

2 福原輪中の塩害防止に関する検討

第1 はじめに

1 検討の必要性と目的

- ・ 開門調査の実施にあたっては、“塩害についての関係者が存在することから、これらの関係者に納得のいく説明を行い、理解を得るように努めなければならない”と長良川河口堰プロジェクトチーム報告書（以下、「報告書」という。）において愛知県知事へ提言がなされている。
- ・ また、報告書においては、開門調査などの河口堰の運用によって、堰上流域に塩水が遡上するような場合には、塩害が発生するのではないかという住民の不安に応える必要があるとして、現在は長良川の水（堰上流域の淡水）を利用して農業を営んでいる愛知県愛西市福原地域（福原輪中）を対象とする“福原輪中についての塩害防止に関する調査”が愛知県の率先的行動に位置付けられている。
- ・ 平成25年10月17日に開催された、愛知県長良川河口堰最適運用検討委員会（以下、「検討委員会」という。）と福原地域の地元の農業者との意見交換会においては、農業者の方々から塩害に対する不安の声が多く出されている。

参考：福原地域の地元の方との意見交換会及び現地視察（H25.10.17）

（委員）開門調査に対しての不安、心配、ご意見などお聞かせ願いたい。

（地元）まずは、農業用水の水源の確保である。また、地下水に塩分が入り、毛管現象のような形で地表に上がって農作物に塩害が発生することも懸念される。

（委員）検討にベストを尽くしたい。それによって得られる結論は、人によっては不満に思うところがあるかもしれないが、それについてもきちんと説明ができるよう、十分に整理してまいりたい。

- また、検討委員会委員からは、開門調査にあたっては、地元の不安解消が必要との意見が出されている。

**参考：第 19 回愛知県長良川河口堰最適運用検討委員会利水チーム打合せ
(H28.5.17)**

(委員) 開門にあたっては地元の「不安解消」が一番の課題。昔からやっていたから大丈夫ではダメ。

- 一方、福原地域では、長良川河口堰が堰上流域に塩水を遡上させないように運用されていることから、堰運用開始後は塩害の発生の危惧が無くなり、アオ取水の技術を含めた塩害に対する知見などの継承が途絶えることとなった。
- このため、庁内検討チームでは、“福原輪中についての塩害防止に関する調査”として、福原輪中の現状やアオ取水の方法や塩害に対する知見の収集などを平成 24 年度より実施しており、平成 27 年度までに地域の現状把握や必要となる事前調査の内容、農業用水の代替水源の確保に係る課題の整理等を実施した。
- また、平成 28 年度からは、塩害に係る知見・情報を幅広く調査しており、今年度は一般的な知見の整理の一環として、塩害に対するソフト対策について調査を行うこととする。

2 これまでの検討経過

(1) 平成 24 年度の検討の概要及び結果

- ・ 「1 検討の必要性と目的」で述べたように、報告書において“塩害についての関係者が存在することから、これらの関係者に納得のいく説明を行い、理解を得るように努めなければならない”とされている。
- ・ このため、福原地域の開門調査前における土壌・水の状態及び作物、特に水稻の収量を把握し、開門調査開始後に変化が生じた場合と比較検討が行えるようにする必要がある。
- ・ 平成 24 年度は、福原地域の営農状況、河口堰運用開始前後の取水状況を調査するとともに、開門調査により想定される影響について考察した。

【平成 24 年度結果】

(1) 地域の現状とかんがいの実態

- ・ 福原地域とは、長良川に水利権を持つ福原用水掛かりの福原輪中地区と、河川の水利権がなく地区内水路への浸透水を利用している福原新田地区をいう。

○ 福原輪中地区：農地面積 23.1ha　うち水田 6.4ha をかんがい
(参考) H23 実績　水稻作付 5.8ha

○ 福原新田地区：農地面積 6.5ha　うち水田 5.6ha をかんがい
(参考) H23 実績　水稻作付 1.0ha、転作 3.7ha

(2) 河口堰運用開始前後の取水状況

- ・ 河口堰運用前はアオ取水が行われていた。
- ・ 河口堰運用後は淡水化により必要な時に長良川から取水している。

(3) 開門調査により想定される影響

- ・ 開門調査によりアオ取水が必要となる。
- ・ アオ取水の実施に伴い塩分測定が必要となるなど、取水管理の労務が増加する。
- ・ 地区内水路への塩分浸透、土壌内の地下水の塩分量増加で塩害が発生する恐れがある。
- ・ 塩害発生に備え、開門調査前に土壌や水質の事前調査を実施する必要がある。

①水質調査（かんがい水・地下水）

②土壌調査（塩分濃度等）

③作物影響調査（水稻の収量等）

(2) 平成 25 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 25 年度は平成 24 年度の検討において、“開門調査開始後に変化が生じた場合に調査前と比較検討を行う必要がある”との結果を得たことから、福原地域の土壌・水環境に係る事前調査計画について検討を行った。
- ・ また、代替水源の確保対策などについても調査・検討を行った。

【平成 25 年度結果】

(1) 事前調査計画について

- ・ 事前調査として測量、水質、土壌、水稻影響調査が必要となる。
- ・ 地域の農業関係者に十分な説明を行い、理解を得た上で、代替水源の確保対策、風評被害の防止対策、除塩対策等に係る調整、協議を了する必要がある。
- ・ また、データは数年かけより多くのデータを収集する必要がある。

(2) 代替水源の確保対策について

- ・ 代替水源対策としてアオ取水、地下水の利用、木曾川用水からの導水、海水淡水化施設、水道水の活用がある。
- ・ 概算建設費を比較した結果、アオ取水が安価となった。
- ・ 概算維持管理費では地下水の活用が安価となった。
- ・ アオ取水では地域の水利用の状況や長良川の水位、水質等のきめ細やかな把握など、高度な用水管理が必要となる。
- ・ 地下水の活用では、揚水規制区域であることや、塩水化の懸念、必要量の確保が担保されないなどの課題がある。

(3) 平成 26 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 26 年度の検討は、短期間（5 年未満）で開門調査を実施する場合や調査期間別（かんがい期・非かんがい期）の対策などについて検討・整理を行った。
- ・ また、平成 25 年度に検討を行った代替水源の確保対策の中で“アオ取水”による対策が経済的に優れていることから、アオ取水を再現するための基礎資料収集を行った。

【平成 26 年度結果】

(1) 短期間での調査や機関別における対応

- ・ 開門調査期間が短期の場合に、恒久的な代替水源施設（井戸や管水路等）を設置することは、整備費用の負担や、その後の維持管理、財産の取扱などの課題が多い。
- ・ このため、アオ取水による水源の確保が有力な選択肢となる。
- ・ 調査期間に関わらず、測量等の事前調査及び地下水等のモニタリング調査は必要。
- ・ 調査期間に関わらず、必要に応じて作物補償・除塩対策は必要。
- ・ 非かんがい期（10 月～3 月）の場合は、代替水源は不要。

(2) アオ取水再現のための基礎資料収集

- ・ アオ取水は大潮時、小潮時ともに行われていた。
- ・ 取水を実施した時間帯（時刻）については記録が残されておらず不明。

(4) 平成 27 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 27 年度の検討は、平成 26 年度に検討を行った“アオ取水”について引き続き行うこととし、現地での聞き取りや他地区の事例収集を行った。

【平成 27 年度結果】

(1) アオ取水についての現地での聞き取り結果

- ・ 取水方法等を記載したマニュアルや文献等は残されていない。
- ・ 取水は主に干満の大きい大潮時に行われていた。時間帯は主に朝方。
- ・ 取水は水位が上昇してくるタイミングに実施。
- ・ 塩分濃度は舌でなめて実施。
- ・ 過去に塩害が発生したことがある。
- ・ 地元農家は、アオ取水の再現は難しいとの見解。

(2) アオ取水に係る他地域の事例収集

- ・ 筑後川水系、高須輪中におけるアオ取水の事例を文献により収集

(5) 平成 28 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 28 年度の検討は、塩害について農業者の方に分かり易い説明が行えるよう、塩害に係る一般的な知見の収集として、“塩害の発生メカニズムや塩害の発生事例の収集”などを行った。

【平成 28 年度結果】

(1) 塩害の概要及び発生のメカニズム

- ・ 塩害とは、土壌中の塩分濃度が上昇し、作物の収量や品質に悪影響が出ることをいう。
- ・ 一般に塩害の発生しやすいのは、海の近くで地盤が低く、水はけの良くない地域。
- ・ 塩害は「塩水化した用水を取水し、かんがいする場合」、「高潮や強風、津波により海水が直接浸入する場合」、「地盤の液状化により塩分が混入した土壌が噴砂する場合」、「塩水化した地下水が上昇する場合」に分類される。

(2) 塩害の発生事例の収集

- ・ 塩害の分類ごとに事例を収集

①茨城県北浦常陸利根川沿岸

塩水化した用水をかんがいしたことによる塩害

②九州・山口地方

高潮や強風、津波により海水が農地に直接侵入したことによる塩害

③茨城県稲敷市

地盤の液状化により海水由来の塩分が混入した土壌が噴砂したことによる被害

(6) 平成 29 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 29 年度の検討は、平成 28 年度に引き続き、塩害に係る一般的な知見の収集を行うこととし、“塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知見について ～ハード面での一般的な事前措置（対策方法）について～” の事例収集などを行った。

【平成 29 年度結果】

- ・ 塩害の要因は「誤取水」、「海水飛散」、「地下水上昇」など複数あり、要因毎にハード面での事前措置（対策方法）は異なる。
- ・ 対策の目的を「取水する農業用水の塩分濃度を、関係者が常時把握できるようにする」、「台風や、強風により海水が巻き上げられ、農地に侵入することを防ぐ」、「塩水化した地下水の侵入を防ぐ」、「地下水位の上昇を防ぐ」、「毛管上昇を抑制して蒸発を軽減させる」に区分した場合の目的毎の対策方法は次ページのとおり。

○目的毎の対策方法（ハード面での一般的な事前措置）

対策方法	対策の目的	主な施工方法
1. 塩分濃度モニタリングシステムの設置	取水する農業用水の塩分濃度を、関係者が常時把握できるようにする	塩分濃度測定器と観測データを蓄積・送信する機器等を設置
2. 防潮堤の設置	台風や、強風により海水が巻き上げられ、農地に侵入することを防ぐ	堤防を設置
3. 防風ネットの設置	同上	—
4. 防風林の設置	同上	—
5. 地下への止水壁の設置	塩水化した地下水の侵入を防ぐ	鋼矢板等を不透水層まで打設
6. 潮游池（潮受け水路）の設置	同上	干拓地の潮止め堤防背後に淡水の池（水路）を設置
7. 盤上げ客土	地下水位の上昇を防ぐ	現況地盤に良質な作土を投入
8. 暗渠の設置	同上	有孔管の埋設や、ほ場面の地下にモミガラで水みちを設置
9. 地下かんがいシステムの設置	同上	有孔管と制御器からなる地下水位制御システムを設置
10. キャピラリーバリアの設置	毛管上昇を抑制して蒸発を軽減させる	作土層と地下水面の間に礫層などを敷設
11. マルチング	同上	わら、枯れ葉、礫、砂などを地表面に敷設

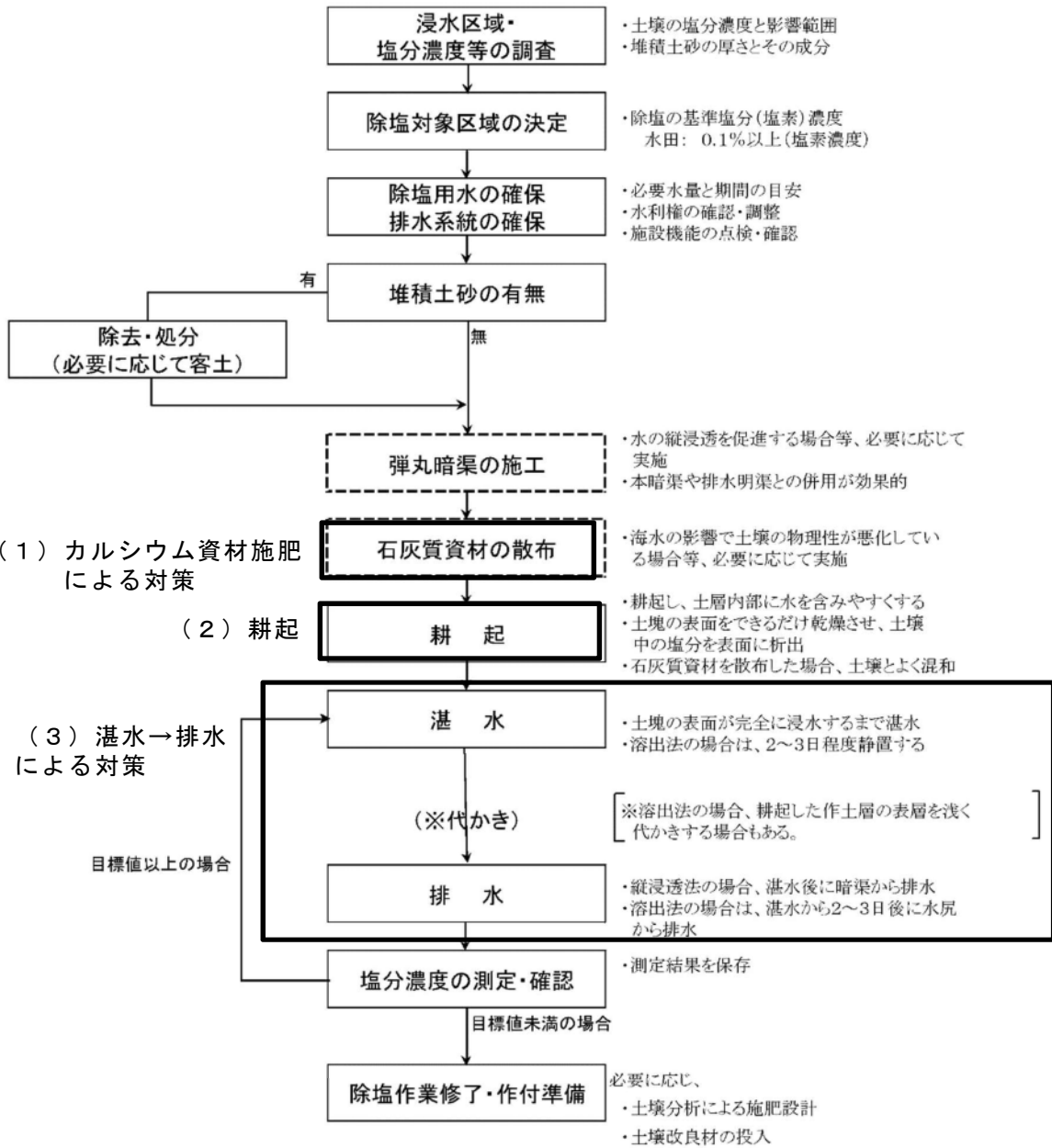
(7) 平成 30 年度の検討の概要及び結果

- ・ 平成 30 年度の検討は、平成 28 年度、平成 29 年度に引き続き、塩害に係る一般的な知見の収集を行うこととし、“塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知見について ～ハード面での一般的な事後措置（対策方法）について～”の事例収集などを行った。

【平成 30 年度結果】

- ・ 除塩の基本は、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除去することであり、土壌中に残留する過剰な塩分は十分な量の真水で洗い出すことが基本。
 - ①ほ場を湛水→排水させて行う
 - ②湛水→排水による対策には縦浸透法と溶出法がある
 - ③縦浸透法には弾丸暗渠を施工すると効果的である
- ・ 除塩作業については、農林水産省農村振興局より農地の除塩マニュアルが公表されており、フローについては次ページのとおり。

除塩作業フロー（水田の場合）



（除塩作業実施の際の留意事項）

- ・ 除塩対象区域の決定のための測定後、除塩作業の着手までに相当の日数が経過し、農地の塩分（塩素）濃度が降雨等の影響により低下することが見込まれる場合には、除塩作業の開始前に塩分（塩素）濃度を再測定して除塩作業の実施の必要性を検討すること。
- ・ 除塩作業が適切に行われているかを確認するために必要な施工写真や作業後の塩分（塩素）濃度測定結果等の書類を確実に整備すること。

3 令和元年度の検討事項

(1) 塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知見について
～ソフト面での一般的な措置（対策方法）について～

- ・ 令和元年度は、平成 28 年度から検討を継続してきた“塩害について農業者の方に分かり易い説明が行えるよう、塩害に係る一般的な知見の収集”を行うこととし、“塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知見について～ソフト面での一般的な措置（対策方法）について～”の事例収集や検討・整理を行うこととする。
- ・ 今回の検討は、先に述べたとおり、ソフト面からの塩害に係るリスクマネジメントについて調査・検討することとし、調査の方法は、これまでと同じく、インターネットや文献などにより事例を収集し、それらについて検討・整理・考察を行うこととする。

(2) 除塩作業における費用対効果について

- ・ 本年度の庁内検討チームの調査内容について、検討委員会の旧利水チームと意見交換を行った際に、委員から「近年災害が多く発生しており、除塩については事例が増えていると思う。費用と被害状況についてしっかり情報収集し、費用対効果などを調査すべき。」との意見が出された。
- ・ このことを受け、庁内検討チームでは、本年度、近年の災害における除塩に係る費用対効果について、インターネットなどによる調査を行うこととした。

(3) その他

- ・ なお、本年度の検討に先立ち、検討内容について、愛知県長良川河口堰最適運用検討委員会へ説明し、確認をいただいている。

第2 塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知識について

～ソフト面での一般的な措置（対策方法）について～

1 本調査におけるソフト対策の定義

- ・ 「第1 はじめに」の「2 これまでの検討経過」で述べたとおり、「塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知識について～ハード面での一般的な事前措置（対策方法）について～」を平成29年度に調査し、「塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知識について～ハード面での一般的な事前措置（対策方法）について～」を平成30年度に調査した。
- ・ 塩害発生に係るハード面での一般的な対策方法は、事前対策ならば「防潮堤の設置」「防風ネット、防風林の設置」「地下への止水壁の設置」「盤上げ客土」「暗渠の設置」「地下水かんがいシステムの設置」などがあることが判明し、事後対策ならば除塩作業があり、「浸透水により土壌中の塩分を除去する方法（縦浸透法）」と「土壌中の塩分を湛水中に拡散溶出させ排水する方法（溶出法）」があることが判明した。
- ・ 本調査においては、通常の営農の範囲内程度、具体的には、耕作者の方が一般的な農作業用機械等で行えると考えられる対策をソフト対策と定義し調査を行った。「地下水かんがいシステムの設置」や「除塩作業」など、これまでに調査したハード対策と重複する対策もあるが、規模、精度の違いなどもあることから、ソフト対策としても調査を行うこととする。

2 調査の方法

- ・ 東日本大震災以降、塩害に関する研究や除塩対策工事が多く実施されており、インターネット上でもその成果を見ることができる。
- ・ このため、今回の調査はネット検索及びその結果に基づく文献や事例の収集等により行うこととした。

3 調査の結果

(1) 概要

- ・ 塩害に係るソフト面での一般的な対策について、ネット検索等により調査を実施した結果、
 - ① 作物による対策
 - ② 営農による対策
 - ③ 施設による対策
 - ④ 補償による対策などかあることが判明した。

[参考文献等]

農地の除塩マニュアル 農林水産省農村振興局

農地の除塩技術の研修会 報告書（財団法人 日本水土総合研究所）

農林水産技術会議HP

用地補償ハンドブック（補償実務研究会）

市町HP（石巻市、仙台市、東松島市、亶理町、南三陸町、山元町）

(2) 作物による対策

ア 概要

- ・ 作物による対策は、耐塩性作物を選んで栽培する方法、土壌中の塩分を植物に吸着させ土壌から塩分を除去する方法(ファイトレメディエーション)、耐塩性品種を開発する方法などがあることが判明した。

イ 耐塩性作物を選んで栽培する方法

- ・ ネット及び文献で耐塩性作物を調査したところ、以下の作物が耐塩性に優れていることが判明した。

〈耐塩性が強い作物(例)〉

①水稲・麦：大麦

②野菜：ハクサイ、ダイコン、ホウレンソウ

③その他：イタリアングラス、ナタネ(ナノハナ)

- ・ また、アブラナ科(葉菜類)が耐塩性に優れているとの記載が多数あり、上記記載の「耐塩性が強い作物(例)」の「野菜」に記載されている「ハクサイ」「ダイコン」はアブラナ科に属する。

- ・ なお、耐塩性作物による塩害対策を行うにあっては、耐塩性作物にも適用できる上限があること、生育ステージによって耐塩性に差異があることなどに留意する必要がある。

- ・ 耐塩性作物による塩害対策は、塩害が発生した農地における事後対策として、作物の収穫が見込める有効な方法と考えられ、予防的な事前対策としても効果は見込めるものと考えられる。

ウ ファイトレメディエーション

- ・ ファイトレメディエーションとは、先述のとおり、土壌中の塩分を植物に吸着させ土壌から塩分を除去する方法で、カドミウム対策などで採用されている。
- ・ ファイトレメディエーションに適用できる作物も耐塩性に優れている必要があり、東日本大震災の津波による被災農地では、「綿花」「菜の花（ナタネ）」などで行われたことが判明した。
- ・ また、この対策方法は塩害が発生した農地への事後対策であり、効果が発生するまでに複数年を要する可能性があることも併せて判明した。

エ 耐塩性品種を開発する方法

- ・ 塩害に対する作物による対策としては、耐塩性品種を開発する方法も具体的な対策として取り上げられている。
- ・ 塩害は世界各地で発生しており、毎年、多くの農地が塩害による被害を受け、耕作ができなくなっているとされている。そのため、耐塩性品種の開発が国際機関等で行われている。
- ・ 日本においては、東日本大震災以降、農業の復興にむけて耐塩性品種開発が盛んに行われている。

(3) 営農による対策

ア 概要

- ・ 営農による対策は、通常の営農を行う作業工程等の中で行える対策とし、作付けの前にはほ場を湛水させて行う除塩作業による対策、作土を土壌改良材により改良することによる対策、土壌や地下水の塩分濃度などを管理することによる対策などがあることが判明した。
- ・ また、水稲における中干しは土壌水分が低下し、EC値が高くなることから長期間の中干しは避けた方がよい(落水程度)ことが判明した。

イ 作付けの前にはほ場を湛水させて行う除塩作業による対策

- ・ 作付けの前にはほ場を湛水させて行う除塩作業については、平成30年度の本調査で、農林水産省農村振興局の「農地の除塩マニュアル」に詳しくまとめられていることが判明したが、改めて、その方法などに述べることにする。

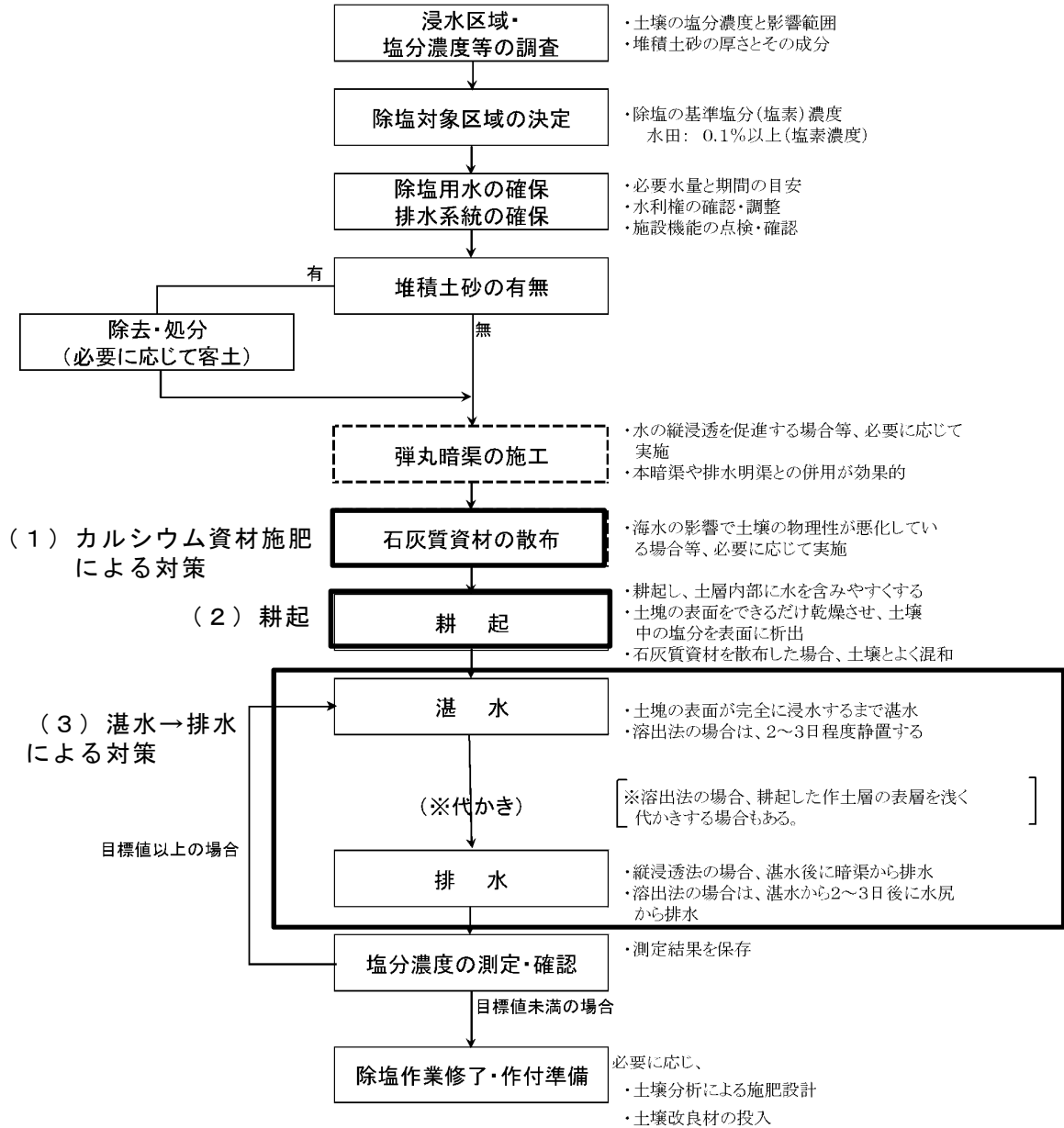
①作業フロー（農地の除塩マニュアル：農村振興局）

- ・ 次ページのとおり。

②本対策における留意事項

- ・ 本対策には、溶出法と縦浸透法とがある。縦浸透法を行う場合は、弾丸暗渠や心土破碎を併せて行うことが望ましい。
- ・ ほ場を湛水させて除塩する本対策は、基本的に水田への活用が見込まれるが、畑地においても実施できる施設等が整備されているなら対応可能とされている。
- ・ 本対策を実施するためには、十分な用水の確保と排水路（排水先）の整備が必要。
- ・ 作土に塩分が残留する可能性がある。

除塩作業フロー（水田の場合）



（除塩作業実施の際の留意事項）

- ・ 除塩対象区域の決定のための測定後、除塩作業の着手までに相当の日数が経過し、農地の塩分（塩素）濃度が降雨等の影響により低下することが見込まれる場合には、除塩作業の開始前に塩分（塩素）濃度を再測定して除塩作業の実施の必要性を検討すること。
- ・ 除塩作業が適切に行われているかを確認するために必要な施工写真や作業後の塩分（塩素）濃度測定結果等の書類を確実に整備すること。

ウ 作土を土壌改良材により改良することによる対策

- ・ 湛水による除塩作業が不可能な農地の除塩対策として、土壌改良材を使用し、作土の土壌構造を団粒構造にし、排水性を高めることにより除塩を促進する方法がある。
- ・ 土壌改良材には、珪藻土、木材チップを活用する方法があることが判明した。
- ・ この対策方法においては、排水溝の設置などの他の対策方法を併用することが望ましいとされている。

エ 土壌や地下水の塩分濃度などを管理することによる対策

- ・ 土壌や地下水の塩分濃度などを管理する方法として、塩素濃度と相関性のある EC 値（電気伝導度）を測定する方法が一般的とされている。
- ・ また、EC 値（電気伝導度）を測定する機器については、ハンディータイプのものが多種販売されており、比較的簡便に入手できると思われる。
- ・ なお、本対策は作物栽培前の土壌の塩分濃度の確認や、栽培後の土壌のモニタリングでの利用においては効果があると考えられるが、土壌から塩分を除去する対策ではないので、土壌中に塩分が存在する場合は塩分除去の対策を実施する必要がある。

(4) 施設による対策

ア 概要

- ・ 施設による対策は、作土やかんがい水に塩害の発生が懸念されるものを使用しないような栽培方法に変更することによる対策で、養液栽培や養液土耕栽培を新たに採用することによる方法があることが判明した。

イ 土耕栽培から養液栽培や養液土耕栽培に変更することによる方法

- ・ 養液栽培とは、土を使わずに水に肥料をとかした養液により作物を栽培する方法で、代表的な栽培方法として、水耕栽培や固形培地耕栽培がある。

①水耕栽培：培地を使わずに水と液体肥料で作物を栽培する方法

②固形培地耕栽培：土の替わりになる培地に作物を栽培する方法

- ・ 養液土耕栽培とは、養液栽培の培地に土を使用する栽培方法で、土耕栽培と養液栽培の中間的な栽培方式である。
- ・ 養液栽培、養液土耕栽培ともに、規模に応じた施設整備が必要なり、相応の初期投資が必要となる。
- ・ また、栽培する作物についても、どの作物でも栽培できるのではなく、施設の構造や作物の特性から制約がかかる。
- ・ 一方で収量の増加や品質の安定化、作業の省力化などの長所が数多くある。
- ・ 東日本大震災で被災した塩害農地において、塩害対策として水耕栽培等の導入も行われている。

(5) 補償による対策

ア 概要

- ・ 塩害が発生した場合に、営農の中断、もしくは作止めを実施し、農業者に対し金銭による補償を行うものである。

イ 補償額の算定方法

- ・ 公共用地の取得に伴う損失補償基準第 47 条、細則第 30 第 2 号によると農業休止による補償額は
「休止前の所得相当額－休止後においても得られる予想所得相当額」とされている。
- ・ ここで、所得相当額とは農業粗収入から農業経営費（自家労働の評価額を含まない）を控除した額であり、農業粗収入とは過去 3 年間の平均収穫量を基準とし、補償時の農産物価格により算定される。
- ・ また、農業経営費とは種苗費、肥料費、諸材料費、防除費、水利費、畜力費、建物費、農具費、雇用労働費、借入資本利子、地代その他の経費とし、自家労働の評価額及び自己資本利子見積額は経費に算入しないこととされている。
- ・ すなわち、作付け前であれば過去 3 年間の平均収穫量及び農産物価格から種苗費などの諸経費を引いた純利益相当額を補償し、収穫直前であれば、平均収穫量及び農産物価格から算定した額を補償することとなり、塩害が発生する時期により補償額が異なることが判明した。
- ・ また、塩害の発生が心配される場合は、事前に作止めによる補償を行うことも可能と考えられる。

4 まとめ

- 塩害に係るソフト面での一般的な対策は、次のようなものが考えられる。
 - ① 作物による対策：耐塩性作物の栽培（農作物として収穫）
ファイトレメディエーション
耐塩性品種の開発
 - ② 営農による対策：ほ場を湛水させて行う除塩作業の実施
土壌改良材による作土の改良
土壌や地下水の塩分濃度の管理
 - ③ 施設による対策：養液栽培、養液土耕栽培への転換
 - ④ 補償による対策：金銭による補償

- 上記の対策は、塩害が発生する前段階で予防的に実施できる対策と発生後に事後対応としてしか実施できない対策がある。

- また、ある程度の塩分（Na）を許容できる対策とそうでない対策とがある。

- これらを整理すると次ページの表のとおりになると考えられる。

< 塩害に係るソフト対策一覧 >

区 分		対策実施時期		対策実施前の 塩分の許容	対策実施後の 塩分の有無
		事前対応 (予防措置)	事後対応		
作物による対策	耐塩性の作物栽培	○	○	少	少
	ファイトレメディエーション	×	○	少	無
	耐塩性品種の開発	○	×	少	少
営農による対策	湛水による除塩作業の実施	×	○	多	無
	土壌改良材による作土の改良	×	○	多	無
	土壌・地下水の塩分濃度管理	○	×	多	—
施設による対策	養液・養液土耕栽培への転換	○	○	多	有
補償による対策	金銭による補償	○	○	多	有

第3 除塩作業における費用対効果について

1 経緯

- ・ 本年度の庁内検討チームの調査内容について、検討委員会の旧利水チームと意見交換を行った際に、委員から「近年災害が多く発生しており、除塩については事例が増えていると思う。費用と被害状況についてしっかり情報収集し、費用対効果などを調査すべき。」との意見が出された。
- ・ このことを受け、庁内検討チームでは、本年度、近年の災害における除塩に係る費用対効果について、調査を行うこととした。

2 調査の対象及び方法

(1) 調査の対象

- ・ 対象とする塩害は、「高潮や台風、津波により海水が農地に直接浸入する海水飛散」や「地盤の液状化により海水由来の塩分が混入した土壌が噴砂する土壌噴砂」があるが、今回は事例が最も多く検索できた東日本大震災の津波による塩害対策とする。

(2) 調査の方法

- ・ 「第2 塩害発生に係るリスクマネジメントについての一般的な知見について ～ソフト面での一般的な措置（対策方法）について～」と同じく、ネット検索等により文献や事例の収集を行うこととした。

3 調査の結果

(1) 除塩費用について

- ・ インターネットを活用し、東日本大震災における除塩地区について調査した結果は次表のとおり。

＜東日本大震災における除塩地区一覧＞

地 区	事業費(千円)	除塩面積(ha)	費用(千円/ha)
A	178,990	428	418
B	26,760	223	120
C	8,100	132	61
D	3,600	30	120
E	5,200	62	84
F	516,161	1,358	380
G	88,062	220	400
H	29,152	66	442
I	71,335	140	510
J	56,066	213	263
平均			342

- ・ 東日本大震災における除塩地区について、ha 当たり約 342 千円で実施されていることが判明した。

- また、「農地除塩の手引き（財団法人 日本水土総合研究所）」によると、実証試験ほ場における除塩工の施工歩掛は以下のとおりであった。

①資料採取（予備調査） (100箇所当たり)

分類土質名	職 種	試料採取（人）
砂・砂質土	普通作業員	3.35

②資料採取（現地実証試験） (100箇所当たり)

分類土質名	職 種	試料採取（人）
砂・砂質土	普通作業員	2.53

③堆積土砂鋤取り除去・積込

作業の種類	名 称	規 格	土質名	数量(m ²)
堆積土砂の鋤取り除去・積込	バックホウ 運転	排出ガス対策型 クローラー型 法面バケット (0.45 m ³ 級)	砂・砂質土	2,322

④土壌改良資材散布（ライムソワー）

機械名	規 格	単 位	運転時間	摘 要
農業用トラクタ	乗用・ホイール型 四輪駆動 50ps	h	1.53	1ha 当たり 運転時間

⑤弾丸暗渠

機械名	規 格	単 位	運転時間	摘 要
農業用トラクタ	乗用・ホイール型 四輪駆動 22ps	h	1.48	1ha 当たり 運転時間

⑥耕起

機械名	規 格	単 位	運転時間	摘 要
農業用トラクタ	乗用・ホイール型 四輪駆動 50ps	h	0.02	100 m ² 当たり 運転時間

⑦代かき

機械名	規 格	単 位	運転時間	摘 要
農業用トラクタ	乗用・ホイール型 四輪駆動 32ps	h	0.03	100 m ² 当たり 運転時間

- ・ なお、本歩掛かりについては農地の土壌条件により大きく変わることが想定されるため、近隣地区等の施工実績を十分考慮する必要がある。

(2) 効果について

ア 効果算定の考え方

- ・ 効果とは、事業投資によって整備される施設等がもたらす便益を指し、事業を実施した場合と実施しなかった場合に想定される便益をそれぞれ試算し、その差が効果となる。
- ・ 具体的には次のとおり。

「効果＝事業実施した場合の便益－事業実施しなかった場合の便益」

- ・ 除塩作業に係る効果は、除塩作業を実施した場合の収益と、除塩作業を実施しなかった場合の収益の差が効果となる。

「除塩作業の効果＝除塩作業を実施した場合の便益－

除塩作業を実施しなかった場合の便益」

イ 東日本大震災の津波による塩害対策の効果

- ・ インターネットを活用し、除塩作業に係る効果について調査を実施したところ、具体的な効果が算定された資料を見つけることはできなかった。
- ・ この原因として、東日本大震災の津波により壊滅的な被害を受け、被災後の収益がなかったことによるものと推測される。
- ・ 効果の算定に関する資料は見つけることはできなかったことから、塩害によりまったく収穫できなかった状況と塩害対策を実施することにより平均的な収益を得たと想定し、その効果算定を参考として行うこととした。
- ・ この結果、愛知県内における令和元年の水田の平均収量は 507kg/10a、平均取引値は 14,780 円/60kg であったことから、ha 当たりの平均的な収益は 1,249 (=14,780÷60×507×10) 千円となった。

4 まとめ

- 除塩作業における費用対効果について、費用について事例を収集でき、結果をまとめることができたが、効果については、具体的な効果が算定された資料を見つけることはできなかった。
- この原因として、東日本大震災の津波により壊滅的な被害を受け、被災後の収益がなかったことによるものと推測される。
- ただし、愛知県内の令和元年の水田の平均収量及び平均取引値を用いて算定した平均的な収益は ha 当たり 1,249 千円であり、東日本大震災における除塩地区では ha 当たりの費用が約 342 千円であることから、人件費等諸経費を除いた効果ではあるが、費用対効果としては 1.0 以上 ($3.7=1,249 \div 342$) を見込むことができるものと考察される。

第4 令和元年度 検討の総括

- ・ 本年度の調査から、次のことが確認・考察できた。
 - ① 塩害に係るソフト面での一般的な対策には、「作物」「営農」「施設」「補償」による対策などがある。
 - ② 対策には、事前に予防的に行えるものと、塩害発生後の事後対応しかできないものがあり、塩分 (Na) をある程度許容できる対策とそうでない対策とがある。

- ・ ①、②についてさらに考察すると、作付け前に塩害が発生した場合、そのソフト対策としては
 - ア 耐塩性の作物栽培
 - イ 耐塩性品種の開発
 - ウ 土壌・地下水の塩分濃度管理
 - エ 養液・養液土耕栽培への転換
 - オ 金銭による補償が考えられ、対策実施後も塩分が残ることとなる。

- ・ 作付け後に塩害が発生した場合、そのソフト対策としては
 - ア 耐塩性の作物栽培
 - イ ファイトレメディエーション
 - ウ 湛水による除塩作業の実施
 - エ 土壌改良材による作土の改良
 - オ 養液・養液土耕栽培への転換
 - カ 金銭による補償が考えられ、このうち、対策実施後に塩分が残らない対策としては
 - ア ファイトレメディエーション
 - イ 湛水による除塩作業の実施
 - ウ 土壌改良材による作土の改良

があり、これらの対策については塩分濃度の測定とあわせて実施する必要があると考えられる。

- ・ 作付け前、作付け後のどちらでも対策が可能な対策としては
 - ア 養液・養液土耕栽培への転換
 - イ 金銭による補償がある。

- ・ いずれにせよ、どの対策を採用するかについては、農業者の方が選択されるべきものと考えられる。

- ・ また、東日本大震災における除塩作業の費用対効果について、費用は ha あたり約 342 千円で実施されていることが判明した。

- ・ 効果については、東日本大震災の津波により壊滅的な被害を受け、被災後の収益がなかったことにより、算定はできなかった。

- ・ 参考に平均収量等から効果算定を行ったところ、対策の費用対効果については 1.0 以上を見込むことができるものと考えられる。

- ・ 来年度は、これまでに調査した一般的な知見をもとに、福原輪中における塩害対策への検討に臨んでいくこととする。

(参考)

【福原地域の概要】

1 所在地

- ・愛西市立田町及び福原新田町地内（旧立田村）

2 地域の概要

- ・福原地域は、「福原輪中地区」と「福原新田地区」である。

(1) 福原輪中地区

- ・長良川に許可水利権を持つ福原用水掛かり。
- ・農地面積 23.1ha うち水田 6.4ha をかんがい

(2) 福原新田地区

- ・河川に水利権がなく地区内水路への浸透水を利用している。
- ・農地面積 6.5ha うち水田 5.6ha をかんがい

〔福原樋門〕



〔用排兼用水路〕



福原地域 現況図

