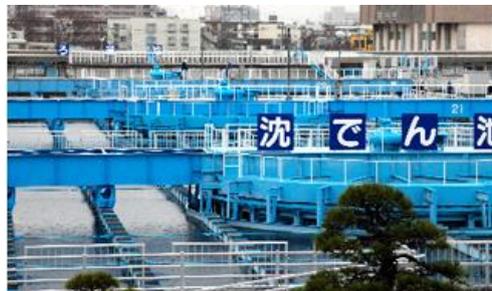


逆浸透膜浄水器の放射性物質除去能力を調べる  
(飯舘村水道水採取と試験の記録)

株式会社アクアベンドジャパン  
馬場 哲也

2011年3月23日

東京都が金町浄水場から供給される水道水で210Bq/lのヨウ素131を検出したと発表したことにより、「弊社製品の逆浸透膜浄水器はこれを除去できるか」との問い合わせが殺到しました。



放射性ヨウ素が検出された金町浄水場  
2011年3月24日付け朝日新聞HPより

3月24日

私は逆浸透膜の放射性物質に対する能力を知りたくて、国内ではいち早く逆浸透膜の研究に取り組み、現在イオン交換学会の副会長でもある神奈川大学工学部物質生命化学科、井川学教授に電話しました。

「逆浸透膜は塩水を処理できますが、これは $\text{Na}^+$ イオンと $\text{Cl}^-$ イオンを除去できるということです。ヨウ素にしろセシウムにしろそれ自体は $\text{Na}^+$ イオンや $\text{Cl}^-$ イオンより大きいということは言えますが、ヨウ素やセシウムは電価の強度に関する問題があり単純に除去できるか疑問も残ります。」

3月25日

私はその辺の知識不足のため「電価の強度」の意味を詳しく聞きたく神奈川大学に井川先生を訪ねました。

「簡単に言うと水に溶けやすいか否かということと考えられます。水に溶けやすい $\text{Na}^+$ イオンや $\text{Cl}^-$ イオンは自分の周りを取り囲むように水分子を引き連れ見かけを大きくする性質があるのに比べ、ヨウ素やセシウムは逆に自分単体でしか存在できない、つまり溶けにくい小さな状態のままであると考えられRO（逆浸透膜）の穴をすり抜けてしまう可能性がある。しかもヨウ素の存在形態そのものが不安定で不確かなのです。」ということでした。

つまり「やってみなければわからない。」というのが現状での結論ということになりました。



日本イオン交換学会副会長  
神奈川大学工学部物質生命化学科井川学教授  
神奈川大学HPより

3月26日

井川先生から以下のようなメールをいただきました。

<直ちに金町浄水場の水を採取し、これを逆浸透膜で処理後分析してみてもどうでしょうか。ヨウ素やセシウムがイオン形であれば90%位は除去できると思います。>

という内容でした。さらに先生の教え子で委託分析を行なう会社に勤めている方を紹介していただきました。

うちの会社の浄水器は月に10台も売ればいい方だったのが今週既に10台の注文がきていてその対応に追われ、毎日設置の作業が入ってしまいました。また、PETボトル入りミネラルウォーターのNET販売も24本入りの箱が飛ぶように売れます。みんながどれだけ不安に陥っているかを目の当たりにした気持ちです。

金町浄水場の採取のタイミングを考えなければなりません。

せっかく金町まで行って採取をし、ピオラ（逆浸透膜浄水器）で浄水後分析に出し、原水に全く放射性物質が含まれていないということになったら全てが無駄になります。ガイガーカウンターがあればいいのですが、それでも「車を降りて測って何ミリシーベルトでした」というところを探すというように、放射線量から放射性物質の有無を推定することは一般人のやれる範囲を超えています。

井川先生のアイデアで、雨が降った後浄水場に放射性物質が混入する確率が高いのでそのとき採取するのがいいということで、わたしはインターネットの週間天気予報にかじりついています。

曇りはあるものの、このところ雨が降りそうな日がありません。

風向きを調べても原発を中心にぐるぐるまわるような向きを示していて放射性物質の落下位置を推定できそうにもありません。

3月27日

先生から以下のような嬉しいメールが舞い込みました。

<セシウムイオンとヨウ化物イオンの分離例は「化学」増刊69号（1976年）の87ページに次のように出ています。

<排除率> ※膜1～6は性能の異なる逆浸透膜に番号を付したもの

※膜1、膜2、膜3、膜4

塩化ナトリウム	95.2	88.0	78.7	63.7
---------	------	------	------	------

ヨウ化ナトリウム	91.9	82.2	70.2	50.6
----------	------	------	------	------

膜5、膜6、膜7

塩化ナトリウム	94.4	88.2	77.5
---------	------	------	------

塩化セシウム	95.0	90.0	82.3
--------	------	------	------

膜の材質によっても結果は異なるでしょう。うまくいくといいですね。期待しています。>  
というものでした。

現在私たちが使用している逆浸透膜のデータシートによると塩化ナトリウムの排除率は98%となっていて、35年前よりかなり向上しています。

とりあえず現時点で排除率が高い膜ならヨウ素を90%以上除去できると言う事実が見つかりました。

今後の実験でいい結果がでることが期待されます。

採取のタイミング待ちにジリジリしています。

福島原発付近の海水汚染が進んでいることをテレビで見て、いっそ海水を汲みに行ってはどうかと考えました。

海上保安庁がホームページで出している海洋速報に日本周辺の海流図が載っています。

これを見ると福島の家は千葉の辺りまで

南下しているようです。栃木あたりの海の水を採取してはどうかと井川先生に相談してみました。

すると、「濃い塩水のヨウ素を処理する場合と水道水に混入した僅かなヨウ素を検出する場合とは結果が異なる場合が考えられ、いい方法とはいえない」ということでした。更に、

「自分なりに計算して驚いたのですが、例えばテレビで言っていた1リットルあたり100Bqの放射線を出すヨウ素131の濃度は、 $4.23 \times 10^{-17}$  mol/lとなりました。これはものすごく少ない量で現代の科学を持ってしてもヨウ素自体の検出は不可能です。改めて放射性物質の持つ莫大なエネルギーに驚かされます。つまり放射性ヨウ素という物質を普通の機器分析法で検出はできないため結局放射線量を測定するしかありません。」

ということでした。

私も先生の値をいただき計算すると、1lあたり100Bqの放射線を出す溶液は1l中にヨウ素131イオンが2500万粒しか入っていないことになります。

このヨウ素イオン(1ナノメートルと想定)を全て取り出し一列に並べたとするとたった2.5mmにしかならない計算です。

やっぱり福島に採取しに行くしか確率を上げることは難しそうです。

さっそく放射線量の分析が可能な機関にメールで問い合わせしました。

3月28日

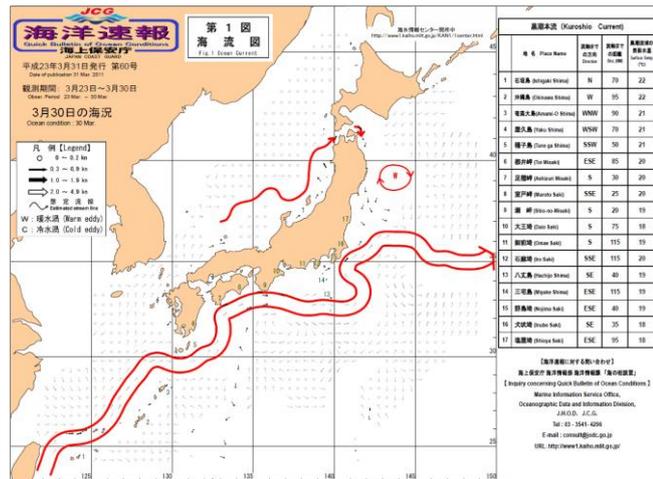
石川県の放射線の分析会社から見積が来て1検体につき¥47,250で3検体で約14万円だということです。やはり依頼が多く3週間程度かかるとのこと。

国で発表している数字はどうしてそんなに早く出せるのか疑問が残ります。私は放射線の検出方法に関しては全くの門外漢です。今度調べておこうと思います。

3月30日

この数日、浄水器の取付作業にかかりっきりです。

相変わらず天気を気にしながら、ばかっぱれの空を見ています。インターネットで「福島 放射線量」



日本周辺での海流

2011年3月30日付け海上保安庁HPより

を検索してみてもほとんど情報がありません。飯舘村の土壌で1kgあたり16万Bq（ベクレル）という異常に高い放射線量を示したという記事があるだけで、あとは周辺の都県の情報ばかりでした。福島の友達に電話してみたけど彼も同じように「情報が全く得られない。情報を作る人間すらいない状況だ。」と言っていました。

3月31日

天気予報で福島山間部では午前中、小雨もしくは雪とありました。今日の午前の浄水器取付工事を終え、福島に向かうことにしました。

これまで貧しい我が社が、被災地の方にはできることとして、ミネラルウォーター1箱販売につき1本を届けるとしてきました。本来区役所に届けるだけのつもりでしたが、ここは自分で届けるチャンスだとミネラルウォーターの箱を詰めるだけ詰めて行きました。

服装はやっぱりフード付きの捨てられるものを選び、熱湯をポットに入れカップめんとカップスープを積み、採取用の容器は12ℓのポリカーボネート製のものを2個用意しました。

そして午後2時、福島県相馬郡飯舘村へ向かいました。

ナビの到着時刻は午後8時半。

ひたすら走りましたが福島圏内ではできるだけ止まりたくなかったので、栃木県宇都宮の上河内SAでガソリンを満タンにし、トイレも済ませました。

ひた走って福島西インターを降り、原発から離れた北方向、つまり福島駅を通り越した先から飯舘村へ入ることにしました。このとき6時半で陽が落ちるところでした。到着まで1時間以上かかる見込みでしたのでとにかく急ぎました。



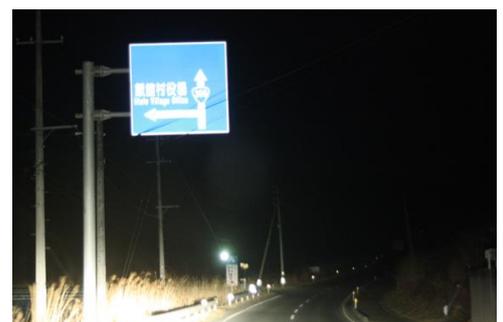
国道4号線。福島駅入り口を通り過ぎる。

陽は沈みあたりは真っ暗な中、どんどんローカルな雰囲気漂い、山の中のつづれ折の坂道を登ることになりました。標高もかなり上がってきたらしく、耳抜きをしなければならぬほどでした。突然、ヘッドライトの前に飯舘村の表示板が現れました。真っ暗な中、異様に輝く表示板を見ると少なからず緊張しました。



遂に飯舘村へ入る。辺りは真っ暗闇。

それから約一時間ほど県道399号線を走ると飯舘村役場の標識がありました。いよいよ着いたと思ったのは甘く、それから更に数キロは走った気がします。



役場の表示はあったもののここからも更に遠い。



役場の前には支援物資のミネラルウォーターが山積み。

立派な役場に不釣り合いな急造の看板。

玄関脇に水道があった。

村役場について最初に目に入ったのはその立派な建て家の前に山と詰められたままのミネラルウォーターです。がんばれ日本！ x x 大学など支援者の名前が入った紙が貼られていました。ひねくれものの私には、少し前にあったタイガーマスク運動がとても立派な行為に思えました。



たまたまこのような服になってしまったが・・・



玄関脇に水道があった。

来るときここで使った服は廃棄するつもりで捨ててもいいものを探したら、たまたま上から下まで白いものになってしまい、本当に異様なでたちです。マスクを2枚重ねて使いセルフタイマーで写真を撮りました。ここに来る前、井川先生から空中を浮遊するヨウ素やセシウムはエアロゾルという形態をとり、お互いくっつき合って  $0.1\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$  くらいの大きさになっているのでヘパフィルターなど有効なマスクがあると聞いていました。水に溶解ると一気にイオン化しナノ以下のオーダーになるそうです。気休めとは思われますがそれでもマスクをしないわけにはいきませんでした。水を汲んでる最中職員らしい方が通りかかったのですが、まったく普通の格好で、私は自分自身がみっともないものに思えてしまいました。

それでもお水を汲ませていただき、ほうほうの体で車に戻り、服をゴミ袋に脱ぎ捨て、ウェットティッシュで露出していた部分や車の内側を拭き取りすぐにエンジンをかけました。

来るとき感じてはいたのですが、真っ暗な時間帯であるのにほとんどの家に明かりがつかっていない、全くのゴースタウンでした。

もう人が居ないのです。せっかくの支援物資もほとんどが自主避難をしてしまっているのでは山積みのみまでも、仕方がないでしょう。

勇気を出して明かりのついている何軒かの家を訪ねミネラルウォーターがいないか聞きました。

たまたま女の人ひとりで営む雑貨屋があったのでミネラルウォーターは役場に取りに行かれましたかと尋ねると行ってないとおっしゃいます。

横浜から水を持ってきたけど役場もいないというのでよかったらもらっていただきたいという、

申し訳ないからお金を払うとおっしゃいます。

置く場所を決めてもらいどんどん積み上げました。

せめて缶ビールでも持って行ってと持たせて下さりました。これはありがたくいただくことにしました。

睡魔と闘いながら横浜に帰ったときは翌日になっていました。

とにかくシャワーを浴び、床に着いたときは、あっという間に爆睡してしまいました。



会社で預かったミネラルウォーターは直接個人のお宅へお渡ししました。

4月1日

ヨウ素131の半減期は8日といわれています。実験後分析に渡すまでレベルが下がりすぎて検出限界を超えないか心配です。

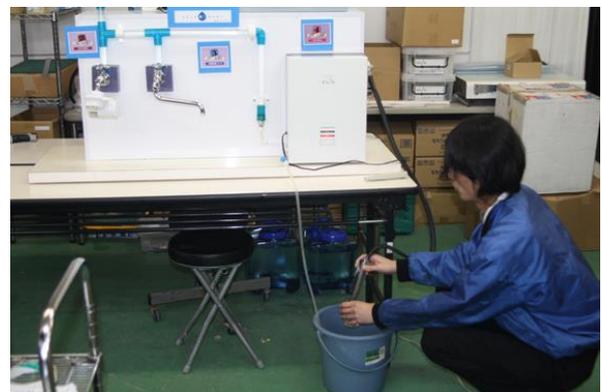
早々に分析を依頼する検査機関になんとか急いでもらえないか連絡しました。

「実際、測定したときの放射線量と採取時の放射線量は異なりますが、採取時の日時に換算する数式があつて時間が経っていてもそれを正確に測定することができます。」と説明して下さいました。

現在、農作物や海産物など生産者にとっては死活問題となる検査依頼が山とあつて日夜不休の作業に取り組んでおられるとのことで、通常の実験スケジュールで結果を出すことが不可能ということだそうです。

このような状況下で、社会的にあらゆる面で頼りにされている自衛隊、消防、警察等、公務員の方々以外にもこのような形で民間の方々も大きな使命を抱え、不休の作業に取り組まれていらっしゃる方が多方面に及んでいることに改めて感謝したいと思いました。

大急ぎで分析用サンプルの用意をしました。飯館村から採取してきた水を同じ水で洗ったサンプルボトルに充填。



社内の実験室で急遽飯館村から持ち帰った水をピオラに通して分析に出しました。

次に、実験セットの原水用水槽に飯館村の水道水を入れます。

それまで実験していた前の水が混ざらないように30分ほど十分に運転の後、ピオラ（逆浸透膜浄水器）からの出力をサンプルボトルに2本採りました。

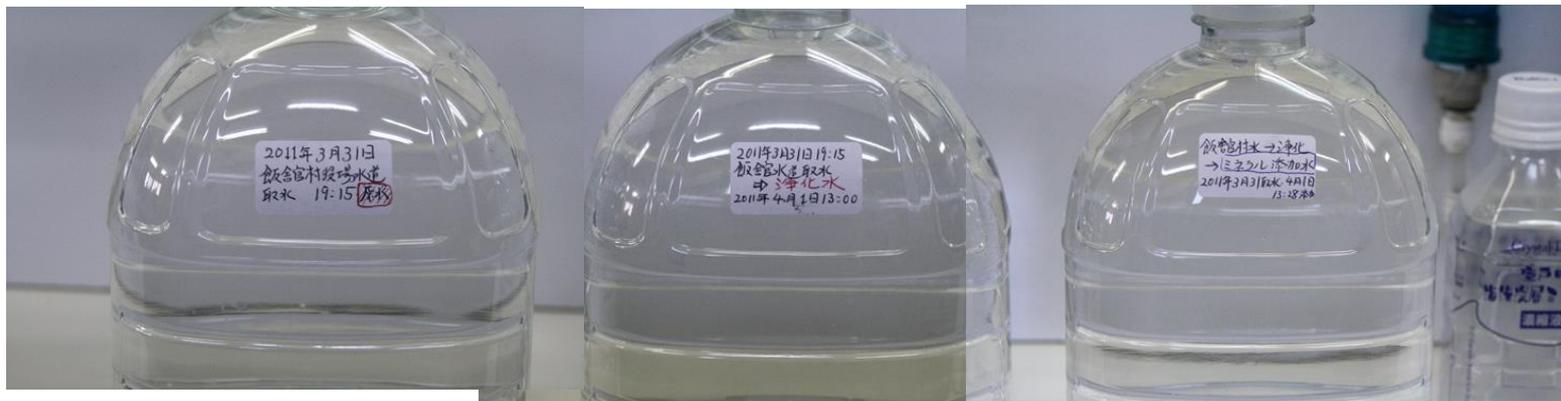
そして片方はそのまま、もう片方には弊社製ミネラルを添加し、飲み水としてのミネラル添加水の安全性もついでに調べることにしました。

後は結果を待つだけです。

予定は4月末頃だそうです、とても待ち遠しいです。



分析出荷前の検体（分析サンプル）ボトル



検体 左：飯館村水道水 中央：ピオラによる浄化水 右：浄化水にミネラルを添加したもの

4月12日

出張中、会社からメールが入り、分析結果が出たことを伝えてきました。

あらゆる状況を鑑み、試験結果の結果を大急ぎで出していただいたものと、日本食品分析センターの皆様には本当に感謝します。

更に、ほうれん草や魚の分析結果を身を焦がす思いで待っていらっしゃる方々のために昼夜を問わず、試験にあたられていることを聞き及び本当に頭の下がる思いです。



前出、分析出荷前の検体（分析サンプル）ボトル  
左から①原水道水 ②ピオラ浄化水 ③ミネラル添加水

<<< 結果です。 >>>

- ① 3月31日採取 **飯館村水道水** セシウム137 7.2 Bq (ベクレル) 1ℓあたり  
セシウム134 2.9 Bq 1ℓあたり  
ヨウ素131 6.8 Bq 1ℓあたり

※ わずかとはいえ放射性物質が水道水に混入していたのは事実でした。

ビオラにて浄化

- ② 4月1日飯館村水道水**浄化後** セシウム137 **検出せず**  
セシウム134 **検出せず**  
ヨウ素131 **検出せず**

ミネラルを添加

- ③ 4月1日飯館村水道水浄化水に**ミネラル添加** セシウム137 検出せず  
セシウム134 検出せず  
ヨウ素131 検出せず

とりあえず、すばらしい結果にスタッフ一同喜び、安心もしました。

ただし、ヨウ素の定量下限、つまりこれ以上小さい数字はこの機械では測れないと言う意味なのですがこれが20 Bq/ℓと思ったより大きく、検出できなかったことの可能性からすると0から19 Bqまでのどれかですが実際はわからないという表現になります。

もし採取した飯館村の水道水が2000 Bqもあったら「検出せず」表示の場合99%以上除去できたといえるのですが、元が6.8 Bqでは「72%以上除去できた」としかなりません。

どちらも0~19 Bqにできた事実に、変わりはないのですが・・・。

私たちの機械の性能表記の問題はさておき、3月31日飯館村の土壌から規定値の1600倍ものセシウム137が検出されたと発表された直後の水道水が6.8 Bqしかなかったということは多少なりとも良かったと思いました。

この後、神奈川大学の井川先生にもご報告いたしました。先生はこの実験方法とその結果報告をご覧になって、実験方法については合格を出してくださいました。結果についても喜んでいただけましたが、定量下限値が思いの外大きかったことについて、皆様にはこの定量下限値のことも含め全てのことを表記するようにというご指示をいただきました。

先生の学者として人間としてのモラルに裏付けされた思いに私たちは動かされ、今回の結果を出すことができました。本当に感謝いたします。この場を借りてお礼申し上げます。

震災に遭われた方々の環境と心の復興を、心よりお祈り申し上げます。

今後アクアベンドジャパンとして何ができるか考えたいと思いつつ、今回のビオラ性能試験に関するご報告を終わらせていただきます。