧対策を優先し、用水量の確保とともに通水に不可欠な用排水機能の回復を図る。特に海岸近傍の農地は、地盤沈下等による相対的な地下水位の上昇や地下水への海水の浸入が懸念される。

このため、特に機械排水に依存している地域においては、機械排水機能の回復を図り、地区内の地下水位の低下を図った上で、除塩作業を実施した方が効率的であり、除塩効果も大きい。

##### (2) 用水系統

水源から除塩対象ほ場までの導水施設を点検し、除塩用水の供給に支障がないか確認する。また、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は、土砂を撤去した後除塩用水を用いて用水路内をフラッシングし、塩分を排除する。

除塩の湛水作業時間は、除塩用水量(概ねしろかき用水量)と末端水路の通水量により決まることから、予め地区内の関係者間で、除塩に関するブロック割とその面積、ブロック毎の除塩の順番等について調整することにより、輪番かんがいの採用を含め短期間で効率的な配水が可能となる場合もある。

##### (3) 排水系統

除塩作業に伴う排水が下流地域に影響を与えることがないか、排水系統及び施設機能について現地を確認する。

また、用排水兼用地域や反復利用地域において、除塩対象工区の下流側の地域で作付を行っている場合は、収穫後に除塩作業を行うなど、関係する地域間で、除塩の実施時期や用排水分離の可能性について事前に調整する。

## 5.2.2 除塩用水の必要量

縦浸透法、溶出法いずれの場合も、耕起した土壌が完全に浸水する深さまで湛水する必要があり、湛水～排水までの1サイクルに要する用水量は、概ね代かき用水量相当とされている。

### 【解説】

- (1) 除塩の用水は 耕起した土壌の表面が完全に浸水する深さまで湛水させるものとし、その1回の湛水量は代かき用水量相当とされている。一般に、整備された乾田の代かき用水量は120mm～180mmとされている(『土地改良事業計画設計基準計画「農業用水(水田)」(p.40)』)が、用水量はほ場の条件により大幅に異なることもあるため、実施に当たっては、ほ場ごとの実態等を踏まえ判断する。
- (2) また、かんがい用水を除塩用水として利用する場合は、事前に、現行の水利権の内容を十分確認するとともに、除塩の場所、面積、除塩用水の取水量、現行水利権許可量等を記した取水計画を作成し、水利権許可権者の了解を得る。

## 5.3 堆積土砂の除去

津波により海底の土砂がほ場に堆積している場合は、ほ場外に除去することを基本とする。

### 【解説】

- (1) 農地に堆積した海底の土砂は、高濃度の塩分を含む場合が多いため、農地から除去することを基本とし、その処分先についても関係機関と事前に調整を図る。なお、堆積厚が小さく、耕土にすき込んで対応可能と判断する場合は、関係農業者の合意を得た上で通常の除塩作業で対応する。
- (2) 堆積土砂の除去作業により、ほ場の作土層の一部が不可避免的に除去される場合は、客土により補填する。

## 5.4 弾丸暗渠の施工

縦浸透法を選択する場合は、土壌の透水性(排水性)が除塩効果に大きく影響することから、弾丸暗渠や心土破碎の施工を検討する。

特に、本暗渠(図-3参照)が整備され、乾田化が図られているほ場の場合は、補助的に弾丸暗渠を設置することにより暗渠の排水機能が助長され、除塩効果が増大する。

また、本暗渠が未整備の場合であっても、弾丸暗渠や心土破碎を実施することにより、土壌の透水性が増大し、除塩効果も増大する。

さらに、弾丸暗渠を施工し、ほ場の排水性を良好に保つことにより、雨水による除塩効果の促進が期待できることから、弾丸暗渠を施工する場合は、できるだけ早い段階で施工することが望ましい。

なお、施工機械の能力等により弾丸暗渠の施工深度が限られてくることから、予め弾丸暗渠の施工深度等を十分検討の上、施工機械を選定する必要がある。

### 【解説】

(1) 弾丸暗渠は、トラクタ等で砲弾状のモールドを牽引することにより土層に孔を開け、本暗渠や明渠に接続させる。土壌中の水分は弾丸暗渠の施工により形成されたスリットや亀裂を通じて弾丸暗渠孔に集水され、本暗渠や明渠を通じて排水される。弾丸暗渠は、一般的に本暗渠の疎水材と交差できる位置に設置され、本暗渠に直交する方向に2m～6m程度の間隔で配置される例が多い。弾丸暗渠や心土破碎を実施し、土壌の透水性を良好に保つことにより、降雨による除塩の効果も期待できる。

弾丸暗渠の設置間隔や設置深については、本暗渠の設置間隔、吸水管や疎水材の設置深、土壌の透水性等を総合的に勘案し決定する。

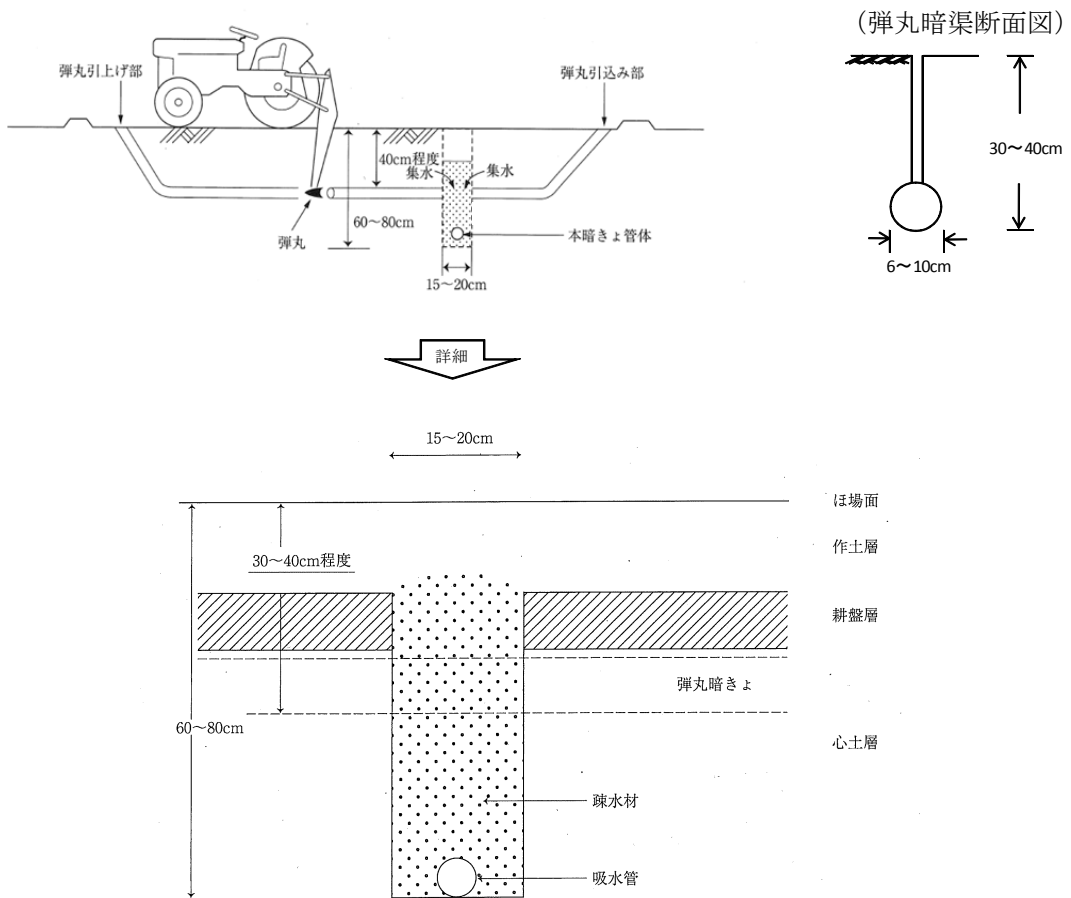
(2) 本暗渠が設置されているほ場においては、弾丸暗渠の施工により、その機能が向上することから、除塩の効果が高くなる。このため、弾丸暗渠の施工深度が浅く本暗渠疎水材に接続できない場合には、除塩効果が十分発揮されず、反対に施工深度が深すぎると、本暗渠吸水管を引き上げたり破損したりするおそれがあることから、その施工深度には十分留意する必要がある。

(3) 弾丸暗渠施工機械の選定の目安(図-3参照)

- ① 作土層直下に本暗渠の疎水材を埋設している場合(弾丸暗渠施工深度30cm程度)は、出力14.7KW(20PS)～22.1KW(30PS)級程度のホイール型トラクタで施工が可能。
- ② 本暗渠疎水材の埋設深が30～50cm程度の場合は、出力44.1KW(60PS)級程度以上のクローラ型トラクタが必要。

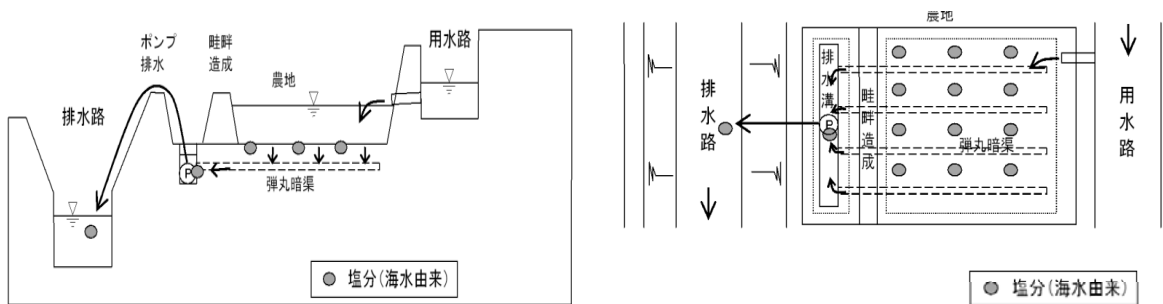


図-3 本暗渠が整備されている場合



(4) また、暗渠が未整備のほ場に弾丸暗渠を設置する場合、弾丸暗渠の設置間隔や設置深については、土壌の透水性、地下水位等を総合的に勘案し、決定する。(図-4参照)。

図-4 本暗渠が未整備の場合

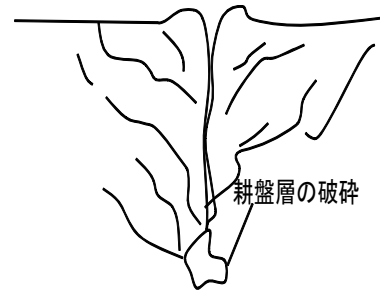


(5) 本暗渠が整備又は未整備のいずれの場合でも、弾丸暗渠や心土破碎の施工に当たっては、予め農業者の了解を得る必要がある。

#### (参考)心土破碎

サブソイラによって耕盤を破碎し、下層に多くの亀裂を発達させ、下層土の粗孔隙を増やし、下層土の透水性を増進する工法である。最近ではサブソイラで弾丸暗渠を施工する事例もみられる。

※サブソイラとは、土壌の表面は耕起せず、破碎爪により心土を破碎する機械をいう。



## 5.5 石灰質資材散布

海水に含まれるナトリウムイオンの影響で土壌がナトリウム粘土化し、土壌構造の単粒化や固結化などの進行により、土壌の透水性が著しく低下している場合は、石灰質資材を散布し、悪化した土壌の物理性を改善した上で除塩する。

### 【解説】

(1) 海水の影響で土壌がナトリウム粘土化し、透水性が低下しているほ場については、石灰質資材を散布し土壌とよく混和することにより、粘土粒子に付着したナトリウムイオンが土粒子から引き離され、水で流れ易くなる。ナトリウムイオンが土粒子から分離されることになり、土壌の物理性も改善される(「2. 除塩の基本的な考え方」参照)。

(2) 一般的に用いられている石灰質資材には、炭酸カルシウムや硫酸カルシウム(石膏)などがある。アルカリ土壌には土壌のpH値を上げない硫酸カルシウムが用いられる例が多く、酸性土壌には炭酸カルシウムを利用する例が多い。施用量はいずれの場合も100~200kg/10a程度を目安とし、土壌特性に応じて決定する。

なお、石灰質資材は、除塩後の土壌のpH値に影響を与える場合がある。このため、資材の種類や施用量については、地方公共団体の普及センターや農業関係機関の営農指導部門の指導の下に決定するとともに、予め農業者の了解を得る。

## 5.6 耕起

耕起は、土壌と石灰質資材の混和や除塩用水が土壌に浸透しやすくするために行う。

ロータリ耕耘による耕起作業が一般的だが、深耕する場合にはプラウによる耕起も検討する。また、耕起後は、土壌中の塩分を土塊表面に析出させるため、土塊を乾燥させた方がよい。

### 【解説】

(1) 耕起は除塩能率を高める上で必要な作業であり、除塩用水が土壌に浸透しやすくするため、湛水前に作土層を耕起する。また、石灰質資材を散布した場合は、耕起作業により石灰

質資材と土壌を良く混和する。

- (2) 耕起後は、土壌の空隙確保や塩分を土塊の表面に析出させるため、耕起した土塊の表面をできるだけ乾燥させた方がよい。土壌乾燥は、団粒化促進にも大きな効果がある。

## 5.7 湛水及び排水

水田の場合は、耕起後、土塊が完全に浸水する深さまで湛水し、縦浸透法や溶出法に応じた排水を行い、排水後に土壌の塩分濃度を測定する。塩分濃度が目標値に達するまで湛水から排水に至る工程を繰り返す。

また、畑地の場合は、散水による除塩とするが、湛水が可能な場合は水田と同様な除塩方法を検討する。

### 【解説】

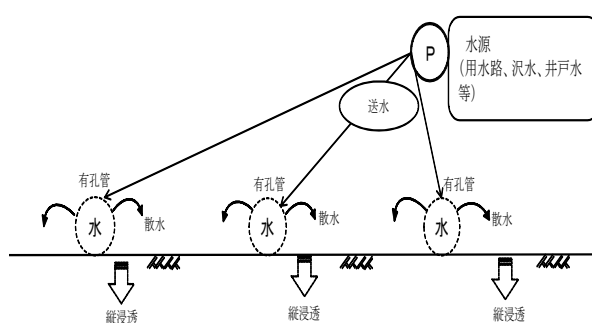
- (1) 縦浸透法の場合は、ほ場を耕起後、水尻や暗渠(整備されている場合)の水閘を閉め、耕起土塊が完全に浸水する深さまで湛水した後、暗渠の水閘を開き、水を土壌中に浸透させ排水する。この場合、土壌中の塩水を確実に下方へ押し流すために水尻からは排水しない。排水後は、土壌中の塩分濃度(電気伝導度)を測定する。塩分濃度が目標値を上回っている場合は、塩分濃度が目標値に達するまで湛水から排水に至る工程を繰り返す。

溶出法については、湛水までの工程は縦浸透法と同様であるが、排水方法が異なる。溶出法では、土壌が完全に浸水するまで湛水した後、2~3日程度静置して土壌中の塩分を湛水中に溶出させた後、それらをほ場の水尻から排水する。

- (2) また、縦浸透法の場合は、浸透抑制作用のある湛水攪拌(代かき)は実施しないが、溶出法の場合は、耕起した作土層の表層を浅く攪拌する場合もある。湛水攪拌した場合は、極力濁水を排出しないように攪拌後の静置期間に留意する。

- (3) 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。畑面に湛水可能な場合は水田同様に湛水し、縦浸透法又は溶出法による除塩を検討する。

(畑の散水除塩のイメージ図)



- ① ほ場内に有孔管を設置
- ② ほ場に散水(用水ポンプ等と有孔管をつなぐ)
- 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 塩分濃度の確認(目標値以上の場合は②へ)

## 6. 除塩の施工事例(水田の場合)

### ①海水浸入による塩害農地



### ②弾丸暗渠の施工



### ③石灰質資材の散布、耕起



### ④湛 水



※「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

(注)これらの一連の作業のうち、現地の状況に応じて必要な作業を組み合わせ実施する。

## 参考文献

- 1) 土壤肥料講座 朝倉書店 小西千賀三、高橋治助
- 2) 津波による浸水を受けた低平地水田の除塩対策  
独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究所
- 3) 除塩の基礎 土壤の物理性第29号 土壤物理研究会 宮本征一、長堀金造
- 4) 塩類が集積した水田の暗渠排水を利用した急速除塩技術  
農業土木学会誌 第70巻第7号 兼子建男、村川雅己、小財伸、身次幸二郎
- 5) 水田における台風高潮災害の除塩技術 水と土 第133号 兼子建男
- 6) 平成11年台風18号による塩害対策  
水と土 第121号 河田直美、有好利典、大内英司
- 7) 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
- 8) 台風18号技術対策資料集 平成18年 熊本県 八代農業改良普及センター