宮古島地下水研究会勉強会

ネオニコチノイド系農薬含有原水の高度浄水処理法

高機能活性炭による浄水処理

２０２３年９月１日

宮古島地下水研究会　友利直樹（医学博士）

ネオニコチノイド系農薬もPFASも子供たちの健康障害を引き起こす大きな脅威！

ネオニコチノイド系農薬などによる健康影響

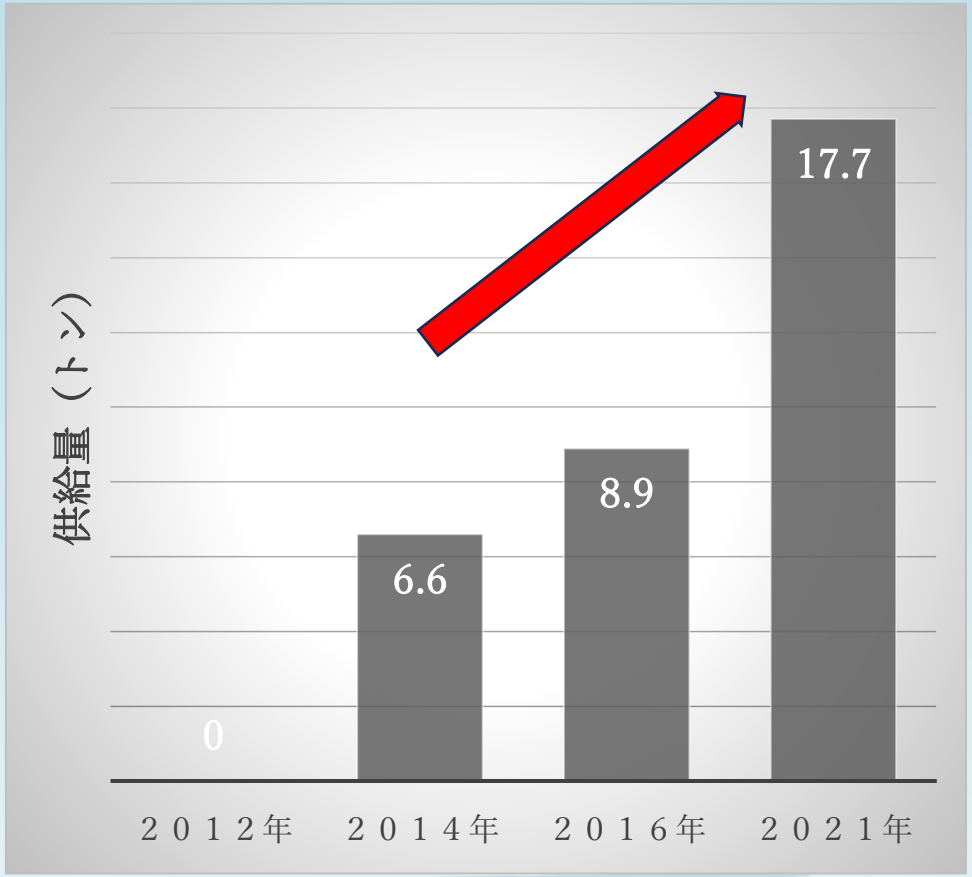
1. 発達神経毒性による発達障害の発症リスクの可能性
2. 内分泌かく乱作用による発育・生殖への悪影響
3. 腸内細菌多様性の低下：免疫の暴走 うつ病、発達障害、1型糖尿病発症リスクの可能性
4. 肥満・メタボリック症候群・糖尿病発症リスクの可能性
5. パーキンソン病・認知症発症リスクの可能性
6. 慢性腎臓病発症リスクの可能性

PFASの健康リスク

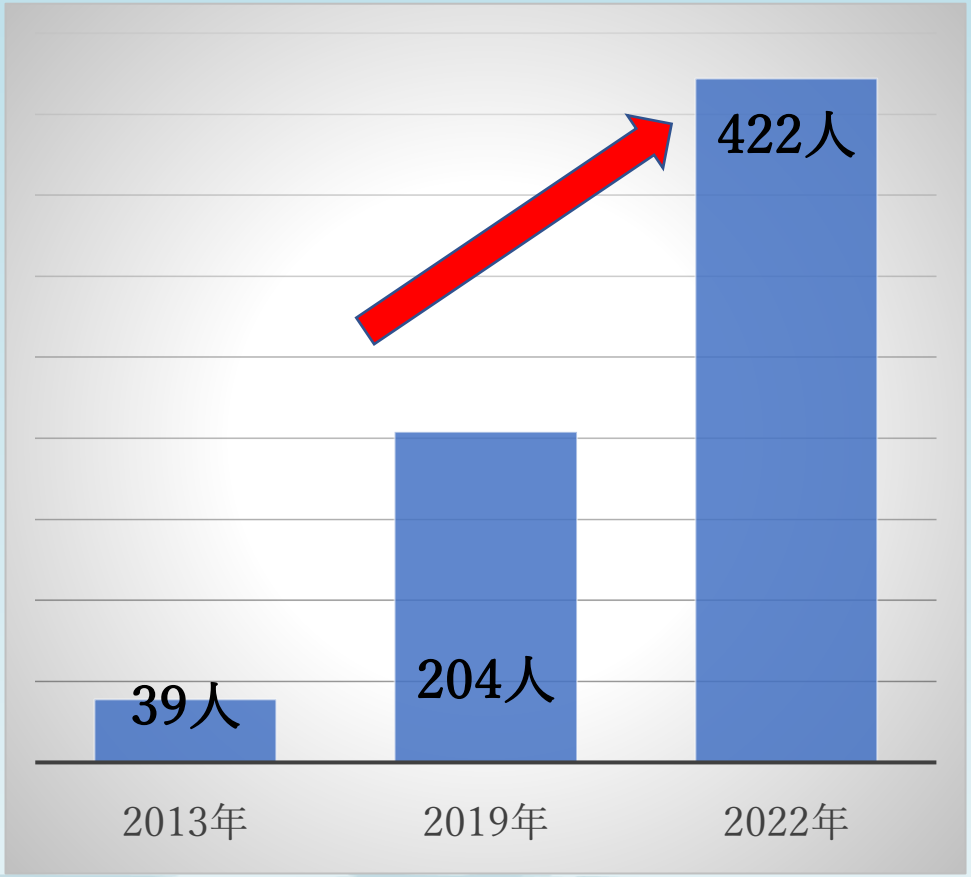
- 腎臓がん
- 脂質異常症
- 胎児・乳児の発育低下
- 抗体反応の低下

ネオニコチノイド系農薬供給量増加と特別支援学級児童生徒数（半数は発達障害児）増加は正の相関！

ネオニコチノイド系農薬年間供給量



特別支援学級児童生徒数（人）



ネオニコチノイド系農薬への胎児期暴露が、発達障害の発症・増加に関与！？

原水・水道に含まれるネオニコチノイド系農薬成分、このまま放置して良いの！

〇市当局は、国の基準を大幅に下回っており、「水質汚染はない」との認識！対策を取らずにこのまま放置という事ですか！

〇県は、健康影響がはっきりしない段階で、市民の安全と安心の為、約45万の県民への水道水を供給する北谷浄水場に於いてPFAS除去のため、１６億円をかけ高機能活性炭処理設備を導入し、効果を上げている。

〇宮古島市では、毎年投与され続けるネオニコチノイド系農薬が、地下水に浸透し今後も増え続ける可能性が高い。しかも年間ネオニコチノイド系農薬供給量と特別支援学級児童生徒数急増は相関しており、発達障害などの健康影響が、既に出現している可能性が高い。このまま、放置して良いのですか？

NO！！

子や孫そしてひ孫たちへの健康影響を
防ぐ為に、高度浄水処理が必要！
その切り札が活性炭浄化処理！

活性炭と活性炭処理

活性炭処理

活性炭とは？

◆木炭、石炭、骨、ヤシ殻などを900℃ほどの高温で蒸焼きにして作った**多孔質の炭**である。

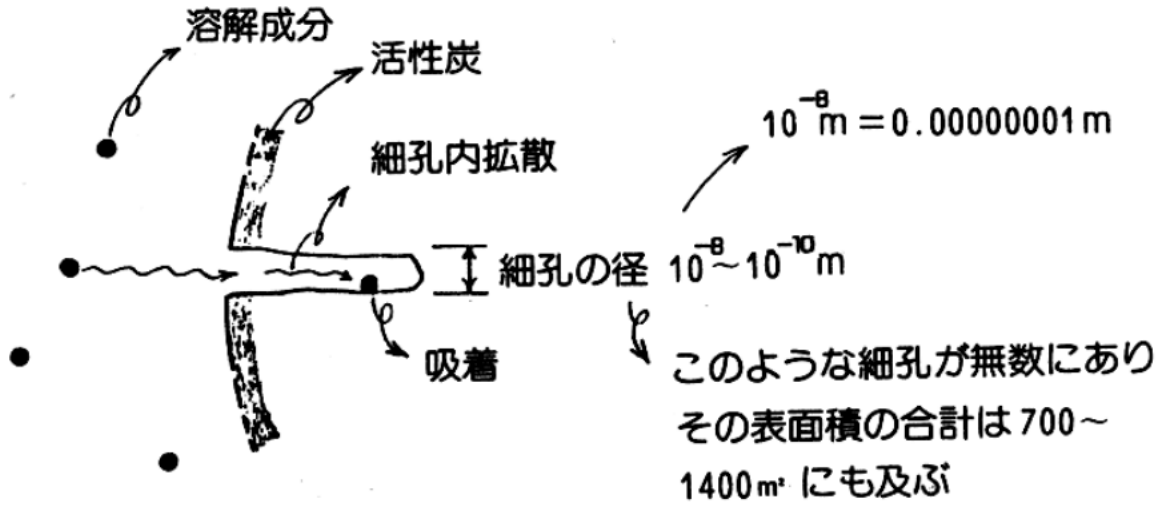
◆内部に**10^{-8}～10^{-10}m程度のミクロ細孔**を無数に有している。

◆この細孔が無数にあることにより表面積が非常に大きくなり通常活性炭は**1gあたり700～1400m^{2}の表面積**を有している。

◆活性炭による不純物除去の機構は**吸着**で、**10^{-8}m（10nm）程度の細孔に入った低分子成分が除去される**。

◆利用の用途は水処理をはじめとして空気をはじめとする気体の浄化などにも使われ、最近は家庭用製品にも幅広く用いられている。

◆家庭用浄水器のほとんどは活性炭を利用しているし、家庭用空気清浄機も活性炭が利用され始めている。



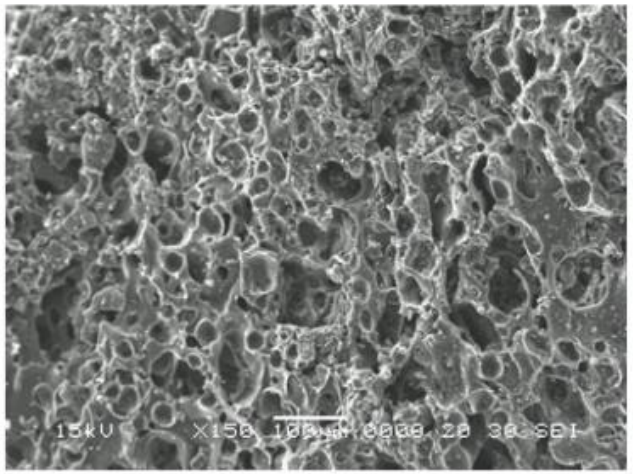


図1　活性炭の電子顕微鏡画像

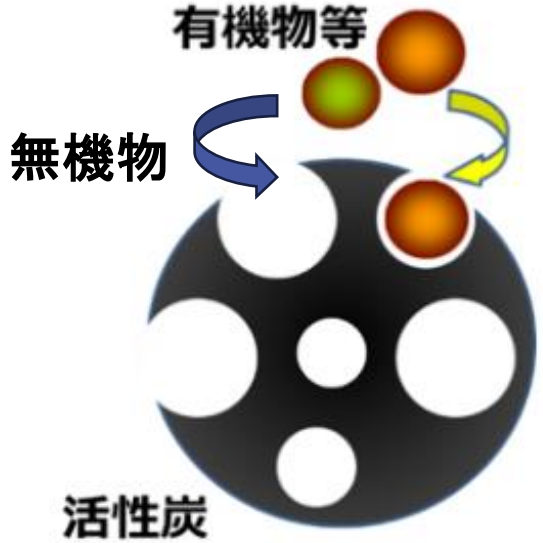
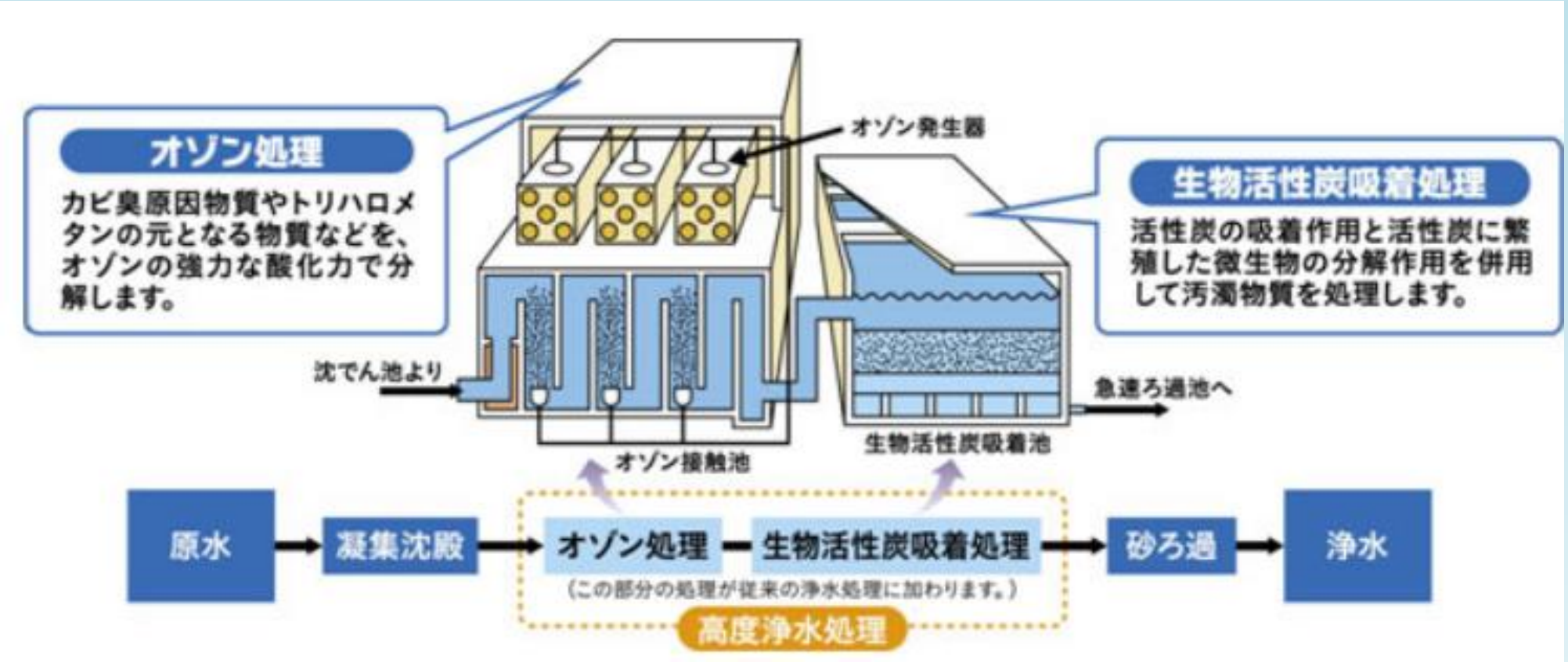


図2　活性炭への有機物の吸着のイメージ図

活性炭による高度浄水処理の種類と特徴

種類	浄水処理フロー	特徴
粉末活性炭処理方式	通常の浄水処理の**前段**で粉末活性炭処理を行う	臭気物質やトリハロメタン前駆物質の除去に有効。 施設内のコストは抑えられるが、１回使用ごとに廃棄処分が必要でランニングコストがかさむ。 多量の注入が必要な場合は、後段の濾過池から漏洩する可能性がある。
粒状活性炭処理方式	通常の浄水処理に**後段**で粒状活性炭処理（主に**活性炭の吸着作用**を利用）を行う	異臭味、色度、有機物等通常の浄化処理では除去しにくい物質を活性炭の吸着能によって除去。 活性炭への負荷が大きくなり活性炭の寿命は、相対的に短い。 原水水質が比較的良好な浄水場で、導入されることが多い。 従来の浄水処理フローの後段に活性炭接触池の設置で済み建設コストは比較的安価。
生物活性炭処理方式	通常の浄水処理の間で粒状活性炭処理（活性炭層内の微生物による有機物等の分解作用と活性炭の吸着作用を利用）	塩素を注入しない事から、層内に繁殖する微生物の分解やアンモニアの硝化作用及び活性炭の吸着作用があり、吸着の持続効果が期待できるが、活性炭の寿命は相対的に短くなる。 主な追加施設は活性炭接触池のみで比較的安価であるが、連結管や中間ポンプの設置等既存施設の改造が必要となる。

東京都の生物活性炭吸着処理



阪神水道企業団でのオゾンと粒状活性炭処理を取り入れた高度浄水処理

①着水井

淀川から取水された原水が最初に到着するところです。ここから浄水処理が始まります。

②凝集沈澱

薬品(硫酸アルミニウム)を入れて、水中に混じっている細かな砂や濁りを小さな固まりにして沈めます。

③オゾン処理

オゾンにより水中のかび臭や有機物を分解します。

④活性炭処理

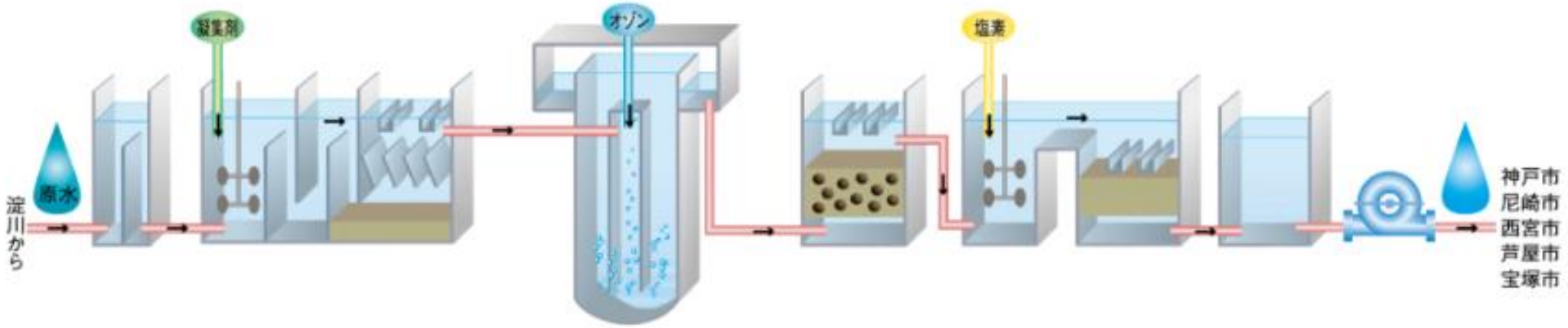
粒状活性炭層に水を通して、かび臭や有機物質などを取り除きます。

⑤ろ過

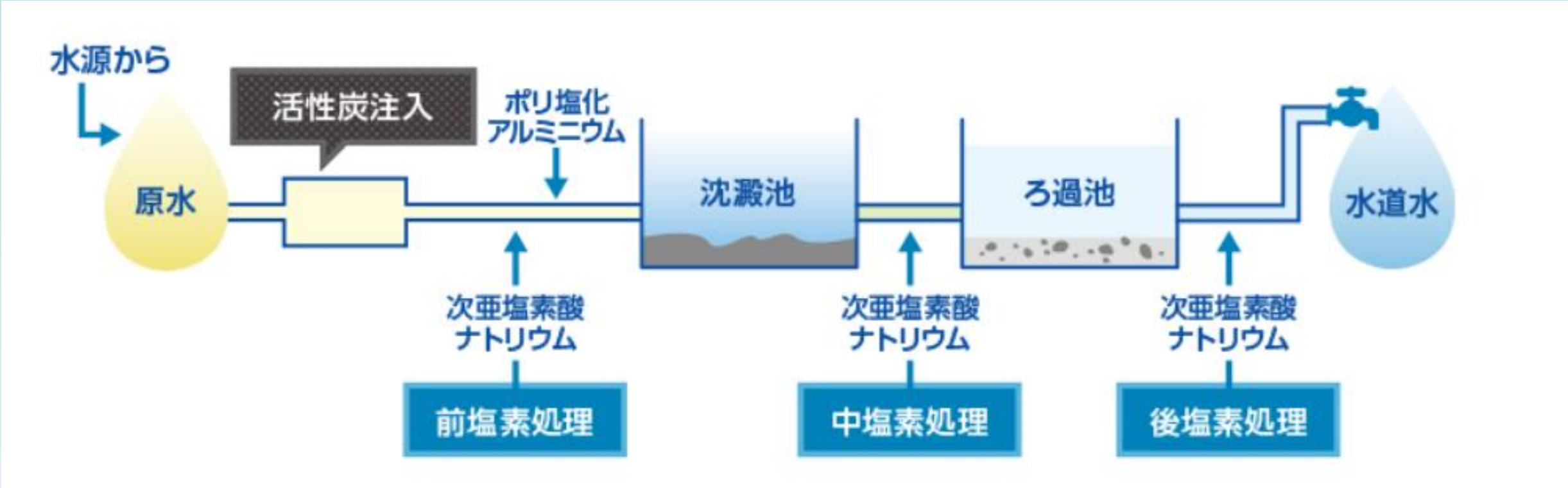
浄水処理の最終仕上げとして、水中に残っている細かな粒子等を除去し、きれいな水にします。

⑥浄水池

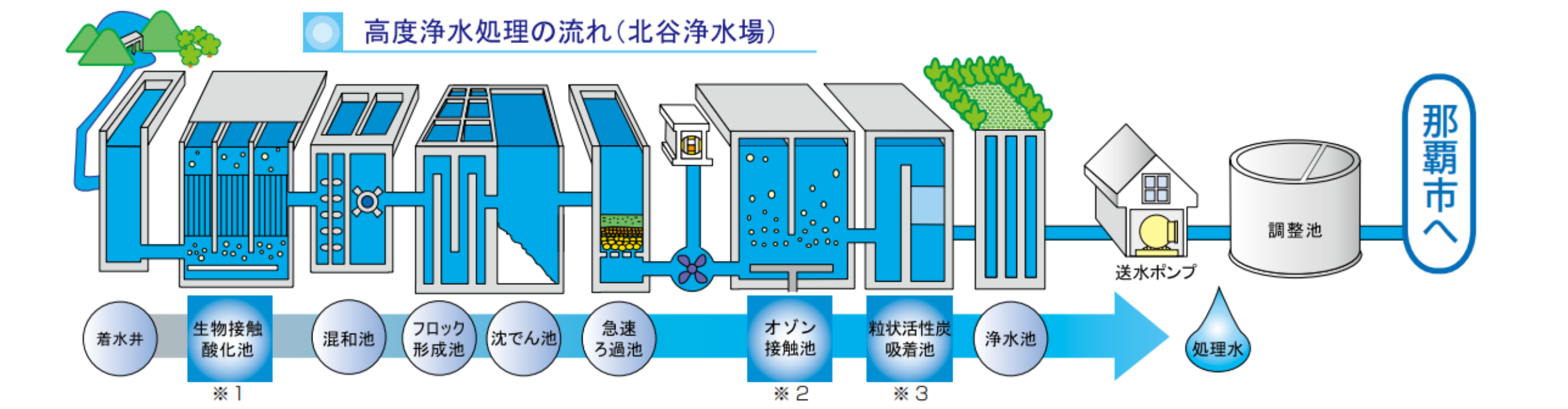
浄水処理された水道水を一旦ここで貯留し、各市へ送り出します。



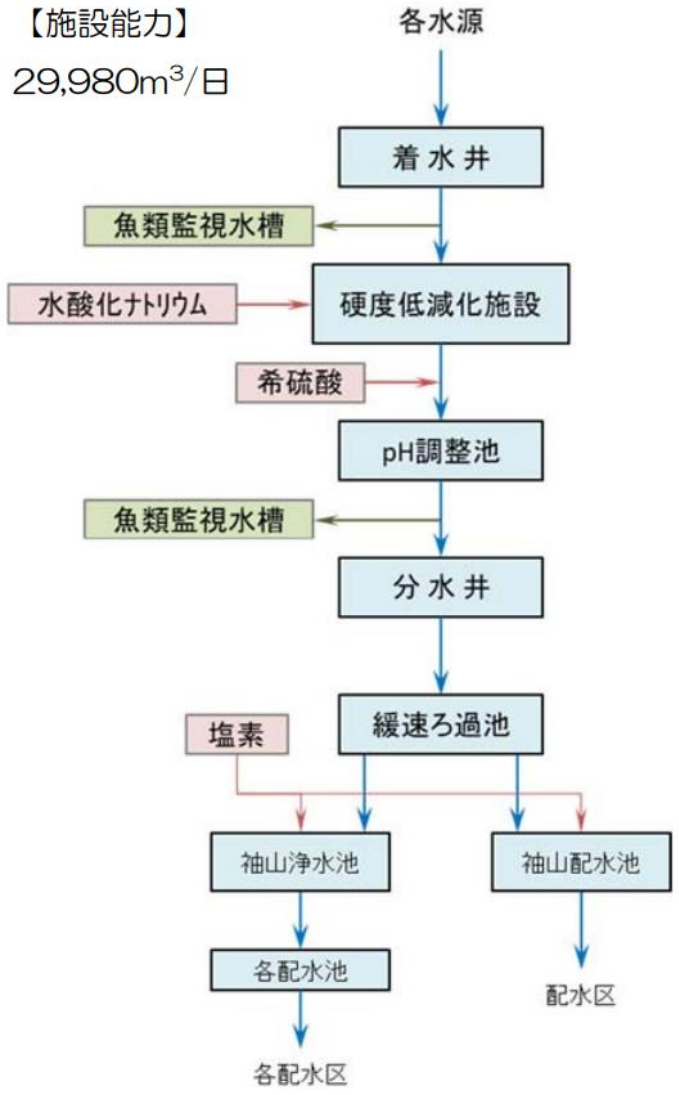
粉末活性炭浄化処理


水源から
原水
活性炭注入
ポリ塩化
アルミニウム
沈澱池
ろ過池
水道水
次亜塩素酸
ナトリウム
次亜塩素酸
ナトリウム
次亜塩素酸
ナトリウム
前塩素処理
中塩素処理
後塩素処理

沖縄県北谷浄水場の高機能粒状活性炭処理による高度浄水処理

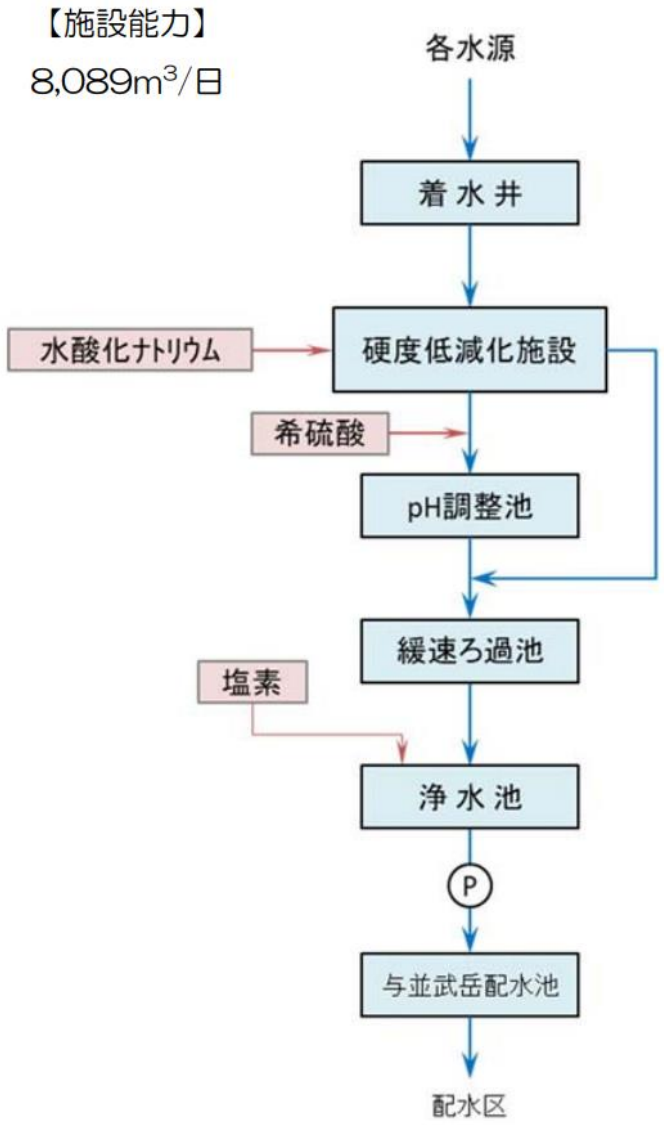


宮古島市
浄水場
処理フロー
緩速濾過池と硬度低減化施設が特徴



開発年度：昭和28（1953）年度
基幹改良年度：平成17（2005）年度

袖山浄水場



開発年度：昭和40（1965）年度

加治道浄水場

原水に含まれるネオニコチノイド系農薬成分は活性炭処理で除去可能！

１．飲料水の水質リスク管理に関する総合研究（１）

ネオニコチノイド系農薬は塩素との反応性が低く、塩素処理では除去できないが、**活性炭処理ではいずれも良好に除去される**。粉末活性炭注入率が大きくなるにつれて除去率は高くなる。

２．要検討農薬及びその他の農薬類の高度浄水処理性（２）

ネオニコチノイド系農薬のニテンピラムを除く６種類は、オゾン処理でほとんど分解されなかった。**粒状活性炭処理実験では、要検討農薬及びその他の農薬に分類されるネオニコチノイド系農薬は全て除去可能であった**（大阪市柴島浄水場）。

３．ネオニコチノイド系農薬の水環境中における存在実態と浄水処理性評価（３）：鶴見川流域

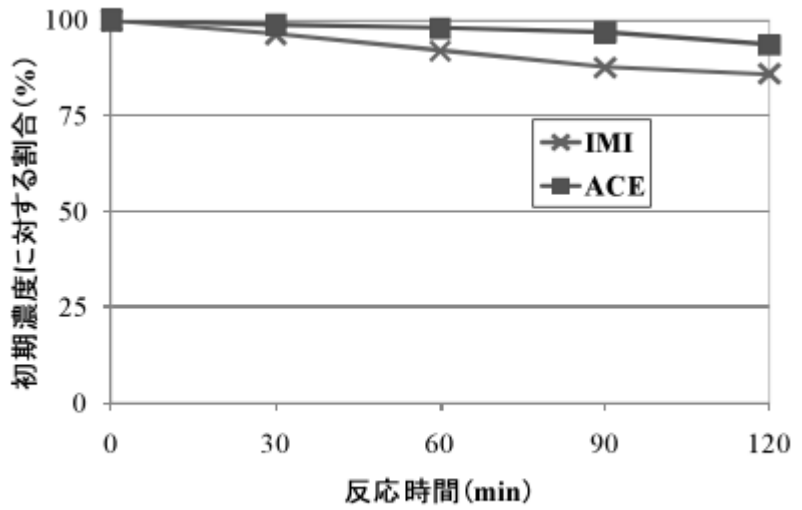


Fig. 6　塩素処理による反応性

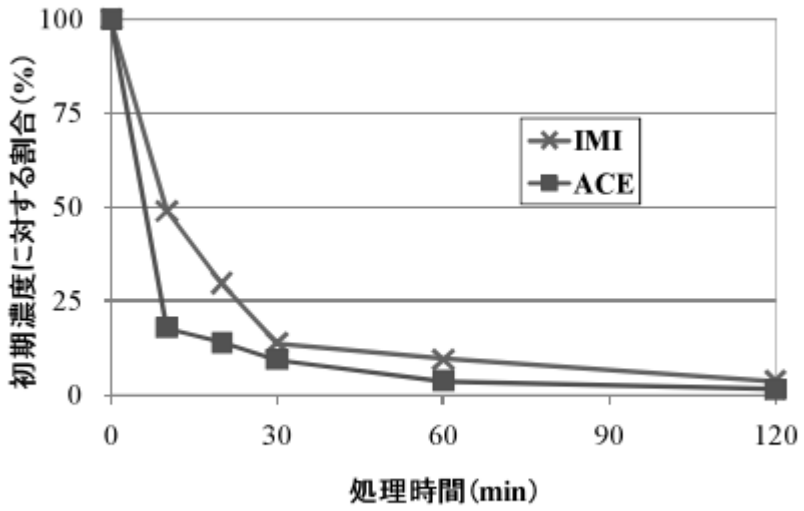


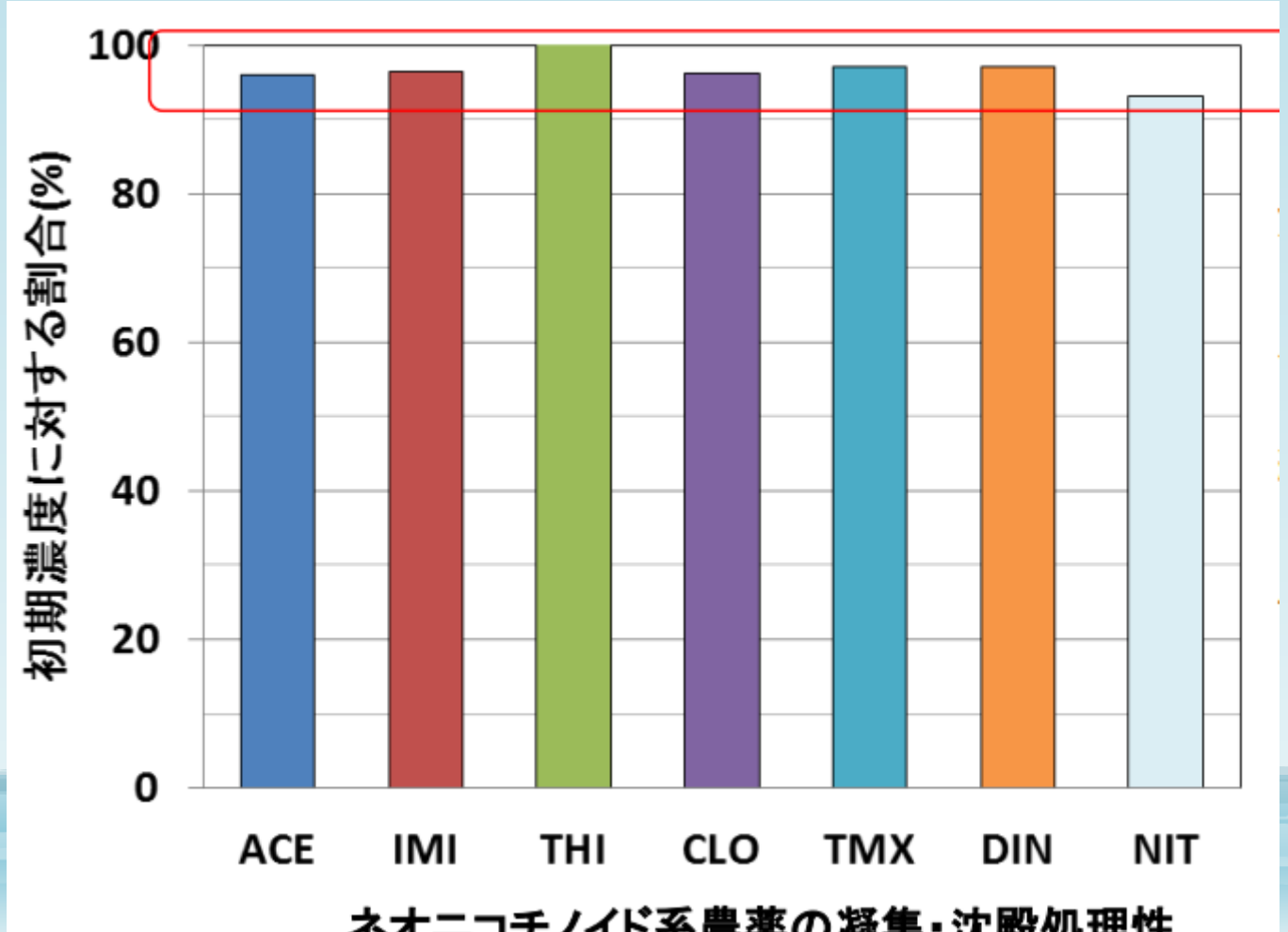
Fig. 7　粉末活性炭処理による処理性

イミダクロプリド、アセタミプリドの塩素処理性は非常に低いが、粉末活性炭処理により処理時間１２０分で、９６％、９８％が良好に処理された。**原水で検出された最大濃度420ng/Lレベルのネオニコチノイドが存在した場合、粉末活性炭処理によりほぼ除去可能。**

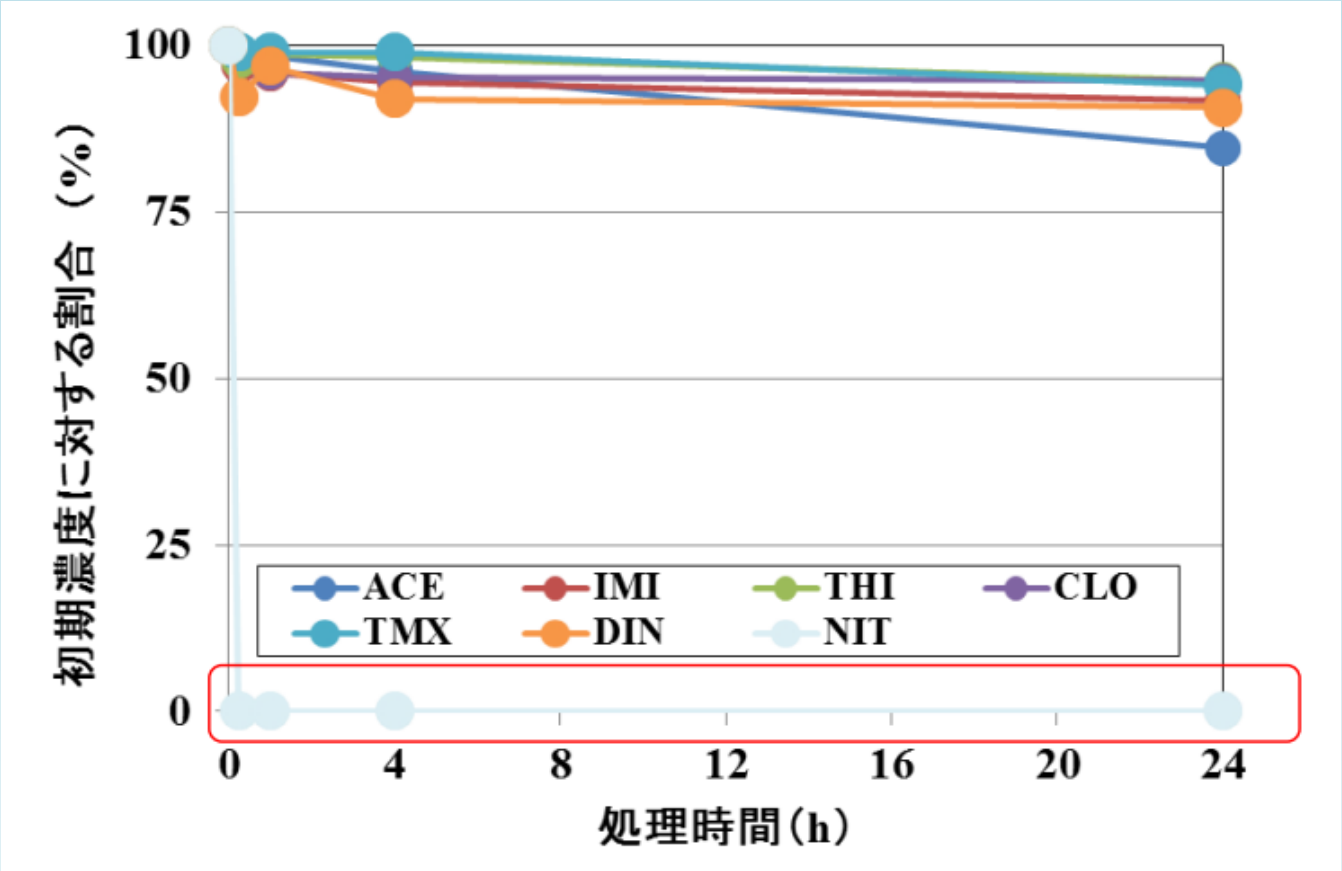
４．水の安全を科学する（４）

ネオニコチノイド系農薬の浄水処理性：

凝集・沈殿処理では、ほとんど除去されない

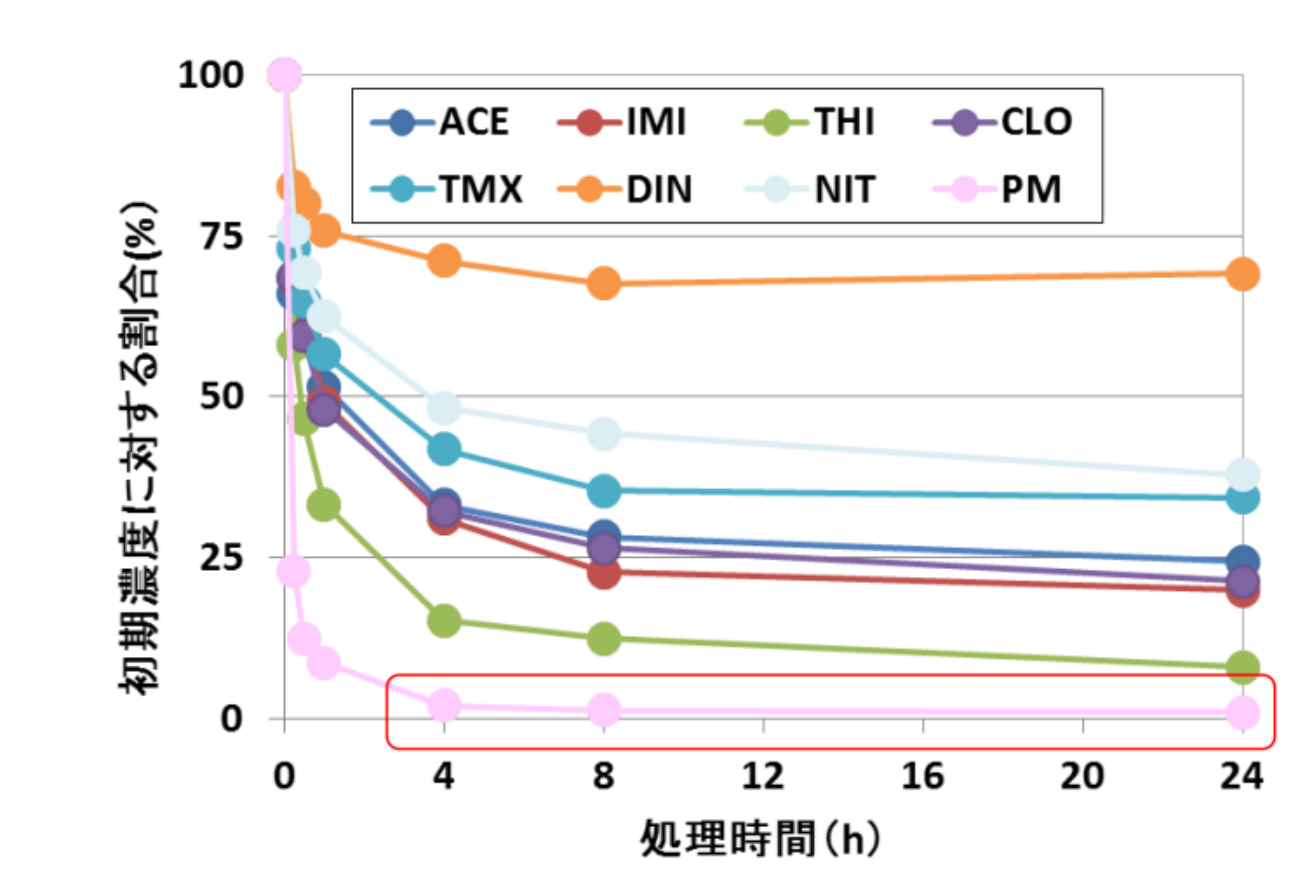


ネオニコチノイド系農薬の浄水処理性： 塩素処理



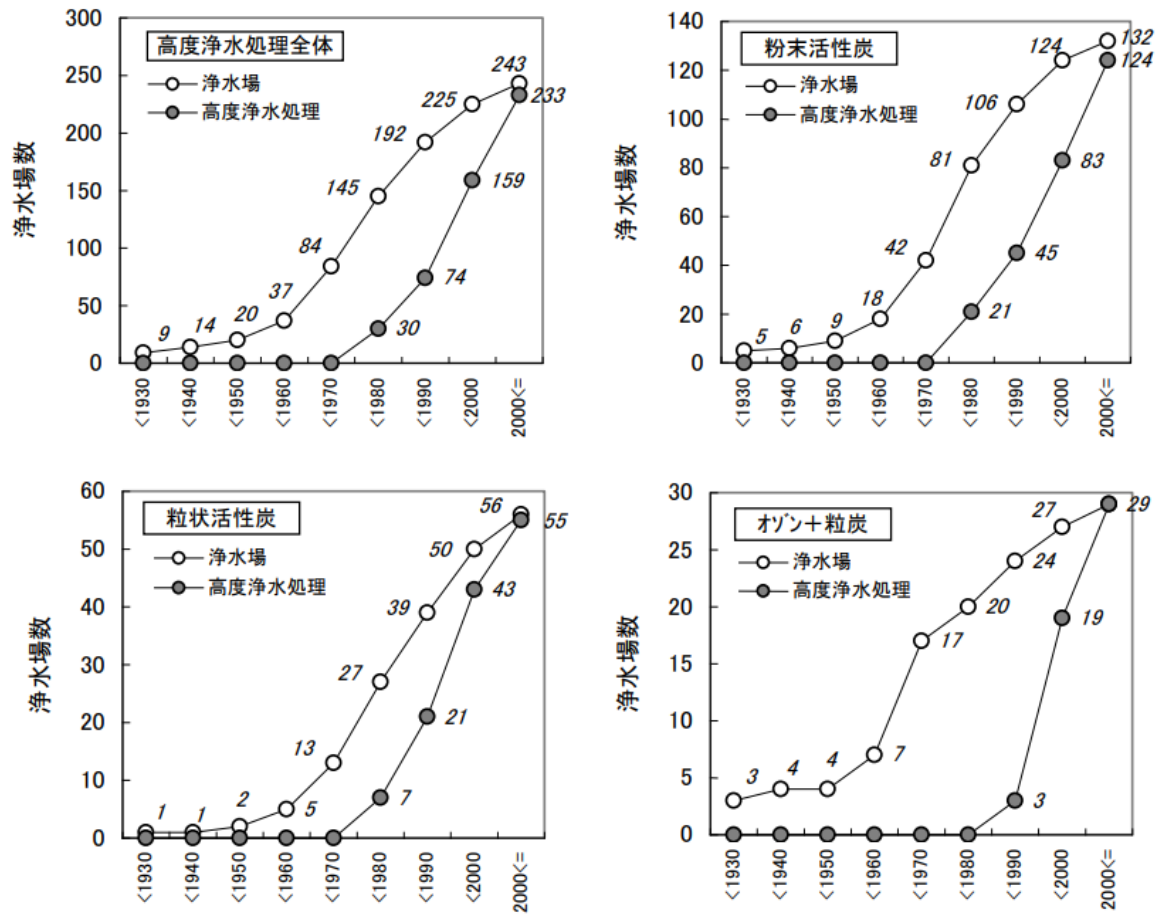
塩素処理ではNIT以外の除去は期待できない！

ネオニコチノイド系農薬の浄水処理性 活性炭処理

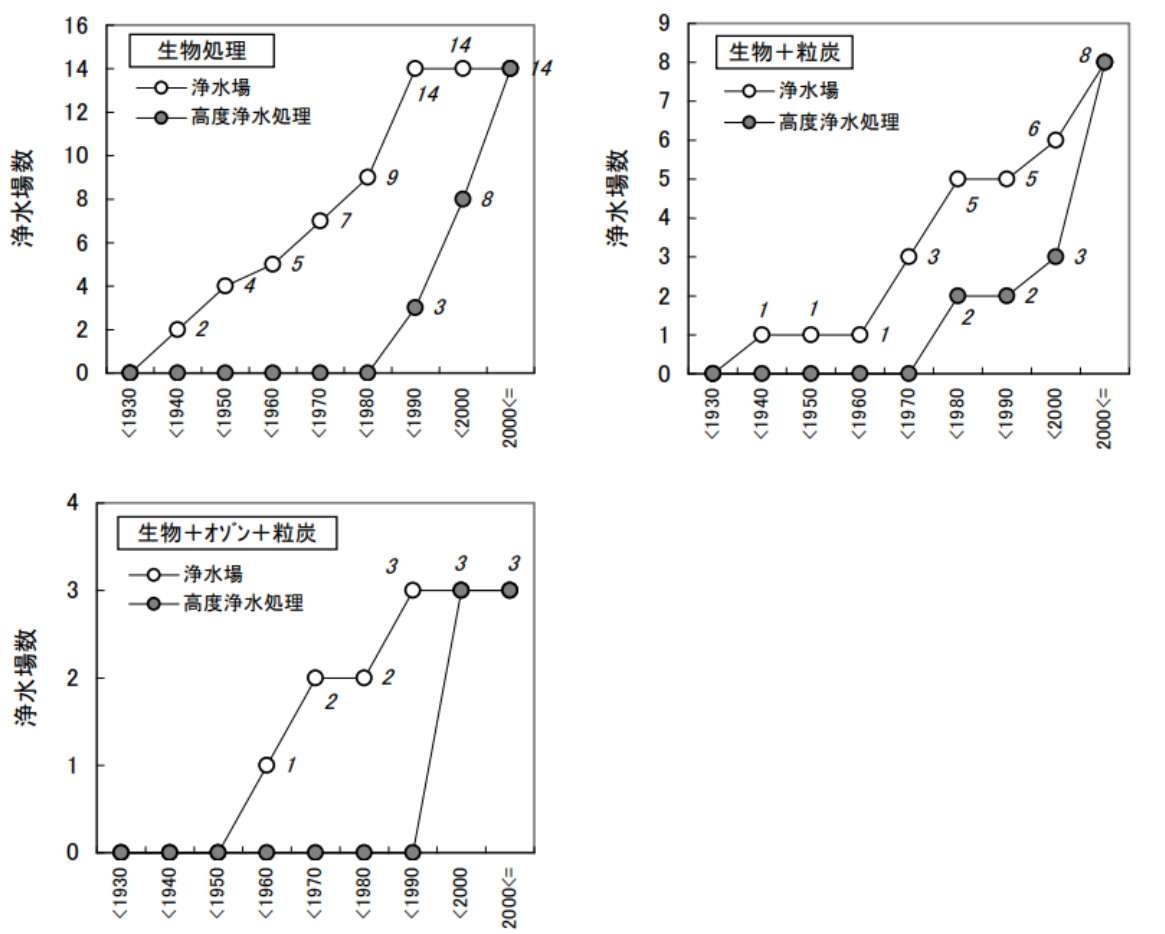


ジノテフラン３０％を除く殆どが6o～８０％の除去率
クロチアニジン７５％の除去率

我が国の高度浄水処理の現状（厚生労働省）　（５）



稼動開始年が不明（未記入）の浄水場があるため最終年度で浄水場数が高度浄水処理数に一致しない場合がある。



稼動開始年が不明（未記入）の浄水場があるため最終年度で浄水場数が高度浄水処理数に一致しない場合がある。

高度浄水処理導入施設は２３３か所　活性炭処理導入施設は１７９か所

沖縄県企業局によるPFAS対策

１．PFOS等吸着に適した活性炭の調査

令和2年度：　粒状活性炭処理における有機フッ素化合物の除去性能評価（Ⅱ）

直接注入法による有機フッ素化合物の一斉分析方法の検討及び妥当性評価

令和3年度：直接注入法における長鎖有機フッ素化合物の前処理方法の検討

２．粒状活性炭の取替（防衛省補助）

沖縄県企業局による、**有機フッ素化合物ぼ除去に特化した北谷浄水場の設備改良事業総工費１６億円。**３分の２（約１０億６千万円）は防衛省の補助金で賄い、残りは水道料金を財源とする県企業局の予算から捻出する。設備改良事業は２０１９～２３年度の５年計画。**高機能の粒状活性炭吸着池（吸着池）**を設計した上で、現行の吸着池１６池を、毎年４池ずつ最新のものへと取り換えていく。初期投資額は増えるが、高機能化により交換頻度が抑えられるため、長期的には費用削減が期待できる。**ＰＦＡＳの値を低減させる対策として、活性炭の入れ替えを８年に１回としていたが、昨年度から４年に１回へ変更。**

高機能活性炭処理により浄水から検出されるＰＦＡＳの値が、１リットル当たり１ナノグラム未満まで低減

表　諸外国のガイドライン値例

諸外国等	基準値等	リスク評価のエンドポイント（健康影響）の種類
カナダ保健省（2018）	飲用水のガイドライン値 PFOS: 600ng/L PFOA: 200ng/L	PFOS：ラットの発がん性試験 PFOS：幹細胞肥大、壊死
米国環境保護庁（EPA）（2022）	飲用水に関する生涯健康勧告値※ PFOS: 0.02ng/L （暫定） PFOA: 0.004ng/L （暫定）	PFOS:7歳児におけるジフテリアワクチン反応の抑制 PFOA:7歳児における破傷風ワクチン反応の抑制
ドイツの健康関連指針値	PFOS,PFOAとも300ng/L	サルの甲状腺ホルモンへの影響
豪州保健省（2017）	飲用水に関する品質値（quality value）（ガイドライン値） PFOS:　70ng/L PFOA:560ng/L	PFOS:ラットの母体及び児の体重増加抑制 PFOA:妊娠マウスへの投与により胎児の骨形成低下や雄の出生児の性成熟促進

※米国EPAの公表資料では、該当数値は今後修正される可能性があるとのこと。

高機能粒状活性炭処理により
ネオニコチノイド系農薬成分除去も十分期待が持てる！

日本の水道水質暫定基準値は、PFOS＋PFOA５０ ng/L未満
EPA（米国）の基準は　PFOS＋PFOA４ng/L未満

高機能粒状活性炭処理設備費用について

１．約45万の県民への水道水を供給する**北谷浄水場での PFAS除去のための高機能活性炭処理設備導入総工費約16億円**単純に人口比で比較すると**宮古島市市民５万６千人**で８分の１の規模となり、**約２億円**と推定される。

２．水道事業の費用体効果分析マニュアル（６）によれば**対象人口２０万人**での**活性炭処理施設**（耐用年数４０年）事業費は、**２４億9,800万円**と推計。ちなみに宮古島の浄水処理では、宮古島市の人口規模に当てはめると**約6億8千万円**

子供たちの健康影響と費用対効果を重視

宮古島市は、袖山浄水場の**硬度低減化施設の機器を更新**し、２０２４年度までに順次入れ替え、**事業費は22億６５００万円**。従来、原水の硬度はカルシウム、マグネシウムの含量が多く**国の水質基準300mg/Lに迫っていました。**市販されているフランス産ミネラルウォーター“エビアン”と同程度です。国が定める「おいしい水」の硬度要件は、10～１００mg/Lです。全国の大部分が、硬度100以下の軟水で、味に勝るとされています。しかし味覚には個人差があります。やかんなどに石灰が付着したり、お茶やコーヒーがおいしくないとの苦情があるが、**硬水も軟水も普通に飲んでいれば、硬度差による健康影響はありません。水道水からのネオニコチノイド系農薬成分慢性暴露は、発達障害等の健康影響が懸念されています。**宮古島市では既に発達障害が急増している可能性があります。

硬度低減よりも農薬やPFAS等の環境化学物質や鉛などの重金属除去の為の高機能活性炭処理の方が子供たちへの健康影響を少しでも少なくする観点から、はるかに優先度が高く、長期的コストパフォーマンスも高い！！

予防原則に則り子供達への健康影響を最小化する為、PFAS除去対策と同等のネオニコチノイド系等農薬等の浄水処理による除去対策を！

県企業局によればPFOS はヒトにおける生殖影響や曝露後の急性毒性等に関するデータはほとんどなく、ヒトの疫学データから発がん性があるとのデータは得られていません。PFOAも同様です。それにも拘らず、県は、県民の安全・安心の為、予防原則に則り、費用負担が多くても県民の安全・安心の為原水からの高機能活性体処理による高度浄水処理を実施しています。

宮古島市の原水・浄水中のネオニコチノイド系等化学農薬複合汚染は、国や県の推進する農業施策の負の遺産です。これらの成分への慢性暴露による発達障害等の健康影響が懸念されています。宮古島市では既に発達障害が急増している可能性があります。市民の水道水に対する安全・安心を保障し子供達への健康影響を少しでも少なくするため、宮古島市は県に対し、高機能活性炭浄水処理等高度浄水処理施設整備への助言や費用の補助の要請を早急に行うべきです。

子や孫そしてひ孫たちへの健康影響を防ぐ為に！

１．宮古島市及び市議会は、水道水源原水・水道水で検出されているネオニコチノイド系農薬成分除去の為、水道水源原水での活性炭処理等による高度浄水除去能力の確認のための県環境科学センターでの実証試験の実施を県に請願すべきである

２．宮古島市及び市議会は、原水及び水道水での複合汚染を重く受け止め、市民の安心・安全を獲得するために、県に対し北谷浄水場で行われているPFAS除去のための高機能活性炭浄化と同等の高度浄水処理設備を袖山・加治道浄水場に早急に整備する事を請願すべきである。

水俣病を教訓に！　予防原則に基づく早期対策こそが「命の水を守り、子供たちの健康を守る」為に必要！

原水・浄水のネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬複合汚染軽減対策

１．農薬成分の地下浸透を防ぐために、供給量・使用量を削減・中止する

国の進める「緑の食料戦略システム」で計画されている総合的害虫・雑草管理（IPM）を積極的に推進し、2040年までのネオニコチノイド系農薬の使用中止をまたず、２０３０年度までのネオニコチノイド系及びフェニルピラゾール系農薬の供給・使用を停止すべきす。

２．袖山、加治道浄水場に高機能粒状活性炭による高度処理浄水機能を追加

子や孫そしてひ孫への健康影響を少しでも少なくするため、袖山、加治道浄水場に高機能粒状活性炭による高度処理浄水機能を追加し、これらの農薬成分影響を最小化すべきです。

.

参考文献

１．松井佳彦（北海道大学）「飲料水の水質リスク管理に関する総合的研究」
平成２１年度総括・分担報告書

２．藪内宣宏　「要検討農薬及びその他の農薬類の高度浄水処理性」

３．直井啓　「ネオニコチノイド系農薬の水環境中における存在実態と浄水処理性評価」
工学総合研究所報　NO39 2011

４．鎌田素之　「水の安全　水の安心を科学する」
横浜市立大学エクステンション講座2015/10/15

５．「アンケート調査に基づく我が国の高度浄水処理の現状」厚生労働省

６．水道事業の費用対効果マニュアル　第Ⅳ編　算定事例
平成19年　厚生労働省健康局水道課