

6) 井戸水からのシアン化合物検出事例に係る原因調査について

水質科学部 松本 尚己*

要 旨

井戸水から水道水の水質基準を超えるシアン化合物 (0.047mg/l) が検出され原因調査を行った。公定法であるイオンクロマトグラフィーポストカラム吸光度法以外の方法では、シアン化合物を検出しなかったことから検証実験を行った。その結果、前処理において添加する酒石酸緩衝液と井戸水中に次亜塩素酸ナトリウム及びアンモニアが存在した場合に、シアン様物質を検出することが分かった。

キーワード：イオンクロマトグラフィーポストカラム吸光度法(IC-PC法)，
酒石酸緩衝液，次亜塩素酸ナトリウム，アンモニア

1 はじめに

平成20年10月中旬に、地下水を原水として、次亜塩素酸ナトリウムによる消毒、ろ過処理を経て飲用水として利用していた施設の浄水から水道水の水質基準を超えるシアン化合物(0.047mg/l:水道基準 0.01mg/l以下)が検出された。その後の調査において浄水は基準値を超えるものの、原水は不検出であることが判明した。

原水自体からは検出されていないことから、単純な地下水のシアン化合物汚染とは考えにくく、どの過程において汚染されたのか究明する必要があり、本研究において原因調査を行った。

なお、水道法に定めるシアン化合物の分析方法¹⁾(以下、「公定法」という。)に定めるイオンクロマトグラフィーポストカラム吸光度法(以下、「IC-PC法」という。)に使用する機器が本研究所にはないため、民間検査機関の協力のもと調査を行った。

2 分析方法

シアン化合物の分析は、IC-PC法、4-ピリジンカルボン酸ピラゾロン吸光度法(以下、「4-PP法」という。)、ピリジンピラゾロン吸光度法、連続流れ分析法(AutoAnalyzer, 以下、「AA法」という。)及びヘッドスペース-GC/MS法(以下、「HS/GC/MS」という。)

により分析を行った。それぞれの分析方法の概要は次に示すとおり。

・IC-PC法

検水中の化学種を強陽イオン交換樹脂を固定相とするイオン排除クロマトグラフによって分離した後、流出液にクロラミンTを作用させて塩化シアンとし、次いで4-ピリジンカルボン酸ピラゾロン溶液と反応させ得られた青色を波長638nm付近の吸光度で測定し、シアン化物イオン、塩化シアン及びチオシアン酸イオンを分離定量する方法。現在、水道法に定めるシアン化合物の分析方法に採用されている。なお、本報のIC-PC法による結果は民間検査機関のデータによるものである。

・4-PP法

厚生省令第69号、厚生労働省令第81号に準拠し、検水中のシアン化合物をクロラミンTで塩化シアンとし、4-ピリジンカルボン酸ピラゾロン溶液を作用させ、得られた青色を波長638nm付近の吸光度を測定してシアン化合物を定量する方法。なお、紫外可視分光光度計は日本分光製V-560を使用した。

・連続流れ分析法(AutoAnalyzer, AA法)

*現球磨地域振興局保健福祉環境部

本法は、4-ピリジンカルボン酸ピラズロン吸光光度法と同一の原理であり、検水採取から濃度計算までを自動化したものの。

・ピリジンピラズロン吸光光度法

検水中のシアン化合物をクロラミンTで塩化シアンとし、ピラズロンとビスピラズロンを含むピリジンを作用させ、得られた青色を波長 620nm 付近の吸光度を測定する方法。

・ヘッドスペース-GC/MS 法 (HS/GC/MS)

塩化シアンの揮発性を利用し、直接塩化シアンを測定する方法。大阪府立公衆衛生研究所の鶴川らの方法²⁾に準じ分析を行った。

ガラス製バイアル瓶に検水を入れ、クロラミンT及び50%リン酸を添加し、蓋を密閉する。バイアルビン中の気相(ヘッドスペース)を採取し、GCにて分離し、MSにより塩化シアンの分子イオン61と63(塩素の同位対比から相対比3:1)のピーク面積を測定し定量する。

3 水質分析結果

3-1 シアン化合物超過時の分析結果

当該施設では、水質検査を原水は1回/年、浄水は4回/年の頻度で行っており、過去5年の水質検査においてシアン化合物を含む全ての項目で超過事例はなかった。表1に示したとおりシアン化合物事例発生時には、0.047、0.033mg/lものシアン化合物が検出されていた。10月以前の水質検査結果(H20年7月)においても0.009mg/lのシアン化合物が検出されていた(いずれも民間検査機関による結果)。

表1 事例発生時のシアン化合物分析結果

採水日	検体	シアン化物イオン	塩化シアン	シアン化物及び塩化シアン
10月16日	浄水	0.003	0.043	0.047
10月24日	原水*	<0.001	<0.001	<0.001
	浄水	0.004	0.029	0.033

※公定法の規定に従い、次亜塩素酸ナトリウムの添加を省略

施設には深さ80mの井戸があり、井戸原水を塩素処理後、砂ろ過・除鉄ろ過処理を経る水処理を行い、利用していた。井戸原水は、アンモニア性窒素や鉄分が多い水質であり、揚水直後は色度・濁度ともに高い水であった。

また、シアン化合物が検出された時の遊離残留塩素は0.05mg/l未満であり、塩素処理は十分ではなかった。

3-2 事例原因調査における水質分析結果及び考察

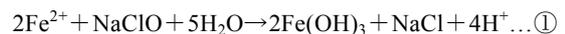
表2に事例後、当研究所が原因究明に着手した10月30日時点の水質分析結果を示した。

表2 10月30日時点での水質結果

	原水	塩素消毒後	ろ過処理後
採水年月日	H20.10.30	H20.10.30	H20.10.30
気温(°C)	21.5	21.5	21.5
水温(°C)	18.0	18.0	18.0
外観・色	無色	無色	無色
臭気	硫化臭・イオウ臭	塩素臭	微汚泥臭
透視度(cm)	>50	>50	>50
ORP(mV)	-121	324	238
pH	7.9	8.0	8.0
EC(µS/cm)	413	405	421
TOC(mg/l)	<0.5	<0.5	<0.5
T-N(mg/l)	0.53	0.39	0.48
NH ₄ -N(mg/l)	0.53	0.38	0.48
NO ₂ -N(mg/l)	<0.01	<0.01	<0.01
NO ₃ -N(mg/l)	<0.01	0.01	<0.01
遊離残留塩素(mg/l)	0.0	0.0	0.0
結合残留塩素(mg/l)	0.0	2.0	2.0
CN(mg/l)*	<0.001	<0.001	<0.001
Mn(mg/l)	0.065	<0.005	<0.005
Fe(mg/l)	0.32	1.1	<0.03

※CN:4-PP法による分析結果

ORP(酸化還元電位)がマイナスであることから、原水は還元状態であり、存在する鉄は2価の陽イオンFe²⁺として存在し、重炭酸第一鉄[Fe(HCO₃)₂]を形成していると考えられた。原水には、鉄0.32mg/l及びアンモニア性窒素0.53mg/lを含んでおり、塩素処理のために添加された次亜塩素酸ナトリウムのほとんどは、①の反応により瞬時に鉄との反応に消費されると考えられた。



また、アンモニア性窒素は、原水0.53mg/l、塩素処理後0.38mg/lとほとんど減少していないことから、添加された次亜塩素酸ナトリウムはアンモニアとほとんど反応していないと考えられた。

本事例が発生した10月16日、24日の検水がないので比較できないが、通常、地下水質は変化が小さいこ

とからシアン化合物検出事例発生時点の水質組成も今回と同等であると仮定すると、塩素処理後やろ過処理後のアンモニア濃度は 0.51~0.77mg/l (アンモニア性窒素濃度として、0.4~0.6mg/l) 程度含まれていたと考えられた。

なお、シアン化合物については、過去に公定法に採用されていた 4-PP 法等や工場排水試験法による全シアンの測定法等による分析を行ったが、いずれからもシアン化合物は検出されなかった(表 3)。

表 3 各種試験法によるシアン化合物分析結果

	ピリジンピラロゾン 吸光度法	4-PP法	AA法	HS/GC/MS
原水	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
塩素消毒後	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
ろ過処理後	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

4 シアン化合物検出に関わる検証実験の結果及び考察

表 3 から、水処理過程において、シアン化合物汚染は考えられなかった。そこで、IC-PC 法と他のシアン

化合物分析法との違いを比較しながらシアン化合物検出の検証実験を行った。

4-1 塩素処理による影響について

アンモニアの多い原水に対し十分な消毒が行われていない場合、結合残留塩素が発生し、これらがシアン化合物検出に何らかの影響を及ぼす等の報告がある^{3)~8)}。このため、次亜塩素酸ナトリウムによるシアン化合物検出の影響について検証を行った。

[試験方法]

検水に原水及びろ過処理後の浄水を使用し、原水中のアンモニア濃度(約 0.77mg/l)から塩素要求量(約 7.7mg/l)の 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1, 5, 10 倍となるように次亜塩素酸ナトリウムを添加し、室温で 1 晩静置した後、残留塩素濃度を測定した。ろ過処理後の検水に関してはアンモニア性窒素は不検出であったが、原水と同量の次亜塩素酸ナトリウムを添加した。

シアン化合物分析にあつては、IC-PC 法等 5 種類の方法により分析を行った。なお、IC-PC 法の検水には、公定法に従い規定量の酒石酸緩衝液を添加した。

表 4 各試験法におけるシアン化合物分析結果

	塩素濃度	塩素添加量 / 塩素要求量	IC-PC法	ピリジンピラロゾン 吸光度法	4-PP法	AA法	HS/GC/MS
原水	0	0	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.06	0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.3	0.05	0.002	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.6	0.1	0.011	<0.001	<0.001	0.001	<0.001
	3	0.5	0.062	<0.001	<0.001	0.007	<0.001
	6	1	0.011	<0.001	<0.001	0.002	<0.001
	30	5	0.001	<0.001	<0.001	0.016	<0.001
	60	10	0.001	<0.001	<0.001	0.044	<0.001
ろ過処理後	0	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.06	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.3	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	0.6	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	3	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	6	—	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	30	—	<0.001	<0.001	<0.001	0.022	<0.001
	60	—	<0.001	<0.001	<0.001	0.050	<0.001

〔試験結果及び考察〕

表 4 に各分析法におけるシアン化合物分析結果を示した。IC-PC 法においては、塩素濃度が 0.6~6mg/l (塩素添加量/塩素要求量の比が 0.1~1) の試験系列で、基準を超過するシアン化合物が検出された。10 月 16 日, 24 日に検出されたシアン化合物が 0.047, 0.033mg/l であったことから、量的にも同程度で再現できた。

AA 法においても数値は低いものの、塩素添加量/塩素要求量の比が 0.1~1 で同様の傾向が見られた。

さらに、塩素添加量/塩素要求量の比が 5 以上においても高濃度のシアン化合物が検出されたが、次亜塩素酸ナトリウムのみを検水においても高濃度 (20mg/l 以上) になると 638nm で高い吸収を示すことから、塩素添加量/塩素要求量の比が 5 以上で検出されたものはシアン化合物ではないと考えられた。

一方、ピリジンピラゾロン吸光光度法、4-PP 法及び HS/GC/MS ではシアン化合物は検出されなかった。ピリジンピラゾロン吸光光度法では、次亜塩素酸ナトリウムの濃度に比例して薄ピンクの発色を示した。また、4-ピリジンカルボン酸ピラゾロン吸光光度法では、同様に次亜塩素酸ナトリウムの濃度に比例して薄黄色の発色を示した。着色した検水のスペクトル分析では、638nm の吸収を示す物質の存在は見られなかった。

今回の結果から、IC-PC 法において塩素添加量/塩素要求量の比が 0.1~1 の範囲においてシアン化合物を検出した。このことから、検水中のアンモニア濃度が 0.64~6.4mg/l であった場合は、公定法の前処理操作によりシアン化合物が検出されると考えられた。

10 月 30 日の検水は塩素処理後、ろ過処理後の検水であっても、アンモニア換算で 0.49, 0.62mg/l であったことから、公定法に従い規定量の次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加し、IC-PC 法により分析を行った場合、塩素添加量/塩素要求量の比が 1.02, 0.80 となることから、シアン化合物が検出された可能性が高いと推測された。

また、公定法には原水等の塩素処理を行っていない検水については、次亜塩素酸ナトリウム溶液の添加を省略することができるかと規定されている。この操作を省略せず次亜塩素酸ナトリウム溶液を添加した場合には、アンモニア濃度によってはシアン化合物を検出するものと考えられた。なお、10 月 24 日のシアン検出事例再調査時の原水は、次亜塩素酸ナトリウムの添加を省略し分析を行っていた。

シアン化合物が検出された IC-PC 法や AA 法は、開放系、閉鎖系の違いはあるものの、基本的には 4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン吸光光度法を応用した方

法である。IC-PC 法は、カラムによりシアン化物イオンと塩化シアンを分離後、4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン混合溶液を添加して吸光度を測定する方法であり、AA 法は比色法を連続的に行っている方法である。

表 5 に IC-PC 法, AA 法及び 4-PP 法の相違点をまとめた。

表 5 IC-PC 法, AA 法及び 4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン吸光光度法の相違点

		IC-PC法	AA法	4-PP法
前処理	酒石酸緩衝液	添加する	添加しない	添加しない
	次亜塩素酸Na	添加する*	添加しない	添加しない
発色試薬との反応温度		100℃	60℃	25℃

*ただし、未消毒の検水には添加することを省略できる

4-2 酒石酸緩衝液による影響について

IC-PC 法では、塩化シアンの安定化の目的で酒石酸緩衝液が添加される。一方、文献等には酒石酸緩衝液が結合残留塩素と反応し、シアン化合物を生成すると報告があることから、次の検証実験を行った。

〔試験方法〕

(1)IC-PC 法による分析 (酒石酸緩衝液を添加しない)

原水及び浄水に 4-1 と同様に塩素量を調整し、酒石酸緩衝液を添加せずに測定した。

(2)IC-PC 法以外の方法による分析 (酒石酸緩衝液を添加する)

原水及び浄水に 4-1 と同様に塩素量を調整し、公定法に基づき、試料 98ml に対し 2ml の酒石酸緩衝液を添加し、速やかに測定を行った。

〔試験結果及び考察〕

(1)IC-PC 法による分析結果

図 1 に酒石酸緩衝液添加、無添加によるシアン化合物分析結果を示した。

4-1 実証実験でも示したように酒石酸緩衝液を規定量添加した場合は、塩素添加量/塩素要求量の比が 0.1~1 の範囲でシアン化合物が検出されたのに対し、酒石酸緩衝液を添加しなかった場合は、全くシアン化合物は検出されなかった。このことから、酒石酸緩衝液と結合残留塩素が存在した場合、IC-PC 法ではシアン化合物が検出されると考えられた。

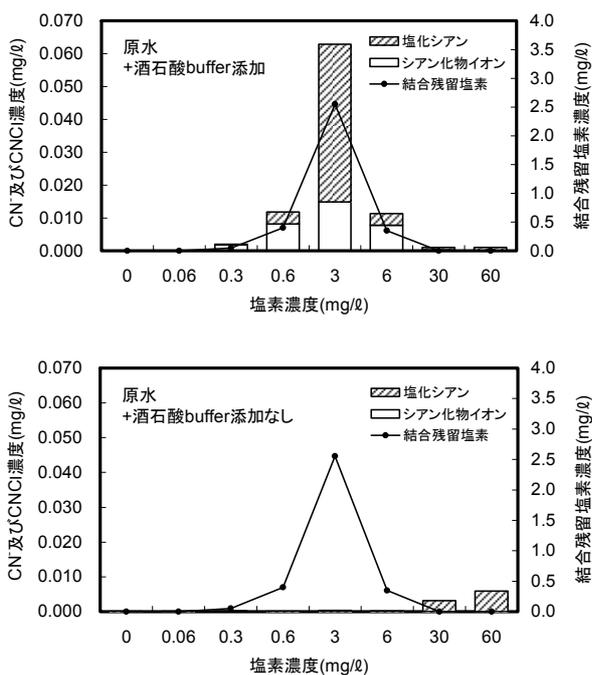


図1 酒石酸緩衝液添加の有無によるシアン化合物分析結果

(2) IC-PC 法以外の方法による分析結果

酒石酸を添加して測定した場合でも、シアン化合物は不検出であった。発色等の状況も、4-1 実証実験の結果と同様に添加した次亜塩素酸ナトリウム濃度に比例して薄ピンク色や薄黄色の発色し、4-PP 法によるシアン化合物発色である青色やピリジンピラゾロン吸光度法によるシアン化合物反応色のピンクとは異なる発色を示した。また、比色以外の方法である HS/GC/MS においてもシアン化合物は検出されなかった。(1)及び(2)から、酒石酸緩衝液と結合残留塩素によるシアン化合物検出は IC-PC 法特有の反応であった。

4-3 反応温度による影響について

IC-PC 法の概略図を図2に示した。イオン排除クロマトグラフにより、シアン化物イオン及び塩化シアン等を分離後、クロラミン T を作用させ、次いで 4-ピリジンカルボン酸ピラゾロン溶液と反応させ、シアン化合物を分離定量する方法である。基本的には、検出に係る反応は 4-PP 法と同様であり、この両法は発色試薬との反応条件の C の工程の条件のみが異なる。

発色試薬との反応は、比色法では 25℃ 中で 30 分程度、IC-PC 法では流速と反応コイルの規格等で異なるが、100℃ 中、約 3、4 分の反応時間が設けられている。これらの違いがどのような違いを生じるのか検証するために次の実証実験を行った。

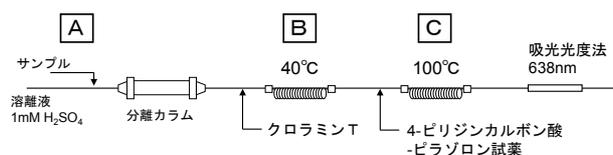


図2 IC-PC 法の概略図

[試験方法]

公定法で定める IC-PC 法の条件のうち、4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン試薬を添加した後の反応ループでの反応温度を 100℃ の設定を 60℃ に下げ、分析を行った。なお、流速及び試薬の濃度等の他の条件は公定法のとおりとした。

[試験結果及び考察]

反応温度を 60℃ に設定した場合、100℃ での分析より 2/3 程度減感するものの十分定量できるレベルであった。

100℃ で反応させた場合に比べ、60℃ の場合は基準値未満であった。シアン化物イオンは若干の変動はあるもののほとんど変わらなかったのに対し、塩化シアンは極端な変動を示した。図3に発色反応温度と検出物質の変化を示した。

今回 C の工程の温度を下げても、発色反応はゆるやかに進行することは確認できた。

検証実験に用いた検水では、60℃ においては塩化シアンは検出されなかった。塩化シアンの生成は C の段階で起こり、100℃ 程度の温度が必要であると考えられるが、C で生成したとすれば、その後カラムによる分離は行われないので、100℃ での結果のように 2 つにピークが分かれて検出されることと矛盾する。このことから、塩化シアンは生成されていないと考えられた。

温度の影響をあまり受けていないシアン化物イオンは、工程 C 以前に生成したと考えられるが、次亜塩素酸ナトリウム等の酸化物質が存在している中、シアン化物イオンのみ生成する可能性は少ないと考えられた。

以上のことから、今回 IC-PC 法で測定されたピークはシアン化合物ではないと考えられた。

測定している物質がシアン化合物ではない場合、測定法の特性及び他の方法との違い等も考慮して次のようなことが考えられた。

- 酒石酸と結合残留塩素の反応により、カラムで分離する前にシアン様物質が生成する。
- シアン様物質は 2 種類存在し、酸性溶液中で解離している物質 A (弱酸性物質) と解離していない物質 B と考えられる。

- ・物質 A は温度の影響を受けずに、4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン試薬と反応する。
- ・物質 B は、4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン試薬と反応するには 100℃程度の温度が必要。

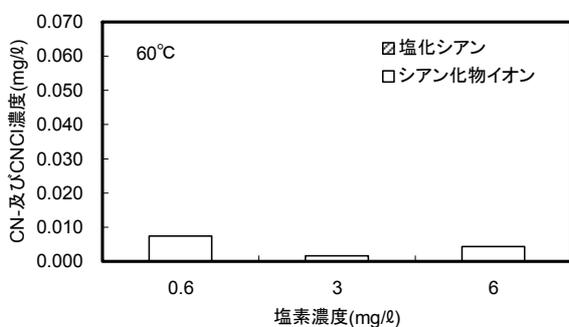
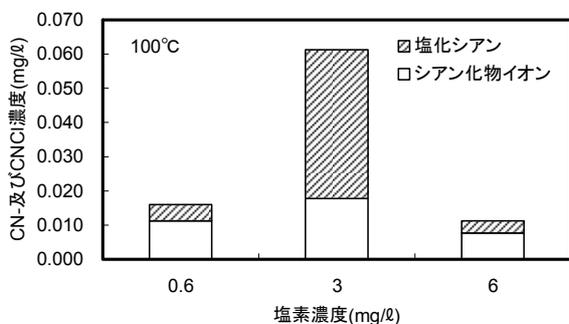


図3 発色反応温度と検出物質の変化

4-4 シアン様物質の生成の可能性について

4-1 及び 4-2 の検証実験において、IC-PC 法では検出されるのに対し、比色法等では酒石酸緩衝液を添加してもシアン化合物は検出されなかった。

カラム分離操作前にはシアン様物質が生成していたと考えられることから、酒石酸と結合残留塩素の反応によりシアン様反応生成物が存在することが考えられた。一般に結合残留塩素の反応性は緩やかであることから、酒石酸緩衝液を添加してから時間を十分にとり、その影響について検討した。

[試験方法]

公定法では酒石酸緩衝液を入れ、冷蔵して速やかに試験することとなっている。今回、浄水に酒石酸緩衝液を必要量添加し、実験室内で4日低温放置した検水と分析直前に添加した検水を比較した。シアン化合物分析は、AA 法、4-PP 法及び HS/GC/MS により行った。

[試験結果及び考察]

図4にAA法によるシアン化合物測定結果を示した。分析直前に酒石酸緩衝液を添加した検水は不検出で

あったのに対し、添加後4日経過した試料では、0.069mg/lのシアン化合物が検出された。時間経過により結合残留塩素と酒石酸の反応が進んだものと考えられた。

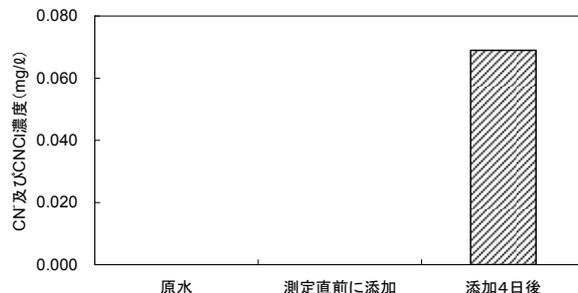


図4 酒石酸添加経過後のAA法によるシアン化合物分析結果

同様に4-PP法で添加後4日経過試料を分析したところ、濃い黄色の発色を示した。図5に標準シアンと比較したスペクトルを示した。シアン化合物分析に使用する638nmの波長には極大吸収はないものの、発色の色見が濃いためベースが高く、638nmでも高い吸収を示した。おそらくAA法での結果は、この黄色の発色を検出したものと考えられた。

4日間放置した検水には、ギ酸等の有機酸も検出された。シアン化水素は分解するとギ酸とアンモニアに分解することが知られているが、アンモニアは増加していないため、シアン化物イオン由来のものではなく、酒石酸分解物と考えられた。

4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン試薬は、4-ピリジンカルボン酸と1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロンの混合試薬である。シアン化合物は4-ピリジンカルボン酸と反応し、その後開環した化合物と1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン反応するため、それぞれの物質が存在しないと青色の発色を示さない。今回、生成した黄色い物質は、4-ピリジンカルボン酸がなくても1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロン溶液と反応し、黄色の発色を示した。また、黄色の発色は時間経過と共に退色せず、黄色の沈殿を生じた。

次に、測定直前に酒石酸緩衝液を添加した場合でも、4-ピリジンカルボン酸-ピラゾロン試薬との反応温度を100℃で、5分間反応させた場合、同様の現象が起こるか検証した。酒石酸緩衝液と4日以上反応させたものよりも黄色の発色は薄いものの、25℃30分の反応よりも濃い発色が確認できた。IC-PC法とは異なる開放系での実験のため、熱による塩化シアン等の揮発等も考えられるが、熱にも安定で明らかにシアン化合物で

はない物質と反応し発色していることが確認できた。

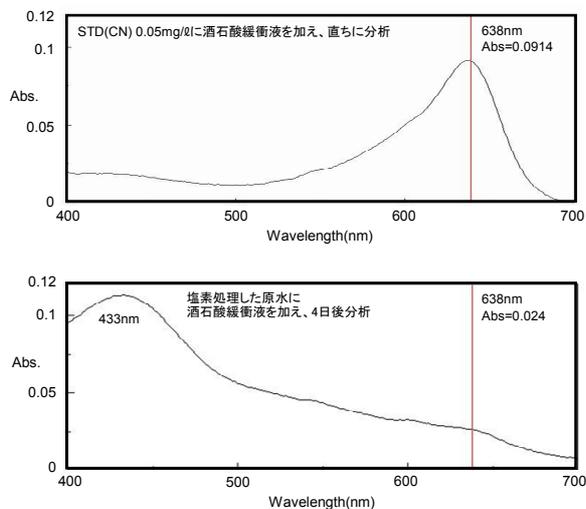


図5 4-PP法における発色試料のスペクトル比較

直接塩化シアンを測る HS/GC/MS においても、結合残留塩素と酒石酸緩衝液を4日経過した検水からシアン化合物は検出されなかった。

なお、今回の検証実験では、IC-PC法において、何がシアン様物質として検出されているかまで解明できていない。今後、この点についても検証を進めていきたい。

5 まとめ

IC-PC法ではアンモニア性窒素と次亜塩素酸ナトリウムにより生じた結合残留塩素と酒石酸緩衝液に含まれる酒石酸と反応し、1-フェニル-3-メチル-5-ピラゾロンと反応し発色するシアン様物質を測定していると考えられた。

これまでの結果をまとめると、

- 原水、塩素処理水及びろ過処理水にはシアン化合物は含まれていない。また、水処理過程において、シアン化合物に汚染されていない。
- IC-PC法以外の測定法ではシアン化合物は検出されていない。
- IC-PC法では、結合残留塩素と酒石酸緩衝液との反応で生成したシアン様物質を測定していた。
- 公定法で定める検水の前処理方法に次のような問題があった。一つは検水の保存性を高めるために添加されている酒石酸緩衝液の存在であり、もう一つは、添加する次亜塩素酸ナトリウムの濃度である。公定法の規定が、「塩素処理された検水に対しては、遊離残留塩素が確認できる適量の次亜塩素酸ナトリウ

ムの添加を行うこと」及び「原水のような塩素処理されていない検水に対しては、次亜塩素酸ナトリウムの添加は行わないこと」と明記されていたならば今回のような検出事例は起こらなかったと考えられた。ほぼ同時期に起こったハム製造会社における専用水道施設でのシアン化合物検出事例においても、本県同様の原因でシアン化合物が検出されたと考えられた。当初、原水においてもシアン化合物が検出された件については、公定法上省略できる次亜塩素酸ナトリウム溶液の添加を省略せずに行ったことが原因と推測された。

- 今回の事例では、分析機関において、遊離塩素が確認できる量の次亜塩素酸ナトリウムを添加していれば、IC-PC法においてもシアン様物質を間違えて検出することは起こり得なかったと考えられた。

今回シアン化合物が検出された施設については、事例発生後、市の水道を利用しており再発する可能性はないが、他の施設でも同様な事例が起こらないために次の点に気をつけ、対応していく必要があると考えられる。

①原水の水質をよく把握する。

水道法の原水検査の項目には含まれないが、塩素処理をきちんとコントロールするために、アンモニア性窒素、鉄、マンガン濃度を把握する必要があると考えられる。

また、原水の季節変化がないか確認するために、井戸使用開始時は、豊水期、渇水期の年2回の水質分析が望ましく、季節変動がある場合は水道水源として使用しないことが賢明と考えられる。

原水に鉄、マンガン等を多く含む場合は、揚水時間で鉄、マンガンの濃度が変化しないか確認も必要である。

②次亜塩素酸ナトリウムの購入・保管・使用

水質をよく把握し、計算上必要量の次亜塩素酸ナトリウムを添加したとしても、使用している次亜塩素酸ナトリウムの有効塩素量が相当量ないと遊離残留塩素をコントロールできない。基本的には、良質の次亜塩素酸ナトリウムを購入し、0~20℃で保管、使用することが必要と考えられる。

6 謝辞

本調査にあたり、イオンクロマトグラフィーポストラム吸光度法による分析に協力いただきました、ニチゴー九州環境分析部 島田様に感謝申し上げます。

7 文献

- 1) 厚生労働省, 水質基準に関する省令の規定に基づき厚生労働大臣が定める方法, 厚生労働省告示, 第 261 号 (2003) .
- 2) 鶴川昌弘, 北野正明, 宮島年男, 宮野啓一, 田中栄次, 足立伸一 : 大阪府立公衛研所報, 34,35-42 (1996) .
- 3) 相川建彦, 右島政子, 田中良和, 中山和好 : 千葉衛研報告, 28,23-25 (2004) .
- 4) 石丸陽子, 岸美紀, 森脇直子, 林幸子, 武藤豊 : 川崎市衛生研究所年報, 40,72-75 (2004) .
- 5) 吉川循江, 田中礼子, 荒井桂子, 磯田信一 : 横浜衛研年報, 44,123-127 (2005) .
- 6) 柚山豪志, 真壁道子, 阿部啓介 : 環境と測定技術, 33,6-10 (2006) .
- 7) 吉川循江, 田中礼子, 荒井桂子, 磯田信一 : 分析化学, 56,7,593-599 (2007) .
- 8) 石丸尚志, 小笠原光憲, 青野眞, 泉喜子, 森喜一 : 愛媛衛研年報, 58,36-40 (1996) .