

1 知多半島の水源転換に関する検討

(2) 長良導水の管内滞留水に係る課題の検討

第1 はじめに

1 検討の必要性と目的

- ・ 長良川河口堰開門調査の実施に伴い長良導水を岩屋ダムに切替えるに当たっては、海部幹線水路から取水を行うこととなるため、筏川取水場の運転管理、切り替え期間中に休止状態となる弥富ポンプ場の維持管理方法や長良導水の復元方法を予め検討しておくことが必要である。
- ・ このため庁内検討チームでは、平成26年以降、これらの検討を進めてきた。これまでの検討により筏川取水場での運転管理、切り替え期間中の弥富ポンプ場の維持管理方法に係る対応の検討は概ねできている。
- ・ 長良導水の復元方法については、長良導水の管内の水質について時間経過による臭いやアンモニア態窒素などの上昇や底泥からの鉄、マンガンの溶出が確認され、2週間程度の時間経過で水道原水として利用するのが適当でなくなることが確認されている。
- ・ また、長良導水の管内滞留水の水質が悪化した場合の対応として、滞留水を産廃処分した場合には約8億円と高額な処分費用がかかることが分っているが、開門調査期間中は定期的にあお取水を行い、長良導水の管内滞留水を入れ替えて浄水処理を続けることができないかとの検討委員会委員の意見を踏まえて検討したところ、長良川河口堰運用前における長良導水取水口地点（表層）の塩化物イオン濃度は、水道原水としては適さないものであることが分かった。
- ・ そこで、今年度は、開門調査期間中に定期的に取り水することにより、長良導水の管内滞留水を入れ替えながら水処理を続ける方法として、海水淡水化が考えられるため、水道施設におけるその事例について調査した。

2 これまでの検討経過

(1) 平成26年度の検討概要

- ・ 水源を切替えた場合に想定される課題として、事前に検討しておくべき事項を整理し、以下の課題項目及び検討事項についてとりまとめた。
 - 筏川取水場の除塵機設置等
 - 弥富ポンプ場の維持管理方法
 - 長良導水（管内）の復元方法

<検討結果>

- ・ 長期間の開門調査では、筏川取水場に除塵機が不可欠、また弥富ポンプ場ポンプ井の水質改善（悪臭対策等）の検討が必要
- ・ 管内滞留水を処分する場合は、多大な処分費（約8億円）が必要、処分を回避する場合には、滞留水の水質レベルの確認が必要

(2) 平成27、28年度の検討概要

管内滞留水の水質がどの程度悪化するかについて把握するため、弥富ポンプ場で採水した水及び底泥を混合したものをサンプルとし、時間経過による水質の変化を調査し、長良導水復元の際に滞留水の処分方法の想定に資するものとする。

また、水質検査結果がサンプルごとに異なる挙動を示したため、サンプルの採取方法の改善に係る検討を行った。

<検討結果>

- 水温が高い場合には臭いが問題となる可能性が高い
- 保存（滞留）期間が1ヶ月程度であれば大きな水質悪化はないが、3ヶ月以上では臭気の発生により、対応策の検討が必要
- ただし、臭気の結果が検体毎に異なったり、根拠が特定できない数値の挙動が示された。

○ サンプルの採取方法の改善等について以下のとおり整理した。

水質検査結果が異なる挙動を示すのは、別々のビンで採水しているため、ビンごとの汚泥量や質に違いが生じ厳密に同一水の経時変化とは言えなかったことが原因と考えられる。

このため新たな調査では同一汚泥原水の経時変化を調べるため、一つの容器から一定期間ごとに分取して測定を行うこととする。

また、平成27年度の水質検査は長良導水路管内の嫌気性の状態と同じ条件としているため、今回の調査でも嫌気性の状態を保つことが可能な調査方法とする。なお、平成27年度の水質検査結果から原水中の溶存酸素は減少傾向が継続しており、この結果からも嫌気性状態が継続するような検査方法とする必要があることが分かっている。

<採水及び保管方法等>

新たな調査は密閉性が高く開閉可能な7.5L袋に原水を分取し、各経過期間ごとにこの容器の水を用い水質試験を行うこととし、各試験で必要量を使用した後は空気を抜いた状態で再密閉し暗所に保管することとする。

また、硫化水素臭の原因物質の状態及びアンモニア態窒素の硝化の状態を調べるため、硫酸イオン並びに硝酸及び亜硝酸を測定項目に追加することとする。

(3) 平成29年度の検討概要

「プチ開門」の実施を想定した1週間経過後の水質変化の把握及びこれまでの調査結果の反省を踏まえたより適切な採水方法及び保管方法による調査方法を構築し、これによる水質調査を行い「プチ開門」の期間も含めた滞留水の水質変化を把握し、長良導水復元時の滞留水処分方法を想定するための基礎資料とする。

<検討結果>

- 時間の経過とともに浄水処理に影響のあるアンモニア態窒素濃度が高くなる傾向があるが、1週間程度なら上昇が見られないことが確認できた。
- しかしながら、溶存酸素の減少に伴い管内の底泥中に存在する金属類が水に溶出し水質を悪化される懸念があることが判明した。

(4) 平成30年度の検討概要

これまでの検討から1か月程度で水道原水に適さない水質となることが分っているが、新たに底泥からの金属類（鉄、マンガン）の溶出の恐れがあることが判明したことからこれらを測定項目に加え、滞留水の水質変化を把握し、長良導水復元時の滞留水処分方法を想定するための基礎資料とする。

<検討結果>

- 時間の経過とともに嫌気性の腐敗が進み、腐敗臭が強くなること及びアンモニア態窒素の増加を確認できた。
- 底泥からの鉄、マンガンの溶出があり、浄水処理に影響を及ぼす恐れがあることが確認できた。
- 2週間程度の時間経過で水道原水として利用されることは適当ではない水質に変化することが確認できた。

(5) 令和元年度の検討概要

長良導水の管内滞留水の水質悪化を防ぐ方法として、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）を行い、定期的に長良導水の管内滞留水を入れ替えて、水処理を続けることができるか確認するため、長良導水取水口の構造及び長良川河口堰運用開始前の塩水遡上の状況に関する資料を収集し、アオ取水の可能性について検討した。

＜検討結果＞

- 長良導水取水口は、表層からの選択取水が可能な構造となっている。
- 長良導水取水口は、表層の塩化物イオン濃度の測定が可能な構造となっている。
- しかしながら、長良川河口堰運用開始前の長良導水取水口地点（河口から7.1km地点）の表層の塩化物イオン濃度は、小潮、中潮、大潮のいずれも知多浄水場の水道原水としては適さない高い値（200mg/L以上）となっている。

3 令和2年度の検討事項

長良導水の管内滞留水の水質悪化を防ぐ方法として、アオ取水を行い、定期的に管内滞留水を入れ替えることについて検討したところ、塩化物イオン濃度が水道原水としては適さない高い値（200mg/L以上）であることがわかった。そこで、開門調査期間中における長良導水の管内滞留水を入れ替えながら浄水処理を続ける方法として、長良導水取水口で取水した塩化物イオン濃度が高い水を海水淡水化により水処理することが考えられることから、水道施設における海水淡水化施設の事例について調査した。

第2 水道施設における海水淡水化施設の事例調査

1 調査概要

公益社団法人日本水道協会が発行する「水道維持管理指針」（2016年版）及び「水道施設設計指針」（2012年版）（以下「水道施設指針」という。）等の文献により、水道施設における海水淡水化施設の事例について調査した。

2 調査結果

水道施設指針によると、陸水系水源の乏しい一部の地域では、水源開発が困難なところもあり、天候に左右されない安定した水源として海水淡水化施設を導入することにより、渇水に対する水の手当てや、将来の水道の安定供給にすることができるかとされている。

海水淡水化方式を分類したものが、図1である。国内の水道においては、表1のとおり、逆浸透法^{*1}及び電気透析法^{*2}が主に使用されている。

このうち、電気透析法は、塩分濃度が濃くなるほど消費エネルギーが大きいことから消費エネルギーが大きくなるため、かん水（塩分濃度0.15～1.0wt%）の淡水化施設として採用されている。また、逆浸透法は、他の方法より少ないエネルギーで直接淡水化が出来るため、海水（塩分濃度3.5wt%）の淡水化施設として採用されている。

※1 逆浸透法

水は通すが塩分は通しにくい性質を有する半透膜を用いて淡水を得る方法。海水の浸透圧は一般海水では約 2.4MPa であり、この浸透圧以上の圧力を海水にかけると、逆に海水中の水が半透膜を通り、真水側に押し出される原理を適用し海水から淡水を得る。

(図2：逆浸透法の原理、図3：標準的な海水淡水化フロー(逆浸透法))

※2 電気透析法

イオンに対して選択透過性を有する陽イオン交換膜と陰イオン交換膜を交互に多数配列し、両端の電極に直流電流を流すことによって、海水が膜を隔てて濃縮水と希釈水とに交互に分離されることを利用したものである。

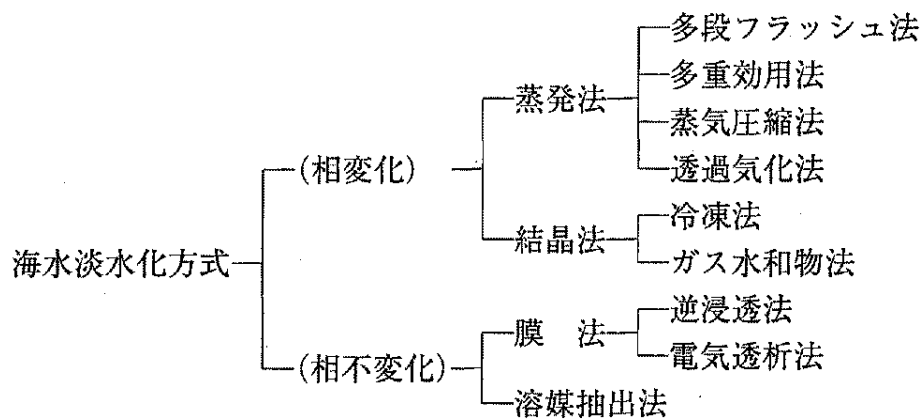


図1 海水淡水化方式

【出典：「水道施設設計指針」(2012年版) 公益社団法人日本水道協会】

表1 国内の水道施設における淡水化プラント設置状況

【出典：「水道維持管理指針」（2016年版）公益社団法人日本水道協会】

運転開始年	設置場所	淡水化方式	造水能力(m ³ /日)	原水
1979	愛媛県松山市(旧中島町・津和地島)	RO	75	海水
1989	熊本県宇土市	RO	3,000	かん水
1989	東京都台東区	RO	50	かん水
1990	鹿児島県十島村(小宝島)	RO	10	海水
1990	東京都大島町(大島)	ED	3,200	かん水
1991	埼玉県本庄市	RO	240	かん水
1991	福岡県福岡市(小呂島)	RO	20	海水
1992	沖縄県石垣市(石垣島)	RO	600	かん水
1992	静岡県伊東市	RO	40	かん水
1992	東京都小笠原村(南島島)	RO	30	海水
1992	長崎県小値賀町(六島)	RO	30	海水
1992	長崎県佐世保市	RO	1,000	海水
1993	茨城県常陸太田市	RO	300	かん水
1993	東京都大島町(大島)	ED	1,500	かん水
1993	東京都小笠原村(硫黄島)	RO	200	海水
1993	東京都小笠原村(南島島)	RO	16	海水
1993	福岡県北九州市(白島)	RO	120	海水
1994	沖縄県南大東村(南大東島)	RO	300	海水
1994	香川県高松市	RO	200	海水
1994	鹿児島県薩摩川内市(旧鹿島村・下甕島)	RO	200	海水
1994	長崎県平戸市(度島)	RO	200	海水
1994	兵庫県丹波市(旧春日町)	RO	2,700	かん水
1994	福井県若狭町(旧三方町)	RO	200	海水
1995	沖縄県竹富町(波照間島)	RO	230	海水
1995	鳥根県松江市(旧美保関町)	RO	50	海水
1995	東京都大島町(大島)	ED	500	かん水
1995	長崎県雲仙市(旧南串山町)	ED	125	かん水
1996	長崎県長崎市(旧高島町・高島)	RO	24	海水
1996	長崎県長崎市(旧野母崎町)	RO	300	海水
1996	長崎県平戸市(旧大島村・の山大島)	RO	400	海水
1997	愛媛県今治市(旧関前村・岡村島)	RO	226	海水
1997	愛媛県上島町(旧魚島村・魚島)	RO	55	海水
1997	愛媛県松山市(旧中島町・二神島)	RO	45	海水
1997	沖縄県多良間村(多良間島)	RO	320	かん水
1997	沖縄県北谷町(沖縄県企業局)	RO	40,000	海水
1997	東京都小笠原村(南島島)	RO	30	海水
1998	沖縄県多良間村(多良間島)	RO	730	かん水
1998	千葉県富津市	RO	110	海水
1998	東京都利島村(利島)	RO	100	かん水
1999	愛媛県今治市(旧関前村・大下島)	RO	62	海水
1999	鹿児島県十島村(諏訪之瀬島)	ED	30	かん水
1999	東京都三宅村(三宅島)	RO	50	海水
1999	長崎県五島市(旧福江市・黄島)	RO	40	海水
1999	山口県光市(牛島)	RO	20	かん水
2000	沖縄県伊江村(伊江島)	ED	600	かん水
2000	沖縄県宮古島市(旧伊良部町・伊良部島)	RO	3,600	かん水
2000	鹿児島県与論町(与論島)	ED	3,300	かん水
2001	石川県珠洲市	RO	130	かん水
2001	愛媛県松山市(旧中島町・中島)	RO	200	海水
2001	沖縄県名護市(東海岸)	RO	600	かん水
2001	沖縄県宮古島市(旧上野村・宮古島)	RO	800	かん水
2001	沖縄県宮古島市(旧上野村・宮古島)	RO	800	かん水
2002	沖縄県北大東村(北大東島)	RO	320	海水
2002	鹿児島県十島村(小宝島)	RO	60	海水
2002	京都府京丹後市(旧網野町)	RO	1,270	かん水
2002	長崎県長崎市宿町	RO	15	海水
2002	沖縄県南大東村(南大東島)	RO	430	海水
2003	石川県輪島市(船倉島)	RO	122	海水
2003	沖縄県伊平屋村(伊平屋島)	ED	826	かん水
2003	香川県多度津町	RO	8,415	かん水
2003	滋賀県米原市(旧山東町)	RO	4,000	かん水
2003	福岡市(小呂島)	RO	50	海水
2004	沖縄県粟国村(粟国島)	RO	600	海水
2004	山梨県飯沢町	ED	1,800	かん水
2004	沖縄県竹富町(波照間島)	RO	210	海水
2005	沖縄県渡名喜村(渡名喜島)	RO	300	海水
2005	福岡県福岡市(福岡地区水道事業団)	RO	50,000	海水
2007	山口県柳井市	RO	200	かん水
2010	愛媛県松山市(旧中島町・中島)	ED	504	かん水
2011	東京都大島町	ED	3,200	かん水

(注) 1. 一般財団法人造水促進センターのデータをもとに経済産業省作成(2015年3月末現在)
 2. 造水能力10m³/日未満、工事用及び可搬式のプラントを除く。
 3. ED:電気透析法、RO:逆浸透法
 4. 一部、高度処理施設、設置年を記述している施設を含む。

出典 国土交通省:平成27年版 日本の水資源の現況

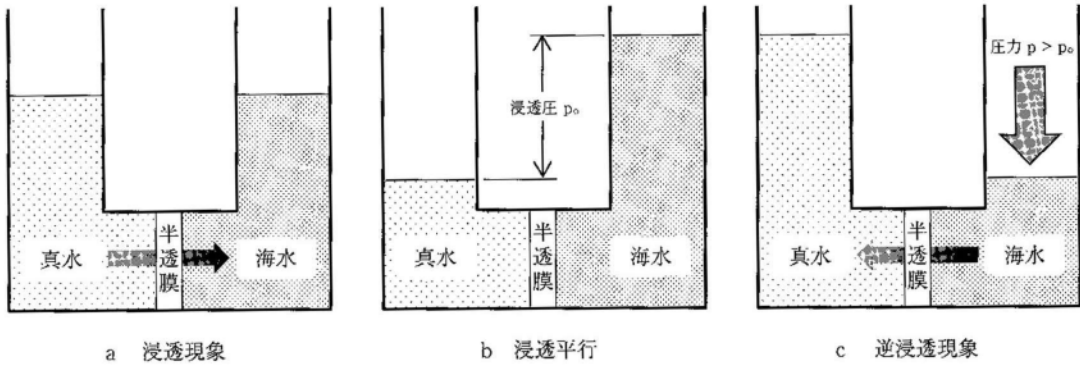


図2 逆浸透法の原理

【出典：「水道維持管理指針」（2016年版）公益社団法人日本水道協会】

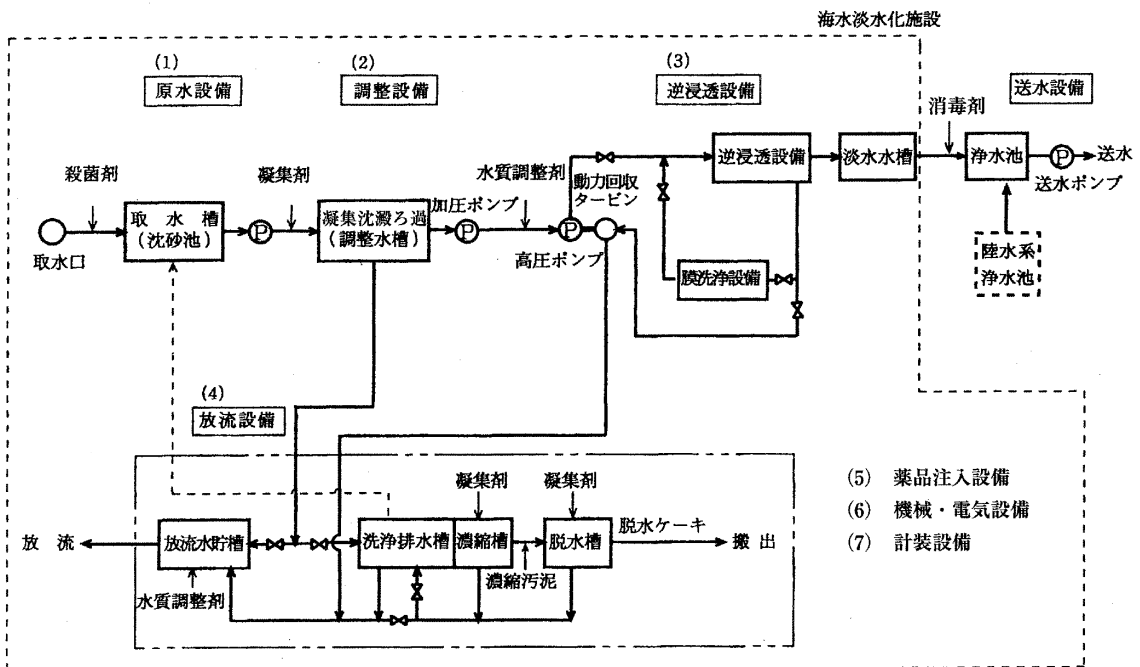


図3 標準的な海水淡水化フロー（逆浸透法）

【出典：「水道施設設計指針」（2012年版）公益社団法人日本水道協会】

水道施設における海水淡水化施設として、国内において事例があることがわかった。また、施設規模として、5万 m³/日程度まで存在することがわかった。

本事例を踏まえて、長良導水取水口で取水した塩化物イオン濃度が高い長良導水の管内滞留水を海水淡水化施設により水処理することを考えた場合において、少なくとも2週間に1回程度は、長良導水の管内にある24,500 m³の水を入れ替える必要があることから、施設規模として、約1,800 m³/日程度が想定される。なお、具体的な設置場所などについては、海水淡水化施設のシステムフロー等も考慮して検討していく必要がある。

また、新たな浄水処理方法を導入する場合、水道法に基づく事業（変更）認可を要することにも留意が必要である。

3 総括

- ・ 水道施設における海水淡水化施設の事例があることを確認できた。
- ・ その施設規模として5万 m³/日程度まで存在することがわかった。
- ・ 具体的な設置場所などについては、海水淡水化施設のシステムフロー等も考慮して検討していく必要がある。