

## 2 福原輪中の塩害防止に関する検討

## 第1 はじめに

福原輪中では、長良川河口堰の開門調査に伴う塩水遡上によって、かんがい水や地下水を通じた塩分の進入による塩害の発生が懸念されるが、現状では、現地におけるかんがい水の水質、土壌の塩類濃度、地下水の状況等について把握されていないことから、河口堰開門調査開始後、農地内の土壌・水環境と作物の収量等に変化が生じた場合に、それが開門調査に伴う塩水遡上の影響であるか否かの判断が困難である。

このため、開門調査による塩水遡上と現地の土壌・水環境及び農作物の収量等との相関性を検討するために必要となる事前調査計画について検討を行うこととする。

また、河口堰開門調査期間中に、作物等に対する塩害を未然に防止するための代替水源対策について、比較検討を行うこととする。

## 第2 事前調査【概算調査費：4,000万円】

河口堰開門に伴う海水の遡上により塩害が発生するとすれば、長良川から取水するかんがい水への海水混入と地下水の塩分濃度上昇が原因となる可能性がある。このため河川、承水路ー地下水の水質実態、あるいは地下水の流動に伴う水質変化の状況を把握しておく必要がある。

また、作物に対する影響については、根域土壌の塩分濃度と作物の生育反応、養分吸収の関係から明らかにできる。そのためには事前に土壌中の塩分濃度等水溶性成分含量、作物体中の塩化物イオン・ナトリウム含量の実態、作物の生育状況、収量の実態を明らかにしておく必要がある。

こうしたことから、この事前調査では、河口堰開門後、作物に障害が発生した場合に原因解析ができる項目として、現状の地下水位・地下水質、かんがい水質のモニタリング、土壌構造・土壌化学性把握、作物の生育状況、作物体中成分含有量等の調査を行うこととする。

また、地下水、かんがい水の水質実態を評価するため、長良川、木曾川の河川水位、水質のデータを収集することとする。

### 1 測量【概算測量費：1,350万円】

以下の2～4の調査に先立って、現況地形を把握して各収集データに相関性を持たせるべく測量を実施する。

#### (1) 路線測量

- ① 現地踏査～線形決定～中心線測量：2.4 km (福原輪中 1.6 km + 福原新田 0.8 km)
- ② 横断測量(幅 600m @100m)：4.8 km (福原輪中 2.4 km + 福原新田 2.4 km)

#### (2) 水準測量

- ① 4級水準測量：2.4 km (福原輪中 1.6 km + 福原新田 0.8 km)
- ② 4級基準点測量：186点(全圃場)

## 2 水質・地下水調査【概算調査費：1,900万円】

河川・地下水位、塩類濃度、イオンバランス、有機物濃度、酸化還元性の調査により水質形成過程、河川-地下水間の相互作用を推定する。かんがい水については、イネの生育に関わる窒素、リン等についても現状把握を行う。調査期間は気候等自然条件によって観測データに差異が生じることを考慮し、3か年とする。

### (1) 地下水位

① 水位計によるモニタリング：15 地点

② 水質

地下水：15 地点(各 2 深度)

$\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、DOC、pH、EC、Eh、DO

河川水：2 地点（長良川、木曾川）

$\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、TN、TP、DOC、pH、EC、SS

承水路：5 地点

$\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、TN、TP、DOC、pH、EC、SS

## 3 土壌調査【概算調査費：170万円】

水の流動に関わる土壌の物理性、作物の栄養に関わる肥沃度、塩類濃度の垂直分布等の化学的特性の現状を明らかにする。調査期間は1か年とする。

(1) 土壌断面調査：深さ 1 m、湧水面 10 圃場（3ha あたり 1 箇所）

① 土壌物理性調査：土性、土壌硬度

② 土層別化学性：pH、EC、交換性塩基（ $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）

水溶性イオン（ $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）

## 4 水稻に対する影響調査【概算調査費：580万円】

水稻の生育・収量、作土の塩分濃度の現状を把握し、塩害のない条件での平均収量を求める。調査初年度に全水田を対象として概況調査を実施する。作土調査、生育調査、収量調査は気候等自然条件によって差異が生じることを考慮し、調査期間を3か年とする。

(1) 概況調査：53 圃場(全水田)

(2) 定点調査：10 圃場（3ha あたり 1 箇所）

① 作土調査：作付け前後（湛水前後）

pH、EC、水溶性イオン（ $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ）

② 生育調査：活着期（概観調査）

幼穂形成期（草丈、茎数）

登熟期初期（生葉数、止め葉の枯れ程度、褐変粒の発生割合）

③ 収量調査：稈長、穂長、穂数、収量構成要素

### <課題等>

- 塩害が発生した場合の責任の所在や事後の対応方針について、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、協議を了してからでないと、事前調査に着手することはできない。
- 水質・土壌・水稻に対する影響の各調査の実施期間について、今回の検討では3か年としているが、気候等自然条件によって観測データに差異が生じることから、数年かけてより多くのデータを収集する必要がある。
- 事前調査の成果をより有効なものとするため、河口堰開門調査の時期や期間等に応じて、調査計画を再度検討する必要がある。

### 5 まとめ

(単位:万円)

調査項目	調査内容	調査箇所等	調査期間	概算調査費			
測量	路線測量 水準測量	中心線測量 2.4 km、横断測量 4.8 km 4級水準測量 2.4 km、4級基準点測量 186 点	—	1,350			
水質調査	地下水 河川水 かんがい水の窒素・リン等	<table style="border: none;"> <tr> <td style="border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>塩類濃度</li> <li>イオンバランス</li> <li>有機物濃度</li> <li>酸化還元性</li> <li>など</li> </ul> </td> <td style="border: none; padding-left: 10px;">           地下水：15 箇所×2 深度            河川水：2 箇所(木曾川・長良川)            かんがい水：5 箇所(承水路)         </td> <td style="border: none; padding-left: 10px;">} ×10 回</td> </tr> </table>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩類濃度</li> <li>イオンバランス</li> <li>有機物濃度</li> <li>酸化還元性</li> <li>など</li> </ul>	地下水：15 箇所×2 深度 河川水：2 箇所(木曾川・長良川) かんがい水：5 箇所(承水路)	} ×10 回	3 か年	1,900
<ul style="list-style-type: none"> <li>塩類濃度</li> <li>イオンバランス</li> <li>有機物濃度</li> <li>酸化還元性</li> <li>など</li> </ul>	地下水：15 箇所×2 深度 河川水：2 箇所(木曾川・長良川) かんがい水：5 箇所(承水路)	} ×10 回					
土壌調査	物理性(土性・硬度) 肥沃度 塩類濃度の垂直分布 など	10 圃場(3 haに 1 箇所)	1 か年	170			
水稻影響調査	概況調査	53 圃場(全水田)	1 か年	580			
	作土調査 生育調査 <table style="border: none; padding-left: 20px;"> <tr> <td style="border: none;"> <ul style="list-style-type: none"> <li>活着期</li> <li>幼穂形成期</li> <li>登熟期初期</li> </ul> </td> <td style="border: none; padding-left: 10px;">} ×10 回</td> </tr> </table> 収量調査	<ul style="list-style-type: none"> <li>活着期</li> <li>幼穂形成期</li> <li>登熟期初期</li> </ul>	} ×10 回		10 圃場(3 haに 1 箇所)	3 か年	
<ul style="list-style-type: none"> <li>活着期</li> <li>幼穂形成期</li> <li>登熟期初期</li> </ul>	} ×10 回						
			計	4,000			

### 第3 代替水源の確保対策

#### 1 アオ取水

長良川河口堰運用前に実施していたアオ取水（満潮時に塩水によって押し上げられた河川表層の淡水（アオ）を取水する方法）によりかんがいを行う。

当時は、地元管理人が満潮時に長良川の水を舐め、塩分状態を確認したうえで福原樋門のゲートを開け、地区内水路に流入させていた。

しかしながら、このアオ取水を担当していた地元管理人が平成13年に亡くなっており、現在はアオ取水を実施できる人がいないため、今後、アオ取水を実施するためには、機器により塩分測定を行い、長良川の塩分濃度を把握し、取水の可否を判断のうえ、取水する必要がある。

なお、施設操作、取水作業は、地域の営農状況や水利用に精通している土地改良区へ委託することを想定している。

#### 【概算建設費：5万円】

(1) 塩分濃度計（購入、貸与）：1式

#### 【概算維持管理費：400万円/年】

(1) 福原樋門操作等管理委託

① 取水量：約 0.07 m<sup>3</sup>/s 取水時間：2～3 時間/回

② 塩分濃度計によるかんがい用水の測定、取水作業：20 回/年

③ 排水機運転経費増加：※16 回(20 回－4 回) /年

※排水機の運転経費増加は、アオ取水への切替えにより長良川からの取水回数が増加することにより、地区内排水機場の運転頻度が増加することを想定している。

・長良川河口堰運用前の取水回数：20 回（S62～H6平均）

・長良川河口堰運用後の取水回数：4 回（H22～24平均）

#### <課題等>

○淡水を常時利用できる現状とは異なり、塩害を防止するため地域の営農状況や水利用の状況、長良川の水位や水質等をきめ細かく把握するなど、高度な用水管理が必要となる。

○塩水の遡上により、取水時間が制限され、取水回数を増やす必要が生じること、取水回数の増に伴い、排水機の運転頻度が増す懸念があることなど、用排水管理に係る条件が悪化することについて、地域の農業関係者の理解が必要である。

○福原樋門の操作、取水作業を委託するにあたっては、かんがい用水として利用可能な塩分濃度、施設の操作方法等を規定したマニュアルなどを策定する必要がある。

#### 2 地下水の活用

河口堰運用前に長良川から取水していた用水量相当分について、井戸を新設し、地下水によりかんがいを行う。

確保水量（施設規模）は、昭和62年から平成6年までの福原用水取水実績の1週間あたりの取水量の最大値を採用し、約230m<sup>3</sup>/日（日あたり換算値）とする。【表1】

また、維持管理費の算定にあたっては、昭和62年から平成6年までの福原用水取水実績の1か月あたりの平均値を採用し、約1,080m<sup>3</sup>/月とする。【表2】

表1 福原用水取水実績[S62年～H6年 1週間あたり取水量の最大値](単位m<sup>3</sup>/日)

区分	4月	5月	6月	7月	8月	9月
第1週	83	232	110	100	28	28
第2週	97	81	177	67	75	10
第3週	177	193	67	28	28	28
第4週	184	94	122	66	19	21

表2 福原用水取水実績[S62年～H6年 月別取水量平均値] (単位m<sup>3</sup>/月)

4月	5月	6月	7月	8月	9月	平均値 (4月～9月)
1,582	1,725	1,603	988	500	106	1,084

**【概算建設費：150万円】**

(1)井戸1箇所(口径100mm×8m、原動機出力2.2kw、ポンプ口径40mm)

**【概算維持管理費：2万円/年】**

(1)運転時間：112時間/月(7時間/日×16日)

**<課題等>**

○「県民の生活環境等の保全に関する条例」による地下水の揚水規制区域とされており、井戸の新設は条例制定の趣旨に反する。

**<新設井戸の許可基準>**

- ・ストレーナの位置が地表面下10m以浅
- ・揚水機の吐出口の断面積は19cm<sup>2</sup>(直径4.91cm)以下(原動機定格出力2.2kw以下)
- ・1日あたりの総揚水量、事業所総量は350m<sup>3</sup>以下

○長良川の塩水遡上の状況によっては塩水化の懸念がある。

○必要水量を確保できることが担保されないことから、必要に応じて施設の増設等を検討する必要がある。

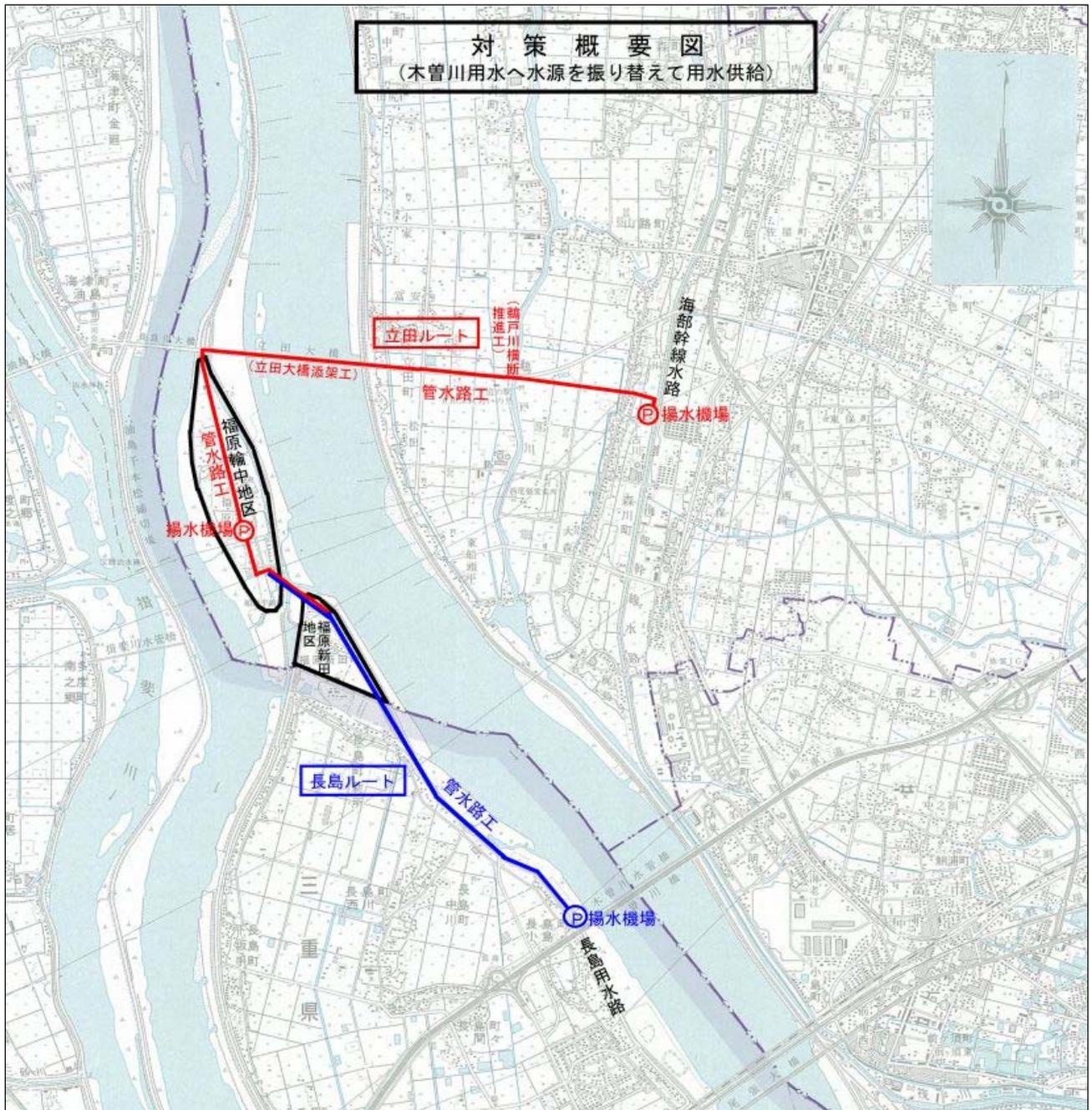
### 3 木曾川用水からの導水

長良川からの取水に替え、近隣の木曾川用水から導水する。

用水路のルートとして、愛知県側の海部幹線水路から導水する(1)立田ルートと、三重県側の長島用水路から導水する(2)長島ルートの2案について検討した。

検討にあたっては、導水路・揚水機場等、一定の施設整備が必要となることを踏まえ、恒久的な利用が可能な施設を整備することとした。

- ・計画用水量：約 0.1m<sup>3</sup>/s(水田 12.0 ha 畑 17.6 ha)



## (1) 立田ルート

海部幹線水路の森川支線への分土工付近から取水してポンプで圧送し、立田大橋を經由して福原輪中地区へ導水、福原輪中地区から揚水機で福原新田地区に導水する。

**【概算建設費：8億300万円】**

・施設概要 延長 L=4,850m

管水路 口径 300mm 硬質塩化ビニル管 L=3,600m

鵜戸川横断推進工 L=50m

立田大橋添架工 L=1,200m

揚水機場 2箇所

**【概算維持管理費：350万円/年】**

・用排水機維持管理費・経常賦課金

### <課題等>

- パイプラインのルートや木曽川の横断方法等の詳細な検討、関係する道路管理者や河川管理者との協議が必要であるなど、計画の策定に一定の期間を要する。
- 水源計画を検討のうえ、水利権取得に向け、河川管理者や施設管理者、関係利水者・河川使用者と協議・調整が必要。
- 木曽川大堰、海部幹線水路の建設費相当分について、施設管理者・関係利水者と協議・調整のうえ、応分の負担を負う必要がある。
- 木曽川を横断するパイプライン(立田大橋添架工 L=1,200m)を建設する必要があり、施設建設費が高額となること、建設期間が長期となることが想定される。
- 揚水機場の維持管理費用が必要となる。また、地区内では排水機場の運転頻度が増す可能性がある。

## (2) 長島ルート

木曽川用水の長島用水路から分水し、福原新田地区経由で福原輪中地区まで導水する。

**【概算建設費：4億2,400万円】**

・施設概要 延長 L=3,000m

管水路 口径 300mm 硬質塩化ビニル管 L=3,000m

揚水機場 1箇所

**【概算維持管理費：250万円/年】**

・用排水機維持管理費・経常賦課金

### <課題等>

- パイプラインのルートの詳細な検討や、関係する道路管理者や河川管理者との協議が必要であるなど、計画の策定に一定の期間を要する。とりわけ三重県側の関係者に理解を得ることは困難が想定される。

- 水源計画を検討のうえ、水利権取得に向け、河川管理者や施設管理者、関係利水者・河川使用者と協議・調整が必要。とりわけ三重県側の関係者に理解を得ることは困難が想定される。
- 木曾川大堰、海部幹線水路、長島用水路の建設費相当分について、施設管理者・関係利水者と協議・調整のうえ、応分の負担を負う必要がある。
- 建設費は立田ルートに比べ抑えられるものの高額となる。
- 揚水機場の維持管理費用が必要となる。また、地区内では排水機場の運転頻度が増す可能性がある。

#### 4 海水淡水化施設の整備

河口堰運用前に長良川から取水していた相当分について海水淡水化施設により造水し、かんがいを行う。確保水量(最大値)は「2 地下水の活用」の場合と同様、約 230m<sup>3</sup>/日とする。

##### 【概算建設費：2億円】

- (1) 可搬式海水淡水化施設：5 台(造水量 50m<sup>3</sup>/日)

※施設購入費用のみ(現地水路の改築に係る土木、電気工事別途)

##### 【概算維持管理費：720万円/年】

- (1) 定期メンテナンス (1 回/2 年)
- (2) 保存液の交換 (1 回/半年)
- (3) RO 膜等の定期的な部品交換 (1 回/3～5 年 メーカー推奨)

※運転経費別途

##### <課題等>

- 近隣の事例として、水資源機構(異常渇水時や災害発生時等に使用)からの聞き取りに基づき積算したことから、詳細な現地調査を実施した上で、現地水路の改築に係る土木、電気工事を計画する必要がある。
- 他の案に比べ、維持管理費が高額である。

#### 5 水道水の活用

河口堰運用前に長良川から取水していた相当分について水道水によりかんがいを行う。確保水量は S62 から H6 までの福原用水の 1 か月あたりの取水量の平均値約 1,080m<sup>3</sup>/月とする。

##### 【概算維持管理費：270万円/年】

- (1) 水道料金(口径 100mm)の基本料金、使用料金(約 1,080m<sup>3</sup>/月)

※配管、給水栓等の設備建設費用は別途

##### <課題等>

- 水道水は、「給水栓における水が、遊離残留塩素を 0.1mg/l 以上保持するように塩素消毒すること」が定められているため、残留塩素が用水路内の水生生物や農作物に対して影響

を与える恐れがある。

- 水利使用規則で定められた使用目的と異なる目的で水を使用することとなるため、河川法上問題とならないか河川管理者と協議するとともに、水道施設を農業用に利用することについて水道事業者並びに関係省庁の了解を得る必要がある。
- 新たに管路等の整備が必要となる。また、周辺的一般家庭への給水に支障が生じないか確認が必要となる。
- 水道水を農業用水として利用することについて、他ユーザー等の理解が得られない恐れがある。特に渇水時には、優先順位が劣後となり、代替水源として利用できなくなる可能性がある。

## 6 対策案の比較

対 策		概 要	概算建設費		概算維持管理費	
アオ取水		アオ取水によりかんがいする	5 万円	1	400 万円/年	5
地下水の活用		地下水(井戸)によりかんがいする	150 万円	2	2 万円/年	1
木曾川用水からの導水	立田ルート	海部幹線水路(愛知県側)から導水する	8 億 300 万円	4	350 万円/年	4
	長島ルート	長島用水路(三重県側)から導水する	4 億 2,400 万円	3	250 万円/年	2
海水淡水化施設		海水淡水化施設によりかんがいする	2 億円 ※設備購入費のみ	—	720 万円/年	6
水道水の活用		水道水によりかんがいする	— ※設備建設費用別途	—	270 万円/年	3

## 第4 塩害が発生した場合の対応

### 1 作物補償

開門調査に伴う塩害が発生した場合、被害農家に対して作物補償を行う。

**【作物補償費用（試算値）：4,000万円】**

	作付面積 ha	10aあたり 収量 kg	単 価 円	金額 円
水稻	6.6	501.0	60kgあたり 13,270	7,314,000
大豆	2	153.0	60kgあたり 20,543	1,048,000
ネギ	4.5	2,011.6	1kgあたり 178	16,068,000
大根	4.5	3,909.9	1kgあたり 52	9,106,000
桃	0.5	924.2	1kgあたり 354	1,638,000
みかん	0.5	1,991.1	1kgあたり 167	1,666,000
牧草	10.1	4,070.0	10a/4ヶ月 30,000	3,030,000
計	28.7			39,870,000

注1) 作付面積は県の推定値で、作付実態とは一部異なる部分がある。

注2) 10aあたり収量は、第59次東海農林水産統計年報（東海農政局）による。

注3) 単価は、県農林水産部参考資料による。

### 2 除塩対策

開門調査に伴う塩害が発生した場合、除塩対策を実施する。

**【除塩対策工事費：710万円】**

(1) 対象面積：水田 12.0 ha 畑 17.6 ha

#### <課題等>

○除塩対策に必要な用水確保のため、河川管理者と協議を行い、木曾川又は長良川からの取水許可が必要となる。

○圃場に含まれる塩分濃度の程度によっては、「湛水～代掻き～排水」作業回数が増加し、対策工事費が増加する可能性がある。【参考】

除塩作業フロー

出展：農地の除塩マニュアル（農村振興局）

図-1 除塩作業フロー（水田の場合）

